

Educación e Inteligencia Artificial: Horizontes de Transformación



CÀTEDRA DE **DESENVOLUPAMENT D'ORGANITZACIONS I TERRITORIS SALUDABLES I SOSTENIBLES**

*Monogràfics DOTSS
n°11
Ed.*

*Òscar Flores-Alarcia
Laura Fornons Casol*



Dykinson SL

Educación e Inteligencia Artificial: Horizontes de transformación

Òscar Flores-Alarcia
Laura Fornons Casol
(Editores)

Cátedra DOTSS – Universitat de Lleida

Dykinson, S.L.

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (art. 270 y siguientes del Código Penal). Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con Cedro a través de la web www.cedro.org o por teléfono en el 913086330/932720445.

Educación e Inteligencia Artificial: Horizontes de transformación

Cátedra de Desarrollo de Organizaciones y Territorios Saludables y Sostenibles (DOTSS-UdL)

Universitat de Lleida



Universitat de Lleida
Càtedra Desenvolupament
d'Organitzacions i Territoris
Saludables (DOTS)

© 2024 *Òscar Flores-Alarcia & Laura Fornons Casol*
ISBN: 978-84-1070-877-8

Diseño y compaginación: *Laura Fornons Casol*

Imágenes utilizadas: imágenes de fuentes con licencia del sistema de Licencias Creative Commons y Unsplash. Tratamiento de género: en este texto se ha considerado el masculino como neutro. Prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización de los autores.

Relación de autores

Jorge Balladares-Burgos

Universidad Andina Simón Bolívar

Ramón Béjar Torres

Universitat de Lleida

Francisco Bellas Bouza

Universidade da Coruña

Isabel del Arco Bravo

Universitat de Lleida

Òscar Flores-Alarcia

Universitat de Lleida

Laura Fornons Casol

Universitat de Lleida

Xavier Mas Garcia

eLearning Innovation Center de la Universitat Oberta de Catalunya

Miquel Àngel Prats

FPCEE Blanquerna – Universitat Ramon Llull

José Manuel Silva Alcalde

Universitat Autònoma de Barcelona

ÍNDICE

1. ¿PUEDEN PENSAR LAS MÁQUINAS?.....13

Ramón Béjar Torres

1. Introducción.....	13
2. El test de Turing.....	13
3. Sistemas de IA simbólica.....	14
3.1. <i>Eliza</i>	14
3.2. <i>Resolviendo problemas matemáticos</i>	16
4. Sistemas de IA conexionista.....	17
4.1. <i>Un ejemplo sencillo</i>	17
4.2. <i>Clasificación de imágenes</i>	20
4.3. <i>ChatGPT, o conversando sobre cualquier cosa</i>	20
5. Beneficios y riesgos de los sistemas de IA.....	24
6. Agradecimientos.....	26
7. Bibliografía.....	27

2. EDUCAR PARA LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UN ENFOQUE EN PERSPECTIVA.....29

Francisco Bellas

1. El contexto actual de la IA.....	29
2. A quién impacta la IA y qué debemos hacer al respecto.....	32
3. La IA en la educación.....	33
3.1. <i>Formación de los docentes</i>	35
3.2. <i>Integración en los planes de estudio</i>	36
4. Alfabetizaciones de IA.....	37
4.1. <i>Educación infantil y primaria</i>	38
4.2. <i>Educación secundaria y bachillerato</i>	38
5. Contenidos curriculares necesarios al educar para la IA.....	41
6. La asignatura IA para la Sociedad.....	43
7. Conclusiones.....	45
8. Bibliografía.....	46

3. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL DESARROLLO SALUDABLE DE LAS ORGANIZACIONES EDUCATIVAS.....49

Òscar Flores-Alarcia

Isabel del Arco

1. Introducción: definiciones de inteligencia artificial.....	49
---	----

2.	Retos y oportunidades de la IA en la sociedad	50
3.	La IA en el desarrollo de las organizaciones	53
4.	La IA en el desarrollo de las organizaciones educativas	55
5.	Conclusiones.....	56
6.	Bibliografía.....	57
4.	LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LAS AULAS: HABILIDADES, ESTRATEGIAS Y CONTENIDOS PARA APRENDER Y ENSEÑAR EN UN PARADIGMA NUEVO	59

Xavier Mas Garcia

1.	Introducción.....	59
2.	Competencias y habilidades para trabajar con la Inteligencia Artificial Generativa	60
3.	Aprender y enseñar con IA	64
3.1.	<i>El diseño de asignaturas IA-integrales</i>	<i>65</i>
3.2.	<i>Cambios en el proceso de aprendizaje y evaluación</i>	<i>67</i>
3.3.	<i>Cambios en el proceso de aprendizaje y evaluación</i>	<i>68</i>
3.4.	<i>Acción docente y feedback asistidos</i>	<i>69</i>
3.5.	<i>La competencia digital docente en la era de la IA</i>	<i>71</i>
4.	Conclusiones.....	73
5.	Bibliografía.....	74
5.	ÚS I APLICACIÓ DE LA IAG PER ALS PROCESSOS AVALUATIUS	77

Miquel Àngel Prats

1.	Introducció	77
2.	Algunes breus nocions bàsiques sobre Intel·ligència artificial generativa (IAG)	78
2.1.	<i>Però... què és això del ChatGPT?.....</i>	<i>78</i>
2.2.	<i>Aprofundint en els models de llenguatge (LLM's)</i>	<i>79</i>
2.3.	<i>Quan l'oportunitat d'aprenentatge és el diàleg amb una IAG: com fer-li preguntes?..</i>	<i>81</i>
2.4.	<i>Impacte de la IAG en l'àmbit educatiu: aspectes crítics de veracitat, seguretat i privacitat.....</i>	<i>83</i>
3.	I en els processos d'avaluació? Què podem fer amb la IAG?	84
4.	Beneficis i riscos de la IAG en els processos d'avaluació	87
5.	Recomanacions per a una implementació responsable i efectiva	88
6.	Alguns recursos d'IAG sobre avaluació	89
7.	Per saber-ne més.....	90
8.	Bibliografia.....	90
6.	LA REGULACIÓN DE LA IAG EN EL ÁMBITO DE LA DOCENCIA	93

José-Manuel Silva Alcalde

1.	Introducción.....	93
2.	Regulación genérica de la IAG en la UE.....	94

2.1. <i>La AIC (Artificial Intelligence Act). Aprobación y entrada en vigor</i>	94
2.2. <i>La AIC (Artificial Intelligence Act). Resumen de las líneas generales</i>	94
3. Regulación específica de la IAG en el ámbito de la docencia en la UE	96
3.1. <i>Directrices éticas sobre el uso de la inteligencia artificial y los datos en la educación y formación para los educadores</i>	96
3.2. <i>La regulación normativa de la docencia en la IA ACT</i>	97
4. Regulación específica de la IAG/docencia en España.....	98
5. Conclusiones.....	103
6. Bibliografía	105
7. IRRUPCIÓN DE LA IA EN EDUCACIÓN SUPERIOR.....	109
Laura Fornons Casol	
Isabel del Arco Bravo	
1. Contextualización.....	109
2. Desafíos y oportunidades en el ámbito universitario español: una perspectiva actual ..	111
3. La evolución de la normativa internacional de la IA en educación superior	115
4. Experiencias significativas	118
5. Conclusiones.....	120
6. Bibliografía	120
8. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO	125
Jorge Balladares-Burgos	
1. Introducción	125
2. Una aproximación a la Inteligencia Artificial en la educación	126
3. Ética de la Inteligencia Artificial en la educación.....	128
4. Inteligencia Artificial y la formación del profesorado.....	131
5. Modelos tecnopedagógicos en Inteligencia Artificial para la formación del profesorado	136
6. Conclusiones.....	141
7. Bibliografía.....	142

EDUCACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL: HORIZONTES DE TRANSFORMACIÓN

En los últimos años, la inteligencia artificial (IA) ha dejado de ser una tecnología emergente para convertirse en una fuerza transformadora que impacta en todos los ámbitos de nuestra sociedad, incluida la educación. La capacidad de las máquinas para analizar datos, aprender patrones y tomar decisiones ha abierto un abanico de posibilidades sin precedentes para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, esta irrupción plantea también preguntas profundas sobre el papel de los educadores, los riesgos asociados al uso indebido de estas tecnologías y la necesidad de formar a las futuras generaciones para convivir con ellas de manera ética y crítica.

Este monográfico nace con el propósito de explorar cómo la inteligencia artificial está moldeando el panorama educativo, desde sus aplicaciones prácticas hasta los desafíos éticos, pedagógicos y regulatorios que conlleva. A través de un enfoque multidisciplinar, los capítulos que componen esta obra abordan desde las cuestiones filosóficas fundamentales sobre la capacidad de las máquinas para pensar hasta la integración de herramientas de IA generativa en las aulas. Asimismo, se examinan sus implicaciones en la formación del profesorado, la regulación normativa y el desarrollo de organizaciones educativas saludables. Este volumen no solo invita a reflexionar sobre el impacto actual de la IA en la educación, sino también a imaginar los futuros posibles de una educación transformada por la tecnología.

La complejidad del impacto de la inteligencia artificial en la educación requiere un análisis diverso y profundo, que abarque tanto las cuestiones filosóficas y éticas como las aplicaciones prácticas y los desafíos regulatorios. Este monográfico reúne aportaciones de especialistas en distintas áreas con el objetivo de ofrecer una visión integral de cómo la IA está transformando el ámbito educativo. A continuación, se presentan los capítulos que componen esta obra, cada uno de los cuales aborda un aspecto clave de esta relación entre tecnología y educación.

El primer capítulo, **¿Pueden pensar las máquinas?**, plantea un debate técnico fundamental sobre la capacidad de las máquinas para pensar. A partir de la célebre pregunta formulada por Alan Turing, se analizan los conceptos de inteligencia y conciencia artificial, profundizando en cómo estas ideas influyen en nuestra percepción de la inteligencia artificial.

En el capítulo **Educación para la Inteligencia Artificial: un enfoque en perspectiva**, se explora la importancia de preparar a las generaciones futuras para comprender y convivir con la IA. Se plantea la alfabetización en inteligencia artificial como una competencia esencial en la educación del siglo XXI, proponiendo estrategias pedagógicas para integrar el conocimiento sobre IA en los currículos educativos.

El tercer capítulo, **La revolución de la Inteligencia Artificial: transformando la sociedad y las organizaciones educativas**, examina cómo la IA puede contribuir al desarrollo de instituciones educativas más eficientes y sostenibles.

En **La Inteligencia Artificial Generativa en las aulas: habilidades, estrategias y contenidos para aprender y enseñar en un paradigma nuevo**, se abordan las oportunidades y desafíos que las tecnologías de IA generativa representan para el ámbito educativo. El capítulo explora cómo estas herramientas pueden transformar las dinámicas de aprendizaje y enseñanza, proponiendo estrategias para docentes y estudiantes que maximicen el potencial de estas tecnologías en las aulas.

El capítulo titulado **Ús i aplicació de la IA g per als processos avaluatius** se centra en el impacto de la IA generativa en la evaluación educativa. Se analizan las posibilidades de diseñar procesos evaluativos más personalizados, eficientes y justos, garantizando la transparencia y equidad en su aplicación.

En **La regulación de la IAG en el ámbito de la docencia**, se abordan los aspectos normativos necesarios para regular el uso de la IA generativa en la educación. Este capítulo destaca los riesgos potenciales, las responsabilidades institucionales y las políticas esenciales para garantizar un uso seguro y responsable de estas herramientas en el ámbito docente.

El séptimo capítulo, **Irrupción de la IA en Educación Superior**, explora cómo la inteligencia artificial está transformando la enseñanza en las universidades. Se destacan las posibilidades de personalización del aprendizaje, mejora en la retención estudiantil, automatización de procesos administrativos y promoción de la inclusión en el ámbito universitario, mostrando cómo la IA está redefiniendo los modelos tradicionales de educación superior.

Finalmente, el capítulo **La Inteligencia Artificial y la formación del profesorado** reflexiona sobre los retos y oportunidades de formar a los docentes en un contexto cada vez más mediado por la IA.

Este monográfico aspira a ser una herramienta útil para investigadores, docentes, estudiantes y responsables educativos interesados en comprender y aprovechar el potencial de la inteligencia artificial en la educación. Al mismo tiempo, busca fomentar un diálogo crítico y constructivo sobre los desafíos éticos, pedagógicos y normativos que plantea su integración. Lejos de ofrecer respuestas definitivas, esta obra invita a reflexionar sobre cómo podemos construir un futuro educativo que no solo incorpore la tecnología, sino que lo haga desde una perspectiva inclusiva, ética y centrada en las personas.

1. ¿PUEDEN PENSAR LAS MÁQUINAS?

Ramón Béjar Torres
Universitat de Lleida

1. Introducción

En este artículo nuestro objetivo es hacer una exploración sobre cómo funcionan algunos sistemas de inteligencia artificial (IA), con la idea de intentar entender un poco mejor hasta qué punto podemos confiar en sus capacidades, a la hora de emplearlos en diferentes situaciones. La intención principal de este artículo es promover una visión crítica sobre las capacidades de los sistemas de IA, que pueden ser muy difíciles de definir y, por tanto, difíciles de identificar. Como veremos, aunque ciertas noticias recientes respecto a sistemas tales como ChatGPT parecen indicar que nos encontramos ante sistemas que, en apariencia, muestran capacidades formidables, es aconsejable que seamos muy cautos a la hora de confiar demasiado en las capacidades de los sistemas de IA. Finalmente, a la vista de nuestro análisis sobre los sistemas de IA, acabaremos el artículo con una breve discusión sobre los beneficios y riesgos de estos sistemas.

2. El test de Turing

En 1950 el científico Alan Turing, que podemos perfectamente considerar como el padre de la informática moderna, presentó un trabajo de investigación (Turing, 1950) donde consideraba si era posible responder a la pregunta que lleva como título este artículo de divulgación: ¿Pueden pensar las máquinas?

Para Alan Turing, esta pregunta era problemática, ya que primero teníamos que ser capaces de definir exactamente que son las *máquinas* y qué quiere decir *pensar*. Para la primera cuestión, pensó en delimitar el problema a máquinas digitales, tales como los ordenadores digitales que hoy en día utilizamos ¹. Pero para la segunda cuestión, qué entendemos por pensar, Alan Turing no consideraba que pudiéramos consensuar en su momento una definición aceptable. En su lugar, Turing ideó un juego, *The imitation game* (también conocido como test de Turing), entre una máquina y una persona que pretendía ser una forma de responder a la pregunta de si la máquina podía pensar.

En este juego, intervienen una máquina digital (ordenador ejecutando algún programa) una mujer y un interrogador (hombre o mujer). El interrogador se encuentra en una habitación que lo separa de donde se encuentran la máquina y la mujer. El objetivo tanto de la máquina como de la mujer es convencer al interrogador, a través de una serie de preguntas y respuestas intercambiadas por escrito, de que son una mujer.

¹ Turing planteó que, si aceptábamos que los seres humanos somos un tipo de máquina, entonces la pregunta parecía tener una respuesta obvia.

Si la máquina es capaz de hacer creer al interrogador que es una mujer, entonces podríamos considerar que muestra comportamiento inteligente comparable al de un ser humano. En 1950, los ordenadores todavía estaban en sus inicios, pero Alan Turing pensaba que en unos 50 años ya podríamos tener máquinas digitales con capacidad suficiente para poder ganar este juego. Se le pueden criticar muchas cosas a este juego, ya que el hecho de si una máquina lo puede ganar o no puede depender de detalles tales como el tiempo máximo para dar una respuesta, el tiempo máximo para que el interrogador piense las preguntas, o del número máximo de preguntas. Pero la verdad es que incluso antes de la llegada de ChatGPT, ya en el año 2014 en una competición que celebraba el 60 aniversario de la muerte de Alan Turing, un chatbot, Eugene Goostman, hizo creer al 33% de los jueces de la competición que era una persona ².

Sin embargo, a lo largo de la historia de la IA, a la hora de definir competiciones sobre el test de Turing se ha visto que un problema básico de estas competiciones es que uno puede estar tentado de crear sistemas que intentan ganar la prueba digamos que usando un comportamiento evasivo. Con esto queremos decir que ante preguntas que podrían ser muy fáciles de entender por una persona, para la máquina podría ser más fácil intentar desviar la atención de la conversación si no está segura de poder dar una respuesta convincente. Para intentar medir aspectos particulares del comportamiento inteligente, han surgido otros tipos de pruebas. Por ejemplo, en el artículo (Levesque, 2014) se menciona un tipo de pruebas que intentan descubrir si un sistema de IA es capaz de llevar a cabo razonamientos que una persona tendría que ser capaz de realizar sin muchos problemas, pero que en el caso de una máquina implican una comprensión real de la pregunta por parte de ella, implican un conocimiento mínimo, que para la mayoría de las personas se podría considerar conocimiento *de sentido común*. Es decir, que el uso de trucos para crear respuestas no sirva para dar una respuesta correcta. Vamos a ver que nuestro primer ejemplo de sistema de IA, Eliza, podría caer en esta categoría de sistema que intenta usar *trucos* para dar respuestas que den la sensación de que la máquina está realmente entendiendo nuestras preguntas.

3. Sistemas de IA simbólica

3.1. Eliza

Si según el test de Turing, lo mejor que podemos hacer para evaluar comportamiento inteligente es ponerlo a prueba “conversando” con ese sistema, está claro que uno de los primeros objetivos respecto a sistemas de IA son los sistemas de IA con los que puedas conversar, lo que hoy llamaríamos un chatbot, y del que ChatGPT sería el ejemplo más actual. Pero empecemos por los orígenes. En 1965, Joseph Weizenbaum implementó un sistema de IA que permitía al usuario conversar con una máquina, en un estilo que podríamos definir como “conversación con un terapeuta”. En el artículo de Weizenbaum donde explicaba el funcionamiento de su sistema (Weizenbaum, 1966), explicaba que mucha gente que había conversado con su sistema no se creía que estuviera hablando con una máquina. En palabras del propio Weizenbaum explicando que pretendía al descubrir el funcionamiento de Eliza:

² https://en.wikipedia.org/wiki/Eugene_Goostman

But once a particular program is unmasked, once its inner workings are explained in language sufficiently plain to induce understanding, its magic crumbles away; it stands revealed as a mere collection of procedures, each quite comprehensible” (Weizenbaum, 1966, p. 1).

Pero a los que nos gusta la magia, es realmente interesante probar a hablar con Eliza antes de entender cómo funciona. A continuación, damos una parte de un diálogo obtenido en una conversación real con Eliza:

Figura 1: Fragmento de un diálogo con Eliza.

```
C: How do you do. please tell me your problem
P: I am desperate
C: Is it because you are desperate that you came to me
P: yes
C: you seem quite positive
P: Men are all alike
C: In what way
P: Are you listening me?
C: Why are you interested in whether I am listening you or not
...
```

Fuente: <https://github.com/anthay/ELIZA/tree/master>

En este diálogo, las líneas que empiezan con el prefijo C: son frases de Eliza, y el resto son de la persona. Eliza es probablemente uno de los ejemplos más claros de sistema de IA que funciona a través de un conjunto de reglas procesando los símbolos de la entrada para generar una respuesta para cada entrada. Una descripción genérica del tipo de reglas que usa Eliza para dar respuestas a las preguntas del usuario sería la siguiente:

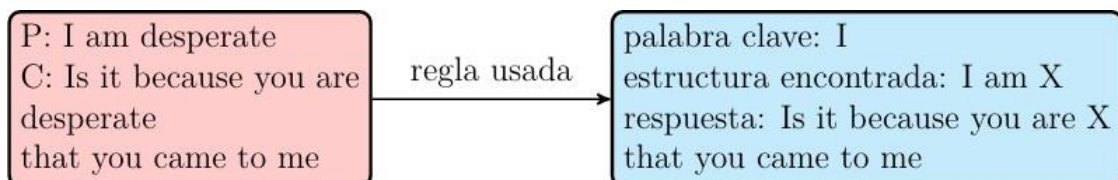
Figura 2: Regla general de respuesta en Eliza.

Si la pregunta tiene una **cierta estructura** entonces **transforma** la pregunta para generar la respuesta

Fuente: Elaboración propia.

Eliza es básicamente un programa que usa un conjunto de reglas diferentes, cada una encargada de dar respuesta a preguntas con una estructura diferente. Por ejemplo, vamos a comparar la respuesta de Eliza a nuestra primera pregunta con la regla que ha usado:

Figura 3: Comparación de la respuesta de Eliza con la regla general.



Fuente: Elaboración propia.

La regla que se ha usado en este caso nos dice que en primer lugar se ha seleccionado como posible regla porque la pregunta contiene la palabra clave “I”. Entonces, la regla concreta usada que mostramos nos dice que la estructura encontrada es una frase de tipo: “I am X”, donde X representa el resto de palabras de la frase. Y como respuesta a devolver

por Eliza la regla nos dice que será la frase: “Is it because you are X that you came to me” donde X serán las mismas palabras que había en la frase del usuario. Por tanto, vemos que la regla genera una respuesta de forma totalmente sintáctica, no hay ningún análisis del significado de la pregunta del usuario. Todas las otras reglas de Eliza funcionan de forma parecida.

Realmente, Eliza es algo más que un conjunto de reglas independientes. Eliza recuerda ciertas palabras de las frases del usuario que es capaz de volver a reutilizar en ciertas respuestas que da más adelante durante el diálogo. Podemos decir que la intención de esta memorización es aumentar la sensación de que la máquina realmente nos entiende y nos presta atención. Pero bueno, después de leer con detalle el funcionamiento de Eliza, uno podría pensar que Eliza sólo *simula* entender a la persona y seguir una conversación con ella. Pero podemos llegar a esa conclusión después de entender y analizar cómo funciona.

3.2. Resolviendo problemas matemáticos

Seguramente podemos considerar que uno de los problemas más difíciles con los que una persona se puede llegar a enfrentar están relacionados con problemas matemáticos. Vamos a considerar aquí brevemente el problema de resolver integrales indefinidas. Nos interesa este problema como un segundo ejemplo de problema para el que existen sistemas de IA simbólica que permiten resolverlo, al menos para un buen número de casos. Este segundo ejemplo representa una clase de sistemas de IA que intentan resolver ciertos problemas usando también un conjunto de reglas, pero vamos a ver que el tipo de reglas usadas no siempre generan una respuesta directa para cada pregunta.

Para entender esto, consideremos primero estos tres ejemplos de integrales que consideramos inmediatas, y para las que podemos dar una respuesta directa:

$$\int dx = x \quad \int x^n dx = \frac{x^{(n+1)}}{(n+1)} \quad \int e^x dx = e^x$$

Estos tres ejemplos se pueden programar en un sistema de IA para resolver integrales de forma parecida a como funcionaban las reglas de Eliza. Es decir, buscamos una cierta estructura en la integral que nos preguntan, y usamos una regla con respuesta inmediata para devolver la solución correspondiente. Un sistema de IA que automatice este proceso, otra vez sigue un procedimiento totalmente sintáctico, busca estructuras sintácticas en las preguntas para dar respuestas, no necesita entender que es una integral.

Pero ante el número potencialmente infinito de preguntas sobre integrales que podemos llegar a plantear, no podemos pretender responder a todas las preguntas con un conjunto infinito de reglas, una por cada pregunta. Es entonces cuando aparecen un tipo de reglas que siguen un funcionamiento diferente. Un ejemplo de este tipo de reglas es la llamada integración por partes:

$$\int (f(x) \cdot g(x)) dx = f(x) \int g(x) dx - \int \left(\int g(x) dx \right) \cdot f'(x) dx$$

Vemos que esta regla no da una respuesta final. Y esto se puede ver porque en la respuesta a la integral de $f(x) \cdot g(x)$ aparecen nuevos problemas a resolver. En concreto, tenemos que resolver:

1. Calcular la derivada de $f(x)$ ($f'(x)$). En general, es más fácil calcular derivadas que integrales.
2. Calcular la integral $\int g(x)dx$.
3. Finalmente, calcular la integral $\int (\int g(x)dx) \cdot f'(x)dx$, para lo que primero necesitamos la solución a los dos problemas anteriores.

Por tanto, esta regla no devuelve una solución directamente. Lo que hace es transformar el problema original en otra serie de problemas (que esperamos poder solucionar con otras reglas). En un sistema de IA que tenga reglas de este tipo, surge el problema de que este proceso de transformación de problemas en nuevos subproblemas podría tener que repetirse nuevamente, si los subproblemas creados no pueden ser solucionados con reglas de solución directa. El problema es que a veces, ante ciertas preguntas, el sistema puede no ser capaz de encontrar la respuesta.

Aunque se sabe que ciertos problemas como este de la integración no tienen algoritmos (sistemas automáticos) que den siempre una solución correcta para cualquier pregunta (Richardson, 1969), en la práctica hoy en día existen sistemas muy avanzados que dan respuesta en un gran número de casos. Por ejemplo, el sistema de cálculo *Mathematica*³ es un claro representante de esta clase de sistemas de cálculo avanzado que resuelven muchos problemas matemáticos diferentes, al menos para un gran número de casos.

Pero volvamos otra vez a la cuestión inicial de si dar respuestas correctas es suficiente muestra de comportamiento inteligente. Si un sistema resuelve integrales mediante el uso de reglas tales como la regla de integración por partes, que son otra vez reglas que podemos aplicar analizando de forma sintáctica la entrada, ¿podemos decir que el sistema es inteligente si realmente no sabe ni lo que es una integral? Es interesante observar que esta pregunta que hacemos aquí para este sistema particular, la podemos relacionar con la que se plantea el filósofo John Searle en 1980 en su experimento mental de la *chinese room* (Searle, 1980)⁴.

Por otro lado, está claro que un sistema de IA que sólo responde a preguntas sobre integrales, no pasaría el test de Turing, ya que ante cualquier pregunta de un tipo diferente el sistema simplemente daría un mensaje de error. Pero es que se trata de un sistema de IA con un objetivo diferente. Pretende ser un sistema experto en un problema concreto, no ser capaz de hablar de todo. Desde el punto de vista de usos de la IA en la sociedad, podemos decir que hace ya tiempo que existen sistemas de IA para resolver problemas concretos de forma eficiente, y que no nos preocupamos mucho de si la forma de hacerlo se parece o no a como lo hacen las personas.

4. Sistemas de IA conexionista

4.1. Un ejemplo sencillo

Los sistemas de IA conexionista se basan en crear un sistema que resuelve un problema complejo a partir de la interconexión de componentes sencillos. Cada uno de esos componentes, de forma aislada, realiza funciones muy simples, pero es al conectarlos cuando conseguimos llevar a cabo funciones más complejas. Podemos decir que su

³ <https://www.wolfram.com/mathematica/>

⁴ <https://plato.stanford.edu/entries/chinese-room/>

representante más extendido son los modelos de redes neuronales artificiales, que se han acabado usando para resolver problemas de tipos muy diversos.

Como ejemplo sencillo, supongamos que tenemos la siguiente información sobre el precio (en miles de euros) de una serie de pisos juntamente con sus características:

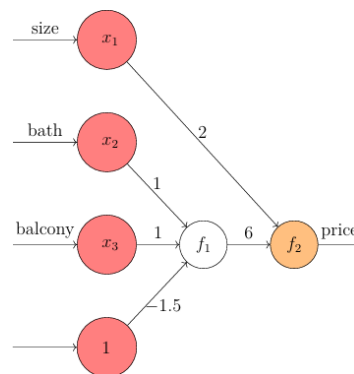
Figura 4: Ejemplo de datos de precios y características de pisos.

tamaño	baños ≥ 2	balcones ≥ 1	precio
20	1 (true)	0 (false)	40
30	0 (false)	1 (true)	60
60	1 (true)	1 (true)	126
100	1 (true)	1 (true)	206

Fuente: Elaboración propia.

Las características que muestra la tabla son: tamaño, si tiene al menos 2 baños (atributo booleano), si tiene al menos un balcón (atributo booleano) y finalmente el precio. A continuación, mostramos una representación gráfica de una red neuronal artificial que es capaz de calcular el valor del precio a partir de los otros atributos del piso:

Figura 5: Representación gráfica de una red neuronal artificial.



Fuente: Elaboración propia.

Como en cualquier red neuronal artificial, tenemos unidades que forman la capa de entrada, que son los nodos de color rojo en la figura. También tenemos nodos en capas intermedias (en este caso sólo el nodo con etiqueta f1) y nodos en la capa de salida (el nodo con etiqueta f2). Una red neuronal artificial como esta, funciona por etapas. En primer lugar, el nodo con etiqueta f1 calcula el siguiente valor a partir de los tres nodos que tiene conectados como entradas. En particular, este nodo devuelve el valor 1 si la suma de sus entradas multiplicadas por los pesos en sus conexiones ($1 * x_2 + 1 * x_3 + (-1.5) * 1$) es mayor que 0, y devuelve el valor 0 en caso contrario. O, dicho de otra forma, si $x_2 + x_3$ es mayor o igual a dos.

Por tanto, el nodo f1 se encarga de identificar si el piso cumple que tiene al menos dos baños y al menos un balcón. Finalmente, el nodo f2 combina esta respuesta del nodo f1 (de valor igual a 1 o 0 pero multiplicado por el peso de la conexión entre f1 y f2) con el valor del nodo x1 (tamaño) multiplicado por el peso de la conexión entre x1 y f2 para dar el valor del precio del piso:

$$f_2 = 2x_1 + 6f_1$$

Podemos comprobar que este valor final corresponde efectivamente con el valor del precio para los pisos de la tabla que hemos presentado. Pero, evidentemente, eso no quiere decir que esta red neuronal tan simple sea útil para predecir el precio de cualquier piso real. Sin embargo, es tan simple que es fácil de explicar lo que hace, y además resulta que lo que hace parece tener sentido para nosotros. Muy bien, pero se trata de un modelo creado a mano, no con técnicas de IA. Para problemas más complejos que no sabemos resolver con modelos creados a mano, los modelos de redes neuronales que los resuelven se crean (o aprenden) mediante métodos automáticos a partir de los datos del problema que queremos ser capaces de resolver.

Es importante tener una mínima idea de cómo se lleva a cabo este proceso de construcción de los modelos, ya que forma parte de las técnicas de aprendizaje automático o *machine learning* tal y como se refieren más comúnmente en las noticias cuando hablan de sistemas de IA. Conocer un poco este proceso es crucial si queremos tener la mínima posibilidad de poder compararlo con cómo aprenden las personas, cosa que puede ser importante en el futuro a la hora de evaluar la confianza que podemos depositar en estos sistemas. El proceso de aprendizaje (o construcción) de un modelo como el que hemos visto en este ejemplo empieza por crear un modelo con tantas unidades en las capas de entrada y salida como sean necesarias para nuestro problema particular. Después, decidimos cuántas capas intermedias de unidades queremos tener. Una vez tenemos todas las unidades organizadas por capas, efectuamos las conexiones, normalmente sólo entre unidades de capas consecutivas. Pero el peso de todas estas conexiones se fija al principio con valores al azar. Evidentemente, fijando las conexiones con valores al azar no vamos a crear un modelo que dé respuestas correctas para nuestro problema. Es entonces cuando tenemos que poner en marcha el siguiente algoritmo de aprendizaje para ir modificando los pesos de estas conexiones hasta conseguir un modelo satisfactorio:

1. Calculamos el error de nuestra red neuronal actual a la hora de dar respuesta a nuestro conjunto de preguntas (como las de la tabla del ejemplo del piso). Tenemos que hacerlo mediante alguna función de error que calcula la diferencia entre la respuesta que da la red neuronal y la respuesta correcta. Esto lo hacemos para todas las preguntas de nuestra tabla.
2. Mientras el error no sea cero para todas las preguntas, o no sea suficientemente bajo, ejecutamos los siguientes pasos para encontrar una red neuronal mejor:
 - i) Calculamos, para el peso de cada conexión de la red, un valor que nos permite saber si tenemos que aumentar o disminuir el valor de ese peso para mejorar el error⁵.
 - ii) Modificamos cada peso en función de ese valor calculado.
 - iii) Volvemos a calcular el error de la red neuronal modificada.

Este algoritmo que hemos descrito es una versión simplificada del llamado algoritmo de retropropagación, y se trata de un algoritmo ya clásico que se encuentra descrito en libros de texto estándar sobre inteligencia artificial desde hace ya varios años. Sin embargo, avances recientes en ciertas arquitecturas paralelas de cómputo, que permiten calcular de forma masiva gradientes para modelos de gran tamaño, han permitido en los

⁵ Técnicamente, ese valor se calcula a partir de un concepto llamado el gradiente del error respecto al conjunto de pesos de la red.

últimos años experimentar con redes neuronales de tamaño varios órdenes de magnitud más grande que lo que hasta la fecha era factible. Pero no se ha avanzado realmente mucho en la forma de aprender las redes, sólo en lo rápido que podemos ejecutar ese algoritmo de aprendizaje con redes neuronales de gran tamaño.

Un aspecto importante de este algoritmo de aprendizaje, y de otras variantes parecidas como el algoritmo Adam (Kingma & Ba, 2015), es que no hay ningún control sobre el error que tendrá nuestro modelo final ante preguntas que no se encontraban en la tabla de datos usada para aprender el modelo. Dicho de otra forma, que el aprendizaje devuelva un modelo final con un error muy bajo, no quiere decir que será un modelo igual de bueno ante preguntas distintas de las usadas para aprender. En el contexto del aprendizaje automático, cuando esto ocurre decimos que el sistema no generaliza correctamente. En general, cuantos más datos tengamos en nuestra tabla de casos para el aprendizaje, y más representativos sean, más robusto tenderá a ser el aprendizaje. Pero no existe realmente una forma totalmente satisfactoria de controlar y detectar esta situación indeseable en los sistemas obtenidos mediante aprendizaje automático.

4.2. Clasificación de imágenes

Podemos decir que el primer ejemplo de éxito reciente con redes neuronales artificiales de gran tamaño (con cerca de 60 millones de conexiones) se consiguió hace unos años en el problema de la clasificación automática de imágenes (Krizhevsky et al., 2012). En estos problemas, la red neuronal recibe en su entrada el conjunto de puntos de la imagen (los colores de cada punto), y la respuesta final de la red será a qué clase pertenece la imagen, dentro de un conjunto preestablecido de categorías. En este caso, los datos que usaremos para el algoritmo de aprendizaje serán imágenes juntamente con su clase correcta. Por ejemplo, empresas como Google pueden emplear estos sistemas para detectar automáticamente ciertas cosas en las imágenes, como por ejemplo si la imagen contiene o no un gato, cosa muy útil para sus servicios de búsqueda.

Pero el problema de estos sistemas de reconocimiento de imágenes es que incluso después de usar muchas imágenes durante el aprendizaje, es posible que cometan fallos en situaciones que nos podrían parecer muy simples. Que no podamos estar seguros de qué errores cometerá un sistema de IA de este tipo ante ciertas preguntas que no ha visto nunca, puede ser un problema grave en muchos contextos, tal y como discutiremos al final del artículo. En experimentos sencillos de creación de estos sistemas, es fácil crear un sistema que parece diferenciar bien fotos de gatos de fotos de perros, pero sólo después de haber aprendido con cientos de fotos de las dos clases. Sin embargo, ese mismo sistema, al ser puesto delante de un dibujo de un perro o de un gato veremos que puede pasar a cometer muchos más errores de los que podría cometer un niño pequeño que diferencia mucho mejor perros de gatos sin llegar a necesitar ver tantos ejemplos. Estas diferencias en el rendimiento pueden ser indicadores de que la forma de aprendizaje de estos sistemas de IA puede ser muy diferente del aprendizaje que tiene lugar en los seres humanos.

4.3. ChatGPT, o conversando sobre cualquier cosa

Uno de los avances recientes más significativos en modelos de IA conexionista ha sido en el desarrollo de sistemas para la traducción automática de idiomas, basados en redes neuronales profundas de varias capas (Wu et al., 2016). En un sistema de este tipo creado para traducir de un idioma fuente a uno objetivo, se codifica el texto de la pregunta como

una secuencia de números y la respuesta que obtenemos es otra secuencia de números, que representa el texto original traducido al idioma objetivo.

La idea es que estos sistemas resuelven un problema concreto, donde tanto la 20 entrada como la salida queremos que sean formuladas con lenguaje natural, en algún idioma de interés. Pero para cada problema de traducción, tenemos que aprender un sistema particular. Con el objetivo de avanzar en la creación más rápida de sistemas que pudieran resolver diferentes problemas, pero todos basados en el uso del lenguaje natural, aparecieron los llamados modelos *generativos pre entrenados* (GPT) (Radford et al., 2018; Radford et al., 2019; Brown et al., 2020; OpenAI, 2023). La idea es la siguiente. Primero aprendemos un modelo de red neuronal que es capaz de dar respuestas a preguntas de una gran cantidad de temas, pero sin ser realmente un experto en ningún campo concreto. Podríamos decir que el objetivo es aprender un modelo que es capaz de hablar de todo un poco. Pero realmente, es bastante difícil definir cuando un modelo de este tipo es suficientemente bueno, porque su calidad como *conversador general* va a depender mucho de la calidad de los textos empleados durante el aprendizaje ⁶. Una vez tenemos un modelo genérico preentrenado, iniciamos una segunda fase de aprendizaje donde ahora usamos sólo textos con preguntas/respuestas del tema específico que nos interesa. Por ejemplo, preguntas/respuestas sobre biología celular, para crear un sistema que responda de forma acertada a preguntas de ese dominio.

Aunque los modelos de la familia GPT (de los que nace el famoso ChatGPT) se crearon con ese objetivo, lo cierto es que a partir del modelo GPT3, se dieron ya cuenta de que habían conseguido crear un sistema que era capaz de contestar de forma acertada a una gran cantidad de preguntas de diversos temas, y al ofrecer al público general la primera versión de ChatGPT, mucha gente ha llegado a tener la sensación de que estábamos delante de un sistema totalmente diferente a lo anterior. Pero lo cierto es que lo que es verdaderamente revolucionario es que el modelo GPT3.5, respecto al anterior GPT3, representa un salto descomunal en el tamaño de la red neuronal. El modelo GPT3.5 que es la base de chatGPT, tiene cerca de 175000 millones de parámetros (pesos ajustables en sus conexiones). Con ese tamaño, necesitamos una memoria de unos 400 Gbytes para guardar el modelo de GPT3.5. Sin embargo, desde el punto de vista de *su arquitectura*, GPT 3.5 no difiere en gran cosa de GPT3 ni de GPT2, siendo la principal diferencia su tamaño y la cantidad de datos con los que han aprendido los modelos. Pero si hacemos pruebas con un modelo GPT2 ⁷, veremos que su comportamiento no se parece en nada al de ChatGPT. Por tanto, un mayor tamaño y haber aprendido con más datos parece ser la principal diferencia ⁸.

Bien, pero al igual que el autor de Eliza nos explicaba en su artículo que al explicar lo que había dentro del sistema la magia parecía desaparecer, vamos a intentar aquí hacer algo parecido con los modelos GPT. Aunque vamos a ver que no es tan sencillo en este caso entender como es capaz de dar respuestas tan buenas en muchos casos. Primero, es importante entender que un modelo GPT define realmente un modelo de predicción de la palabra siguiente más probable para añadir a nuestra pregunta. Es decir, teniendo en

⁶ Y entonces la pregunta que surge es: ¿Hay alguna forma objetiva de medir la calidad de un texto?

⁷ Por ejemplo, usando la implementación de <https://github.com/karpathy/nanoGPT>

⁸ Siendo más precisos, la primera versión de ChatGPT mejora el modelo de GPT3.5 empleando una técnica adicional de aprendizaje llamada *Reinforcement Learning with Human Feedback*: <https://arxiv.org/abs/1909.08593>

cuenta la cantidad de textos que el modelo GPT usará durante el aprendizaje, aprenderá que cuando se le presenta una pregunta como por ejemplo esta:

¿Quién descubrió América?

La siguiente palabra más probable y que daría como respuesta sería: *Cristóbal* (si GPT ha aprendido con textos donde Cristóbal Colon era la respuesta más común). Entonces, GPT nos podrá devolver la siguiente palabra de la respuesta (Colon), si el modelo se vuelve a ejecutar añadiendo la primera respuesta a la pregunta inicial, creando una nueva pregunta:

¿Quién descubrió América? Cristóbal

y entonces si todo va bien, la siguiente palabra más probable sería *Colon*. A este tipo de modelos, que permiten acabar dando respuestas de cualquier longitud, se les llama modelos autorregresivos. Por tanto, un modelo GPT es realmente un modelo creado para devolver una única palabra como respuesta a una pregunta que es una secuencia de palabras, pero usándolo como modelo autorregresivo podemos acabar teniendo respuestas de mayor longitud.

Esta es una descripción simplificada de lo que hace un modelo GPT para llegar a dar la respuesta de la siguiente palabra más probable para completar nuestra frase de entrada:

1. En la capa de entrada, tenemos diferentes unidades, una por cada palabra ⁹ de la frase que representa nuestra pregunta. El número de unidades en esa capa de entrada representa la longitud de la pregunta más larga que puede atender. Por ejemplo, en GPT3 ese número es 2048.
2. A continuación, cada una de esas palabras se transforma en la siguiente capa en un vector de varias dimensiones. Esta codificación de palabras en vectores de varias dimensiones se hace para intentar dotar a las palabras de información /significado suficiente para que en las siguientes operaciones de comparación /transformación de las palabras tengamos información suficiente para poder relacionar correctamente las palabras. Pero no hay forma de saber qué información exacta representa cada una de esas dimensiones de los vectores que se aprenden para las palabras durante el proceso de aprendizaje de un modelo GPT.
3. En la siguiente capa, tiene lugar un proceso de comparación de una palabra con las anteriores de la secuencia, que obtiene como resultado de esta capa un vector por cada palabra que representa como de relacionada está esa palabra con todas las anteriores. Este proceso de cálculo de relaciones se ejecuta por una unidad llamada *attention block* (nosotros la llamaremos relacionador). La relación exacta que calcula esa unidad dependerá de los pesos de sus conexiones internas. Por tanto, para ser capaces de calcular diferentes relaciones entre las palabras, en esta capa tendremos un cierto número de relacionadores, de forma que cada uno se especialice en calcular un tipo de relación diferente ¹⁰. Como tenemos varios relacionadores diferentes, tendríamos varios de esos vectores por palabra. Así que lo que se hace es concatenarlos. Con eso obtenemos por cada palabra un único vector (pero más grande) que de alguna forma resume como de relacionada está esa palabra con las anteriores según diferentes tipos de relaciones.

⁹ Realmente divide las palabras en subpalabras, llamadas tokens, de forma que le facilita poder codificar palabras de diversos idiomas.

¹⁰ En GPT 3 el número de bloques relacionadores diferentes por cada capa es de 96.

4. Pero si GPT funcionara sólo con una única capa como la anterior (que básicamente calcula relaciones entre parejas de palabras), no sería capaz de dar respuestas muy buenas. Por tanto, para ser capaces de calcular relaciones más complejas, lo que se hace es repetir la capa anterior varias veces. Una capa de relacionadores que tiene como entrada la salida de una capa anterior de relacionadores hace lo siguiente. Hemos dicho que la primera capa de relacionadores devuelve por cada palabra un único vector que resume como de relacionada está esa palabra con las anteriores según diferentes tipos de relaciones. Entonces, en la siguiente capa de relacionadores cada relacionador calculará una relación entre uno de esos vectores y los anteriores, según diferentes tipos de relaciones representadas por un nuevo conjunto de relacionadores. Podemos interpretar entonces que la segunda capa de relacionadores calculará relaciones más complejas entre palabras, ya que dos vectores resultados de la capa anterior tienen información de parejas diferentes de palabras. Por tanto, al compararlos podemos decir que estaremos calculando relaciones entre grupos mayores de palabras. Al repetir este proceso de capas de relacionadores varias veces, podemos interpretar que las relaciones que se calculan en cada capa cada vez serán más complejas, desde el punto de vista del número de palabras involucradas.
5. Finalmente, cuando nos encontramos ya con la salida de la última capa de relacionadores, usamos los vectores finales de esa salida como entrada para una última capa de unidades que tiene como salida el conjunto total de tokens (subpalabras) del vocabulario considerado ¹¹. El objetivo de esta capa final es calcular, para cada token del vocabulario, un número que será directamente proporcional a la probabilidad de que ese token sea la respuesta más probable a la pregunta que tenemos que responder: el siguiente token que tendría que venir a continuación del texto de entrada que hemos puesto en la capa de entrada. Dicho de otra forma, la capa final calculará información que usaremos para generar una distribución de probabilidad, condicionada a la pregunta actual, sobre el conjunto de respuestas posibles.

Con esto tenemos una idea de la cantidad de trabajo que hace un modelo GPT para llegar a calcular la siguiente palabra (token) más probable a dar como respuesta. Pero todos esos relacionadores de todas esas capas que hemos explicado funcionan con ciertos pesos en sus conexiones que tenemos que ajustar durante un proceso de aprendizaje para que lleguen a representar relaciones útiles para aprender un buen modelo GPT y tener un buen *conversador general*.

En el caso particular de GPT3, el aprendizaje se ha realizado generando muchas parejas de textos tipo: (texto de entrada, siguiente palabra) tomando textos de tipos muy diferentes. En total, la cantidad de palabras contenidas en todos los textos usados es de aproximadamente 300000 millones de palabras ¹². Es importante tener en cuenta que la mayor parte de ese texto se ha tomado de páginas web de internet, aunque también se ha tomado texto de colecciones de libros o de artículos de la Wikipedia. Hay dos problemas fundamentales a la hora de generar un conjunto de datos tan grande de este tipo para el aprendizaje de un modelo GPT:

¹¹ En GPT 3 el vocabulario contiene más de 50000 tokens diferentes.

¹² Podemos estimar que una persona que se pasara toda su vida leyendo, se quedaría muy lejos de la cantidad de palabras que ha leído GPT3.

1. No necesariamente todo lo que aparece en esos textos usados durante el aprendizaje contiene información correcta (especialmente los que viene de páginas web genéricas). Y no es nada fácil intentar llevar a cabo un proceso de limpieza para eliminar errores.
2. De forma global, partes de esos textos pueden provocar situaciones de inconsistencia. Es decir, que para preguntas equivalentes podamos tener respuestas diferentes y contradictorias.

El segundo problema es especialmente grave, porque, aunque GPT nos devuelva por defecto la respuesta más probable, al repetir una misma pregunta escrita de forma diferente nos podemos encontrar que la respuesta más probable sea diferente y contradictoria con la anterior. La cuestión es que incluso después de aprender con una cantidad tan ingente de datos, la forma de aprender que hemos explicado anteriormente no nos asegura que GPT no cometerá errores importantes en sus respuestas.

Pero está claro que modelos como ChatGPT pueden de ser de gran ayuda en muchos contextos, si los usamos con la precaución suficiente. Por ejemplo, permiten ser usados para generar respuestas diversas a una misma pregunta (opción que ChatGPT ofrece). Esto se consigue de forma fácil, teniendo en cuenta que la distribución de probabilidad condicionada que genera puede usarse de esta forma, en lugar de tomar siempre la respuesta más probable. En ese sentido podemos decir que estos modelos pueden ser de gran ayuda a la hora de generar ideas potenciales para ciertos problemas en los que nos encontremos sin opciones, o simplemente como creadores de letras de canciones o de cuentos. Por otro lado, estos modelos se están usando con gran éxito a la hora de ayudar a programadores a generar ciertas partes de un programa (escrito en algún lenguaje informático), que se encuentran frecuentemente en muchos programas en contextos similares, a partir de una pregunta en lenguaje natural.

Como último comentario sobre ChatGPT, es interesante compararlo con Eliza. Podemos decir que claramente Eliza no se preocupa de entender nuestras preguntas, lo que le preocupa es dar respuestas que puedan dar la sensación de comprensión de la pregunta y que inciten al usuario a seguir conversando. Pero Eliza no intentaba ser un chat de conversación con conocimiento real de diversos temas sobre los que ser capaz de hablar. En cambio, por la forma de aprender el modelo de ChatGPT tenemos un sistema donde además de que las respuestas puedan ser sintácticamente correctas, al haberse usado conocimiento real para aprenderlas, también puede estar dando respuestas correctas en muchos casos, o incorrectas, pero muy imaginativas en otros casos. Pero claro, eso no quiere decir que podamos deducir que ChatGPT *entiende* realmente nuestras preguntas. Aunque esto nos lleva a una pregunta parecida a la que se hacía Turing: ¿qué quiere decir entender algo? Es interesante analizar que, aunque ChatGPT pueda estar dando respuestas correctas para muchas preguntas, e incluso podamos decir que muchas personas al interactuar con ChatGPT puedan llegar a creer que hablan con una persona, realmente es difícil comparar su inteligencia con la de los seres humanos. Esto está llevando a un campo de investigación importante: el de como evaluar las capacidades de estos sistemas de IA (Biever, 2023): ¿podemos evaluarlos simplemente con las mismas pruebas que usamos para las personas?

5. Beneficios y riesgos de los sistemas de IA

Dejando a un lado sistemas tales como Eliza, u otros que tengan como única intención dar la sensación de comportamiento inteligente, está claro que hoy en día los sistemas de

IA creados para resolver problemas concretos son y van a ser cada vez más beneficiosos para la sociedad. Existen contextos industriales donde el uso de robots cada vez más sofisticados ayudarán a salvar vidas humanas o minimizar los riesgos de trabajos peligrosos. Pero hoy por hoy, para poder medir si un sistema de IA hace bien su trabajo es necesario tener una forma objetiva de poder medir sus resultados. Y eso no siempre es fácil. Por ejemplo, un sistema de IA para control eficiente de un sistema de climatización de un edificio, si tenemos criterios objetivos de confort y ahorro energético que podamos medir, podrá ser fácilmente auditado y corregido en caso de un comportamiento deficiente. Pero vayamos ahora al campo de los bots de conversación. Incluso un bot de conversación que se deje en marcha con la simple intención de distraer o dar compañía a las personas puede crear situaciones de verdadero peligro. En el año 2021, un bot de conversación de una empresa, después de entablar conversación con una persona con problemas mentales, acabó animando a esa persona a perseguir sus sueños. El problema es que parece que una parte de los sueños que la persona había confesado al bot era matar a la reina de Inglaterra (Singleton et al., 2023). Como vemos, el no *entender* realmente lo que la persona explica a un bot puede ser un problema potencial, si la persona llega a confiar en la máquina.

En el campo de la educación, los sistemas de IA pueden ser un formidable aliado durante el aprendizaje. Pero antes de caer en el abuso de estos sistemas, sería conveniente tener en cuenta que, si su forma de *pensar* podría ser diferente de la de los humanos, aprender usando fuertemente estos sistemas de IA podría tener consecuencias difíciles de anticipar en el aprendizaje de las personas. Por ejemplo, sistemas como *Mathematica* tienen estrategias de resolución para problemas como el de las integrales que son formidables, y que pueden llegar a resolver problemas complejos en relativamente pocos pasos. Pero si una persona, en su etapa inicial de aprendizaje de la resolución del problema, usa casi exclusivamente estos sistemas de IA para aprender, ¿realmente será bueno para que él desarrolle sus propias estrategias de resolución? Está claro que estos sistemas, usados en la industria para resolver esos problemas de la forma más rápida posible, representan un avance formidable, porque en ese caso el objetivo es resolver los problemas de forma rápida y sin errores (en cuyo caso ya no es aconsejable usar sistemas conexionistas tipo ChatGPT). Pero durante el aprendizaje humano, tenemos que ser más cautos a la hora de evaluar las capacidades de un sistema de IA empleado como un tutor o profesor. Y respecto a los posibles efectos del abuso de IAs generativas tales como ChatGPT, también surgen dudas respecto a sus efectos durante el aprendizaje. No parece nada claro que durante las etapas del aprendizaje donde se tiene que desarrollar la capacidad de expresión oral y escrita, sea muy adecuado abusar de ChatGPT. Y esto es algo que podemos pensar tanto si consideramos que ChatGPT escribe bien, como si pensamos lo contrario. Pero puede ser especialmente preocupante si además tenemos sospechas sobre la calidad de los textos que produce, dejando ya a un lado incluso la cuestión sobre la veracidad de la información que nos presenta. De hecho, muchos profesores se enfrentan ya al problema del uso excesivo de ChatGPT por parte de los alumnos para preparar trabajos escritos ¹³. Pero la cuestión de si tecnologías como ChatGPT podrían ayudar en la enseñanza es algo que también muchos educadores se han empezado a plantear ¹⁴. ¿Podemos realmente usar IAs generativas, similares a ChatGPT pero quizás adaptadas, para ayudar al alumno en diferentes etapas del aprendizaje?

¹³ <https://www.nea.org/nea-today/all-news-articles/chatgpt-enters-classroom-teachers-weigh-pros-and-cons>

¹⁴ <https://www.technologyreview.com/2023/04/06/1071059/chatgpt-change-not-destroy-education-openai/>

Dependerá de las capacidades que seamos capaces de medir de forma objetiva de esas IAs. Es importante hacer notar que una IA como ChatGPT es propiedad de una empresa privada (OpenAI) y que, por tanto, pueden decidir modificar en cualquier momento según sus intereses, lo que ofrece otro inconveniente a la hora de usarla como herramienta para ayuda en el aprendizaje. Si quieren ser usadas en instituciones de enseñanza, esas instituciones deberían tener un control total sobre esas herramientas y sus capacidades.

Una ventaja clara que tienen hoy por hoy los sistemas de IA simbólica basados en conjuntos de reglas es que es posible entender como llegan a dar sus respuestas. Esto tiene varias ventajas. En primer lugar, si queremos usar esa IA como una ayuda al aprendizaje, la IA podrá explicar su razonamiento. Por otro lado, una IA basada en reglas puede ser modificada para que según las circunstancias sólo utilice ciertas reglas para intentar dar una respuesta. En el ejemplo de un sistema para resolver integrales, supongamos un estudiante que justo empieza a aprender. En ese caso podría no ser deseable que el sistema use ciertas reglas de integración que suponemos de un nivel más avanzado. Por tanto, los sistemas basados en reglas tienen la ventaja de que pueden ser configurados para ofrecer diferentes comportamientos adaptados a usos diferentes. En cambio, en los sistemas de IA conexionista esto no es posible, y de hecho los sistemas basados en redes neuronales artificiales reciben el calificativo de sistemas de caja negra (Editorial, 2023). Es decir, que no sabemos explicar cómo llegan a dar sus respuestas, o no al menos de una forma que podamos explicar de forma natural a una persona. De hecho, existe hoy en día una importante actividad investigadora en IA en el tema de la *IA explicable* (Marques-Silva & Huang, 2024; Marques-Silva, 2024), que se centra en desarrollar métodos para que podamos ser capaces de entender cómo una IA llega a dar sus respuestas para cualquier pregunta. Y la cuestión de que los sistemas de IA puedan ser capaces de explicar sus respuestas, es un tema que incluso entra de lleno en los objetivos de una norma europea que intentará regular los usos de la IA (European Commission, 2024). En este sentido, puede ser relevante una última propuesta de OpenAI ¹⁵, que se basa en crear modelos con una base como la de ChatGPT, pero orientados a dar respuestas que son “respuestas encadenadas”, y que de alguna forma podrían ser más adecuados para ciertas tareas.

Y dejando ya el campo de la educación, existen dominios, como el de los sistemas de armas basadas en IA donde muchos investigadores están de acuerdo en que el riesgo es demasiado grande para dar autonomía completa a esos sistemas ¹⁶, tal como podemos comprobar en noticias recientes (McKernan & Davies, 2024). La ausencia total, o el no poder medirlo, de *sentido común* en un sistema de IA, no es algo que sea deseable en un sistema que deba tomar decisiones tan trascendentales durante una guerra. Por tanto, la sociedad en conjunto debería ser exigente respecto a las capacidades de los sistemas de IA que dejamos a cargo de tareas importantes.

6. Agradecimientos

Este artículo es parte de los resultados del proyecto PID2022-139835NB-C22 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE. El trabajo también ha sido financiado por la Generalitat de Catalunya en el marco de grupos de investigación consolidados (2021 SGR 01615).

¹⁵ <https://openai.com/index/learning-to-reason-with-llms/>

¹⁶ <https://www.stopkillerrobots.org/es/noticias/declaración-histórica-adoptada-en-la-conferencia-de-caricom/>

7. Bibliografía

- Biever, C. (2023). ChatGPT broke the Turing test — the race is on for new ways to assess AI. *Nature*, 619(7971), 686–689. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-02361-7>
- Brown, T., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J. D., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D., Wu, J., Winter, C., Hesse, C., Chen, M., Sigler, E., Litwin, M., Gray, S., Chess, B., Clark, J., Berner, C., McCandlish, S., Radford, A., Sutskever, I., & Amodei, D. (2020). Language models are few-shot learners. In H. Larochelle, M. Ranzato, R. Hadsell, M. Balcan, & H. Lin (Eds.), *Advances in Neural Information Processing Systems* (Vol. 33, pp. 1877–1901). Curran Associates, Inc.
- Editorial. (2023). ChatGPT is a black box: How AI research can break it open. *Nature*, 619(7971), 671–672. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-02366-2>
- European Commission. (2024). *Artificial intelligence act*. Recuperado de <https://tinyurl.com/yj2zv67w>
- Kingma, D. P., & Ba, J. (2015). Adam: A method for stochastic optimization. In Y. Bengio & Y. LeCun (Eds.), *3rd International Conference on Learning Representations, ICLR 2015, San Diego, CA, USA, May 7–9, 2015, Conference Track Proceedings*.
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. In P. L. Bartlett, F. C. N. Pereira, C. J. C. Burges, L. Bottou, & K. Q. Weinberger (Eds.), *Advances in Neural Information Processing Systems 25: 26th Annual Conference on Neural Information Processing Systems 2012* (pp. 1106–1114).
- Levesque, H. J. (2014). On our best behaviour. *Artificial Intelligence*, 212, 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2014.03.007>
- Marques-Silva, J. (2024). Logic-based explainability: Past, present & future. *arXiv*. Recuperado de <https://arxiv.org/abs/2406.11873>
- Marques-Silva, J., & Huang, X. (2024). Explainability is not a game. *Communications of the ACM*, 67(7), 66–75. <https://doi.org/10.1145/3595745>
- McKernan, B., & Davies, H. (2024, Noviembre 27). Israel emplea la IA en la masacre en Gaza y el combate con Hamás: “Hemos matado a gente con un daño colateral de dos o tres dígitos”. *ElDiario.es*.
- OpenAI. (2023). GPT-4 technical report. *CoRR*, abs/2303.08774. Recuperado de <https://arxiv.org/abs/2303.08774>
- Radford, A., Narasimhan, K., Salimans, T., & Sutskever, I. (2018). Improving language understanding by generative pre-training. Recuperado de <https://openai.com/index/language-unsupervised/>

- Radford, A., Wu, J., Child, R., Luan, D., Amodei, D., & Sutskever, I. (2019). Language models are unsupervised multitask learners. Recuperado de <https://openai.com/index/better-language-models/>
- Richardson, D. (1969). Some undecidable problems involving elementary functions of a real variable. *Journal of Symbolic Logic*, 33(4), 514–520. <https://doi.org/10.2307/2271358>
- Searle, J. R. (1980). Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, 3(3), 417–424. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00005756>
- Singleton, T., Gerken, T., & McMahon, L. (2023). How a chatbot encouraged a man who wanted to kill the queen. *BBC News*.
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433–460. <http://www.jstor.org/stable/2251299>
- Weizenbaum, J. (1966). ELIZA—A computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM*, 9(1), 36–45. <https://doi.org/10.1145/365153.365168>
- Wu, Y., Schuster, M., Chen, Z., Le, Q. V., Norouzi, M., Macherey, W., Krikun, M., Cao, Y., Gao, Q., Macherey, K., Klingner, J., Shah, A., Johnson, M., Liu, X., Ł. Kaiser, Gouws, S., Kato, Y., Kudo, T., Kazawa, H., Stevens, K., Kurian, G., Patil, N., Wang, W., Young, C., Smith, J., Riesa, J., Rudnick, A., Vinyals, O., Corrado, G., Hughes, M., & Dean, J. (2016). Google’s neural machine translation system: Bridging the gap between human and machine translation. *CoRR*, [abs/1609.08144](https://arxiv.org/abs/1609.08144). <https://arxiv.org/abs/1609.08144>

2. EDUCAR PARA LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UN ENFOQUE EN PERSPECTIVA

Francisco Bellas
Universidade da Coruña

1. El contexto actual de la IA

El avance vertiginoso de la informática en los últimos 30 años nos ha llevado desde los primeros ordenadores personales con aplicaciones para cálculo, creación de documentos y almacenamiento de información, a disponer actualmente de diferentes tipos de dispositivos con comunicación global permanente y con multitud de herramientas que resuelven tareas cada vez más sofisticadas. En este contexto, surge la siguiente pregunta, ¿qué diferencia a la Inteligencia Artificial (IA) de estas herramientas y tecnologías? ¿Qué la hace tan especial para ocupar tanta atención y crear tanta alarma?

Para responder a esta cuestión, podemos partir de la definición de Inteligencia Artificial (IA) que nos proporciona el Consejo de Europa (2024):

Conjunto de ciencias, teorías y técnicas cuya finalidad es reproducir mediante una máquina las capacidades cognitivas de un ser humano. Los desarrollos actuales aspiran a poder confiar a una máquina tareas complejas antes delegadas en un humano (Consejo de Europa, 2024).

Como vemos, la IA aspira a resolver problemas complejos a los que nos enfrentamos los humanos. Esto no es concretar demasiado, por lo que, debemos analizar de qué tipos de problemas estamos hablando si queremos diferenciar la IA de otras tecnologías digitales. Sin entrar en detalles técnicos sobre cómo lograrlo, podemos encontrar tres grandes áreas de aplicación de la IA actual:

1. *Identificación de patrones en grandes conjuntos de datos:* esta es, hoy en día, la principal aplicación de los métodos de IA que, sacando provecho de la alta capacidad de cálculo de los ordenadores, de la gran cantidad de información digitalizada de la que se dispone y de los avances en el área del aprendizaje automático, son capaces de crear modelos computacionales que permiten identificar patrones en la información contenida en los datos. Estos patrones se utilizan para realizar predicciones, dar recomendaciones y realizar clasificaciones en problemas complejos. El tipo de aplicaciones que se puede resolver con esta capacidad de la IA es enorme, desde la creación de lenguaje con los nuevos LLMs, pasando por el descubrimiento de nuevos fármacos y tratamientos médicos, hasta la propuesta de enfoques a gran escala para resolver problemas globales de la sociedad, como los que plantean los ODS de las Naciones Unidas.

2. *Toma de decisiones compleja*: la IA posee ya algoritmos de razonamiento avanzados que permiten resolver problemas en los que la toma de decisión depende de muchas variables, en los cuales el proceso de búsqueda es complejo para el humano. Unimos la capacidad de predicción anterior con la de razonamiento sobre dicha predicción, abriendo así un sinfín de nuevas aplicaciones. A modo de ejemplo, podemos mencionar la creación de rutas de aprendizaje personalizadas para los estudiantes, la planificación de tareas en una industria, la gestión de recursos en una situación de emergencia, o la organización de tareas en un equipo de personas multidisciplinar.
3. *Sistemas físicos*: aunque nos encontramos en la era de la IA generativa y, por tanto, vemos la IA como una herramienta software más, debemos comprender que este es un campo mucho más amplio, y su impacto será mucho mayor cuando se aplique a la resolución de problemas del mundo físico. Es decir, si pensamos que las técnicas que dan soporte a los dos puntos anteriores se pueden aplicar en sistemas de IA que habitan el entorno real, el tipo de problemas complejos que podemos afrontar se dispara. Por ejemplo, estamos hablando de transporte autónomo (coches, trenes, barcos), de robots para el cuidado de personas mayores, de explotaciones agrícolas totalmente automatizadas, de drones aéreos para tareas de rescate, de robots móviles de limpieza en hospitales, de sistemas quirúrgicos autónomos, y otros.

El estado de madurez actual de la IA no permite afrontar con garantías los tipos de problemas anteriores de manera general, pero está siendo implantada ya con éxito en aquellos en los que su impacto está más controlado. Poco a poco, iremos viendo la IA en más entornos, sobre todo en los que requieran soluciones repetitivas y fácilmente automatizables, y también en otros de alta prioridad, que supongan actualmente un riesgo para el humano. Pero, evidentemente, el mercado tecnológico es muy potente, por lo que la IA avanzará más en las áreas que den un mayor rendimiento económico (Espina-Romero, 2023; Verbeek, 2021).

En cualquier caso, *los sistemas basados en IA tienen como principal característica que están diseñados para poder suplantar al humano en la toma de decisiones*. Esta es, por tanto, la gran diferencia con otras herramientas y tecnologías digitales, diseñadas con un objetivo más específico y con una capacidad de decisión acotada.

Una vez comprendido el alcance de la IA, nos podemos imaginar el gran impacto que puede tener para el avance individual y social en los próximos años, pero también la multitud de dudas que plantea esta tecnología si no se utiliza adecuadamente. Por tanto, el primer paso en la implantación global de la IA debe ser crear un marco legal, y el segundo, desarrollar sistemas inteligentes “beneficiosos” dentro de este marco. Así, debemos analizar su impacto a nivel ético, con actitud crítica y poniendo al ser humano y su dignidad en el centro del discurso (European Commission, 2019). Tras este análisis, es necesario legislar adecuadamente la IA, primero hacia los desarrolladores, para establecer una regulación sobre las herramientas que crean y su transparencia, y después hacia los usuarios, para delimitar la responsabilidad propia al utilizarlas. A este respecto, la Comisión Europea ha publicado recientemente la primera versión de la Ley de IA (European Commission, 2024), consensuada por los estados miembros tras una fase intensa de análisis ético y crítico de la tecnología, y que supone un hito de gran relevancia en el campo.

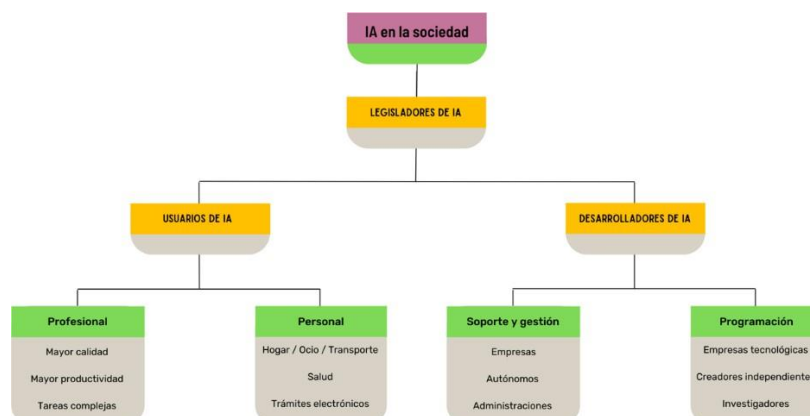
El contexto actual de la IA se puede comparar con el de la automoción a principios del siglo XX (Wikipedia, 2024). Los automóviles fueron una tecnología disruptiva, con grandes posibilidades pero que planteaba numerosas dudas a nivel de seguridad para la población. Fue, por tanto, necesario desarrollar infraestructuras y reglamentos para acotar su uso, preservando la integridad de los seres humanos por encima de todo. Y fue esta legislación la que permitió a los fabricantes de automóviles conocer las “reglas del juego”, a partir de las cuales pudieron desarrollar sus productos. El impacto social que ha tenido la automoción es evidente, y es importante aprender de esta historia cómo una tecnología novedosa, y potencialmente peligrosa, puede ser beneficiosa si se regula adecuadamente. Pero es igual de importante revisar el pasado para comprender que no debemos ser excesivamente estrictos con la legislación de una idea incipiente, ya que esto puede limitar en exceso a los creadores e impedir el avance de la tecnología (Open Letter, 2024).

2. A quién impacta la IA y qué debemos hacer al respecto

La Figura 1 muestra un esquema que nos ayudará a establecer un enfoque en perspectiva sobre el impacto social de la IA en el corto plazo. De manera simplificada, podemos considerar tres grandes segmentos de población: los legisladores, los desarrolladores y los usuarios. El primero de ellos ya se comentó en el apartado anterior, y engloba todos los profesionales e instituciones relacionadas con la regulación de la IA, incluyendo, no solo las involucradas en su definición, sino también las que lo estarán en su seguimiento futuro, como la AESIA en el caso de España (Moncloa, 2024). En este primer nivel podemos incluir la necesidad de disponer de una “policía de la IA” en el futuro, que vele por el cumplimiento de las leyes una vez establecidas.

Al abrigo de esta capa superior, la IA nos afectará a nivel de usuarios (rama izquierda de la Figura 1) o de desarrolladores (rama derecha de la Figura 1). Por un lado, todos seremos usuarios de herramientas y sistemas basados en IA, en el ámbito profesional y en el personal. A nivel profesional, se utilizará la IA en los sectores público y privado para aumentar la calidad del trabajo, la productividad o para resolver tareas complejas como las explicadas en el apartado anterior. A nivel personal, utilizaremos diferentes aplicaciones inteligentes en las actividades diarias, relacionadas con el ocio, la salud o los trámites administrativos, ya que nos simplificarán dichas actividades y nos apoyarán en la toma de decisiones cotidiana.

Figura 1: Esquema simple que muestra los principales segmentos de la sociedad que se verán afectados por la IA en el corto plazo. Los ejemplos que se muestran en el nivel inferior (cajas verdes) son ilustrativos.



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, será necesario un mayor número de desarrolladores de IA para dar soporte a los usuarios. De forma general, tendremos empresas e instituciones que requerirán de personal formado a nivel técnico para la utilización y mantenimiento de los sistemas de IA, de manera similar a lo que ocurre actualmente con los sistemas informáticos. Y también tendremos empresas, creadores independientes e investigadores que programarán nuevas herramientas y funcionalidades en este campo.

Una vez que comprendemos el gran impacto social que tendrá la IA, y a quién afectará, debemos reflexionar sobre qué pasos dar para su implantación segura. El primero es, sin lugar a duda, *educar en IA*. Tanto para ser usuarios como desarrolladores de la IA, debemos formarnos adecuadamente. Esto es algo obvio en el caso de los desarrolladores, que deben tener conocimientos técnicos para poder crear o reparar sistemas de IA. Pero a nivel de usuario no está tan clara esta necesidad y, de hecho, en el mundo de la tecnología digital no es la práctica más extendida. En muchas ocasiones no sabemos completamente cómo funciona una herramienta o aplicación digital, ni si la podríamos utilizar mejor, pero lo damos por válido mientras nos resuelva un problema específico. El propio hecho de que las asignaturas sobre educación digital sigan siendo, hoy en día, materias opcionales en la mayor parte de los sistemas educativos oficiales de los países europeos, da una idea de hasta qué punto no tenemos clara, como sociedad, la necesidad de comprender bien la tecnología a nivel de usuario.

Pero la IA presenta, como se explicó anteriormente, una característica diferenciadora en este marco de educación digital: puede tomar decisiones complejas por nosotros. Aparte de que estas decisiones pueden ser incorrectas desde un punto de vista funcional, también pueden serlo desde un punto de vista ético, moral y legal. Es decir, podemos perder el control sobre la repercusión de utilizar una herramienta de IA. Por tanto, es fundamental que conozcamos las implicaciones del uso de la IA y cómo lograr que este sea lo más beneficioso y fiable posible. Debemos comprender qué es y cómo funciona, y en qué se basa para hacer predicciones o dar recomendaciones.

El respeto por la dignidad humana y el pensamiento crítico son dos conceptos fundamentales cuando hablamos de la educación en IA (Holmes, 2022a). Las consideraciones alrededor de estos conceptos no son evidentes en el marco de una nueva tecnología digital, por lo que la convivencia con la IA se irá definiendo con los años. Pero debemos tener claro que la educación formal en las bases de la IA con una perspectiva técnica y humana, que se asiente sobre estos dos principios, es fundamental para nuestro avance como sociedad en los próximos años.

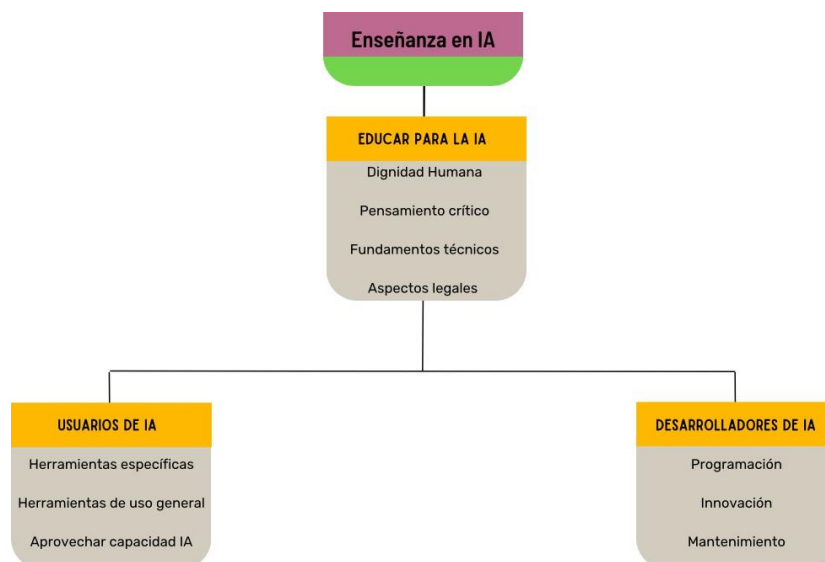
3. La IA en la educación

El campo de la IA aplicado a la educación tiene más de 40 años de historia (Williamson, 2020). Pero hay que destacar que su origen es tecnológico, no educativo, es decir, se ha estudiado principalmente la aplicación de algoritmos y métodos de IA en la enseñanza y el aprendizaje, viendo a los educadores y estudiantes como el usuario final. Con la aparición de la IA generativa, este campo ha sufrido un gran auge, ya que el impacto en la educación de herramientas como ChatGPT (OpenAI, 2024) es evidente, y se han abierto numerosas líneas de investigación centradas en su efecto sobre el aprendizaje y la enseñanza (Unesco, 2023; Farrokhnia, 2023). *La educación con IA* es, en consecuencia, un área de gran relevancia en el campo de la IA, que involucra no solo a

investigadores, educadores y desarrolladores, sino también a los responsables de las políticas educativas (Miao, 2021).

El presente capítulo no se dedica a la *educación con IA*, para ello podemos encontrar otros más adecuados en el presente volumen. Aquí nos centraremos en la *educación en IA*, un área más reciente dentro de este campo, en la cual el objetivo es formar a los estudiantes en las bases de esta tecnología, buscando alcanzar un nivel de conocimiento básico en toda la población en el medio plazo. Si analizamos de nuevo la Figura 1 anterior, podemos ver que la *educación en IA* afecta a dos tipos de destinatarios diferentes: usuarios y desarrolladores. Es decir, estudiantes que requieran aprender a usar herramientas concretas de IA para su trabajo o para sus tareas diarias, y otros que requieran conocimientos técnicos más profundos para trabajar como “ingenieros de la IA”. Aunque este planteamiento en dos niveles ha venido funcionando en la enseñanza de la informática y otras tecnologías digitales, no es válido para la IA, ya que no se basa en la enseñanza de los dos principios que se establecieron antes como fundamentales: respeto por la dignidad humana y pensamiento crítico.

Figura 2: Esquema conceptual de la organización de la enseñanza en IA, con una etapa de educación para la IA previa a su utilización como usuarios o desarrolladores.



Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, la enseñanza en IA requiere de un modelo organizativo similar al que se representa en la Figura 2, con un primer nivel de aprendizaje dedicado a *Educación para la IA*. Esta etapa, previa a las otras dos, se contempló por primera vez en el trabajo de investigadores como Wayne Holmes (2022b), y se profundizó en la misma en el informe del grupo de trabajo sobre IA en la educación del European Digital Education Hub (European Commission, 2023) Educar para la IA implica conocer el impacto de esta tecnología a nivel ético, con el objetivo de que los estudiantes comprendan las repercusiones que puede tener sobre ellos y sobre terceros el utilizar sistemas de IA para la toma de decisión. Estos conocimientos fomentan la actitud crítica y priorizan la dignidad y autonomía humanas.

Además, en esta etapa educativa previa, se debe proporcionar una visión general de la IA, estableciendo los fundamentos técnicos con una perspectiva introductoria pero formal. Veremos un ejemplo concreto de cómo se puede lograr esto en el apartado 6, pero

de manera general, dicha visión debe ser global y respetuosa con la historia del campo. No puede estar centrada en técnicas o aplicaciones en auge, como el aprendizaje profundo o la IA generativa. Asimismo, la educación para la IA debe incluir casos de uso concretos que permitan a los estudiantes tener una visión práctica y realista de la aplicación de estas tecnologías en la sociedad. Y sobre estos casos de uso es sobre los que se deberían trabajar los aspectos legales de la IA, de manera clara y comprensible, algo fundamental para potenciar un uso responsable de la misma.

Tras este nivel de formación general sobre la IA, los estudiantes ya estarán preparados para ser usuarios informados, a nivel profesional y personal, y podrán centrarse en aprender cómo sacar el máximo provecho de las herramientas conociendo sus limitaciones. Asimismo, estarán preparados para ser desarrolladores de IA, con un matiz especialmente valioso en este caso, y es que serán futuros creadores de IA con un sustrato de visión crítica y ética. En consecuencia, podrán ser más conscientes de los riesgos de los sistemas que desarrollen, y podrán incrementar su explicabilidad y transparencia (Khosravi, 2022).

Avanzar en una educación para la IA implica abordar, en el corto plazo, dos tareas de gran complejidad: la formación de los docentes y la integración en los planes de estudio.

3.1. Formación de los docentes

Es evidente que, para poder enseñar en IA con una perspectiva amplia, tanto técnica como ética, es necesario afrontar la formación de los actuales docentes, ya que la mayoría son profanos en esta nueva tecnología. Aparte de la complejidad organizativa, es importante que se lleve a cabo atendiendo a qué competencias deben adquirir los estudiantes en IA y, en consecuencia, definiendo qué competencias y conocimientos deben poseer los docentes. Existen ya iniciativas educativas que establecen las unas y las otras, pero sigue siendo un trabajo en progreso debido a que el campo sigue en pleno desarrollo y a que la experiencia práctica en el aula es aún escasa (Cukurova, 2024). En concreto, podemos destacar los marcos competenciales recientemente publicados por la UNESCO (2024), que son una referencia global y amplia, pero muy valiosa para que las administraciones nacionales creen sus marcos propios. Estos marcos no son exclusivos de una etapa educativa, ya que se presentan estructurados en varios niveles de progresión, lo cual permite su adaptación a diferentes requerimientos. Es importante destacar que, mientras que el marco para estudiantes cubre las competencias para usar, desarrollar y aprender con herramientas de IA, el marco para docentes se fundamenta en las competencias para enseñar con herramientas de IA. Es decir, el documento de la UNESCO para docentes no es de aplicación directa en el ámbito concreto de este capítulo, porque no se centra en la educación en IA, sino en la educación con IA.

Las competencias necesarias para educar en IA se han definido ya en otros países como China o Estados Unidos (Unesco, 2022), pero están todavía en desarrollo a nivel europeo. Se enmarcaron de manera inicial dentro del Plan de Acción de Educación Digital 21-27 (European Commission, 2020) como parte de las competencias digitales avanzadas de los docentes y estudiantes. Pero la experiencia lograda en estos años ha puesto de manifiesto que es necesario ampliar este enfoque de educación digital ya que la IA va más allá de un aprendizaje puramente técnico, por lo que puede ser necesario un plan específico de educación en IA (TeachAI, 2024). Mientras este no llega, una referencia de gran relevancia es el marco europeo DigComp (Vuorikari, 2022), que en su última versión 2.2

incluye más de 80 ejemplos de conocimientos, habilidades y actitudes relacionados con la interacción de la ciudadanía con los sistemas de IA.

El informe del grupo de trabajo sobre IA en la educación del European Digital Education Hub (European Commission, 2023), incluye un resumen de las competencias de DigComp 2.2 pero adaptadas para los docentes, siendo la referencia más específica hasta el momento en el contexto de este capítulo. Se incluyen en el informe competencias sobre alfabetización en el uso de datos digitales, seguridad, creación de contenido digital y resolución de problemas. Dicho informe también propone competencias para enseñar sobre IA, que se podrían incluir como parte de las anteriores al ser necesarias para afrontar la formación sobre los fundamentos técnicos de la IA. Entre ellas se menciona el pensamiento computacional, la estadística y la probabilidad, los fundamentos de programación y otras habilidades STEM.

Aunque existen iniciativas destacables para dar una formación en IA a los docentes (AI4T, 2024) (AI101, 2024), estas son todavía incipientes, no están basadas en los últimos marcos competenciales y su aplicación en el aula es aún escasa (Sperling, 2023). La realidad es que se necesita avanzar con urgencia en la creación de planes de formación docentes adaptados a las particularidades de cada sistema educativo. Una de las razones por las cuales esta no es una tarea sencilla es por la falta de una organización educativa clara para la IA, como se detalla más en el siguiente apartado.

3.2. Integración en los planes de estudio

¿Quién debe enseñar en IA? ¿En qué niveles? ¿Se debe hacer mediante asignaturas específicas o de manera integrada con otras? Estas son preguntas de gran calado que las administraciones educativas deben responder en los próximos años. El caso de la educación superior es especial, ya que las universidades tienen una gran libertad de acción, por lo que no es sencillo ir mucho más allá de dar indicaciones generales sobre la idoneidad de una formación para la IA previa a otra más específica. Pero el mercado laboral está requiriendo ya profesionales con conocimientos y habilidades en este campo, por lo que los tiempos de respuesta de este nivel educativo deben ser cortos. En consecuencia, los contenidos propios de la educación para la IA deben ser integrados, por ahora, como parte de formaciones más específicas.

Es la educación preuniversitaria la que más se ve afectada por una enseñanza para la IA, primero por manejar plazos más dilatados que permiten este enfoque de aprendizaje progresivo, y segundo porque está dirigida a las generaciones que se verán afectadas de forma más directa por la IA. Son estos planes de estudio preuniversitarios los que deben buscar un encaje adecuado a los dos niveles mostrados en la Figura 2. Por un lado, es obvio que, la educación para la IA es previa a la formación de usuarios o desarrolladores, por lo que debe afrontarse en etapas educativas iniciales. Que se comience en la educación primaria o en la secundaria, es un debate aún por resolver. Por otro lado, ya que la IA impactará a múltiples disciplinas, parece ideal que se enseñe de una forma integrada en varias materias. Pero en este caso, el número de docentes que deben ser formados será mayor, muchos de ellos sin una base técnica apropiada, y la organización de los planes de estudio será también más compleja. Si se enseña mediante asignaturas dedicadas, estas deben ser de carácter obligatorio, para evitar que unos estudiantes puedan estar mejor preparados para los niveles educativos superiores, y deben estar claramente definidos los conocimientos previos que requieren.

No existe, hoy en día, un consenso sobre la forma ideal de organizar la educación para la IA. Es evidente que cada región tiene unas características singulares, y no parece razonable buscar un modelo único a nivel mundial, pero sí existe esta inquietud a nivel europeo, con el objetivo de tener una población adecuadamente formada a medio plazo en los estados miembros (European Commission, 2021). En el caso de España, las diferentes comunidades autónomas hacen uso de libertad en materia educativa para implantar la IA en sus planes de estudio, y ya existen planes piloto en algunas de ellas (Galicia, 2024; GVA, 2024), pero sigue siendo un tema en pleno desarrollo. Cuando la hoja de ruta de la educación en IA esté clara y estructurada, podremos afrontar la formación de los docentes implicados, y podremos generar materiales educativos adaptados a los niveles y enfoques.

Con el objetivo de contextualizar de forma más concreta el estado actual de la educación en IA, el siguiente apartado se centra en proporcionar una visión actualizada de los avances en alfabetizaciones de IA a nivel mundial.

4. Alfabetizaciones de IA

Aunque la alfabetización se ha concebido tradicionalmente como la capacidad de leer y escribir, en el ámbito que aquí nos ocupa se refiere al conocimiento y habilidades necesarios para comprender y utilizar la IA de manera efectiva. Más específicamente, “la alfabetización en IA es el conjunto de competencias que permite a las personas evaluar críticamente las tecnologías de IA; comunicarse y colaborar de manera efectiva con IA; y usar la IA como una herramienta en línea, en el hogar y en el lugar de trabajo” (Long & Magerko, 2020). En la revisión del estado del arte sobre alfabetizaciones de IA realizada por Ng et al. (2021), se conceptualiza de forma similar este concepto emergente de “alfabetización en IA”, buscando establecer una base teórica sólida para definir, enseñar y evaluar dicha alfabetización, y se pretende establecer las bases para futuras investigaciones, como la competencia, los criterios de desarrollo y evaluación.

La necesidad de desarrollar a corto plazo una alfabetización en IA se enfatiza en el informe de UNICEF (2021) sobre las políticas de la IA para la infancia, que destaca su participación y aprendizaje en la IA como uno de sus derechos fundamentales. Si queremos desarrollar una sociedad sostenible que proporcione una educación de calidad inclusiva y equitativa, y que promueva oportunidades de aprendizaje permanentes, Schiff (2022) afirma que es fundamental desarrollar una alfabetización en IA formal, fiable y responsable para la población general. Asimismo, en el análisis realizado por este autor, se muestra cómo la educación en IA es ya un tema prioritario a escala internacional, que aparece explícitamente en la mayoría de las estrategias políticas nacionales en esta materia.

De la revisión sistemática realizada por Lee & Kwon (Lee, 2023) sobre la educación en IA en educación secundaria a nivel mundial, los autores concluyen que un aspecto crítico es fomentar una comprensión más profunda de los mecanismos de la IA, y promover el pensamiento crítico, tal y como se comentó anteriormente. Desarrollar planes de estudio de IA adecuados para cada edad, estrategias de enseñanza y herramientas y recursos apropiados que puedan integrarse sin problemas en diversas materias dentro del currículo escolar estándar, es fundamental para el éxito de la educación en IA. Además, reconocen el papel clave de los docentes en la educación en IA, por lo que se deben

proporcionar oportunidades de desarrollo profesional para los docentes que les permitan incluir la IA en sus materias específicas.

Debemos destacar también la revisión sistemática sobre alfabetizaciones de IA en educación secundaria realizada en la Universidad de Santiago de Compostela (Casal-Otero, 2023). Los autores concluyen que Estados Unidos y China están liderando la implementación de dichas alfabetizaciones en IA, con un enfoque amplio en alcance y más ambicioso que, por ejemplo, en Europa. De su análisis, proponen que “la alfabetización en IA debe basarse en un enfoque interdisciplinario y por competencias, e integrarse en el currículo escolar siguiendo un enfoque global, práctico y activo, en el cual el trabajo basado en proyectos y contextualizado juegue un papel importante”. De nuevo, los autores concluyen que la alfabetización en IA debe comenzar por priorizar la competencia de los docentes y su participación en el diseño de propuestas didácticas, junto con pedagogos y expertos en IA.

En un nivel inferior al de la alfabetización, podemos encontrar numerosas iniciativas de desarrollo curricular en IA. La principal diferencia es que estos enfoques se centran en la capacitación en niveles educativos concretos, asumiendo que serán parte de una alfabetización global. Dentro de estas iniciativas, destacamos los proyectos de innovación educativa como los promovidos por el programa Erasmus+ de la UE, que afectan a todos los niveles educativos, líneas de investigación y desarrollo propias de diferentes universidades, iniciativas de instituciones educativas, y productos comerciales de empresas dedicadas a la educación.

A continuación, se revisarán las principales iniciativas de desarrollo de currículos y planes de estudio en IA para niveles específicos, organizadas por etapas educativas preuniversitarias, dejando claro que este es un campo en plena creación, por lo que estas iniciativas podrían ser actualizadas en el futuro cercano. Queda fuera del alcance de este capítulo la etapa universitaria y la formación profesional, ya que el grado de especialización y particularidad de estos niveles no permite una integración sencilla con una formación amplia de base como la que aquí se propone.

4.1. Educación infantil y primaria

En el ámbito de la educación primaria e infantil, son todavía escasas las iniciativas de planes de estudio formales sobre IA. Comentaremos dos a continuación, que son un buen reflejo del trabajo que se está haciendo en esta etapa. El primer ejemplo es el plan curricular conocido como “AI for kids”, diseñado por Yang (2022). Este plan tiene como objetivo resaltar el papel de las tecnologías impulsadas por la IA en la vida diaria y permitir que los niños aprendan sobre la IA utilizando un enfoque basado en proyectos. En términos de sus objetivos educativos, el plan contempla tres metas fundamentales:

1. Reconocer el principio básico del tratamiento de datos de la IA: el proceso de inferir resultados a partir de la información.
2. Comprender y aplicar el principio básico y el proceso de formulación de juicios de la IA, es decir, sintetizar la información e identificar los objetos correlativos según los elementos clave designados.
3. Comprender el concepto de prejuicio y reconocer que la IA comete errores.

Por tanto, ya en etapas iniciativas tempranas, se enfoca la formación básica en IA en tres aspectos singulares: uso de datos, razonamiento e impacto.

Tabla 1: Esquema de un posible diseño curricular de IA para educación primaria.

Conocimientos sobre IA	Habilidades de la IA	Actitudes hacia la IA
K1: Definición y ejemplos de la IA	S1: Utilizar herramientas de IA	A1: Impacto social de la IA
K2: Las cinco grandes ideas en IA	S2: Pensamiento computacional y programación	A2: Colaborar con la IA
K3: Aprendizaje automático	S3: Pensamiento crítico	
K4: Aplicaciones de IA		
K5: Ética de IA		

Fuente: Su & Zhong (2022).

Otro ejemplo destacable es el diseño curricular propuesto por Su y Zhong (2022), con el cual pretenden mejorar las habilidades de pensamiento y resolución de problemas de los niños, que se muestran en la Tabla 1. Como veremos más adelante, estos contenidos son muy similares a los que se irán proponiendo en etapas educativas posteriores, de ahí que el enfoque progresivo que proponen, por ejemplo, los marcos competenciales de UNESCO, sea de gran relevancia en este campo.

4.2. Educación secundaria y bachillerato

Este nivel educativo ha sido mucho más activo en la educación en IA, principalmente porque estos estudiantes ya tienen habilidades digitales y matemáticas adecuadas para un aprendizaje más específico, lo cual permite obtener resultados a más corto plazo. El principal análisis sobre el contenido de los planes de estudio oficiales sobre IA en esta etapa se llevó a cabo en el informe de la UNESCO (2022). Dicho informe revisa las 6 principales iniciativas oficiales de administraciones educativas a la hora de crear planes de estudio de IA, concretamente: Estados Unidos, Qatar, India, Austria, República de Corea y China. Del informe se concluye que la mayoría de estas iniciativas fueron desarrolladas en un plazo de tiempo corto por docentes de informática y expertos en IA, adaptando a la escuela secundaria los contenidos de las materias universitarias y de libros clásicos como el de Russell & Norvig (2021), y no han tenido resultados de aceptación muy positivos, mayormente entre el profesorado. Su principal inconveniente es precisamente que no incorporaron la visión y opinión de los docentes y educadores en la definición curricular (Miao, 2021; Schiff, 2022), por lo que requieren de una revisión profunda en los próximos años.

De todas ellas, la iniciativa más destacable para esta etapa educativa es la estadounidense AI4K12 (2024). Esta tiene tres objetivos principales:

1. Desarrollar pautas nacionales para la educación en IA en secundaria
2. Desarrollar un directorio de recursos seleccionados en línea para facilitar la enseñanza en IA

3. Crear una comunidad de desarrolladores de recursos y herramientas centrados en la IA.

Esta iniciativa ha reunido a expertos de diferentes campos de la informática y la educación desde 2018, con el objetivo de establecer una base sólida para la enseñanza de la IA en la educación preuniversitaria (K-12). A partir del trabajo de estos expertos, se desarrollarán futuros planes de estudios formales con una base sólida a nivel pedagógico y técnico.

Una de las principales aportaciones de AI4K12 ha sido la definición de 5 grandes áreas o ideas que debe ser tratadas en cualquier currículo de IA: percepción, representación y razonamiento, aprendizaje, interacción natural e impacto social. Para cada una de ellas, se establecen guías y recomendaciones de contenidos en función del nivel educativo. Es muy importante destacar el enfoque general de la IA que se plantea en esta iniciativa, basado en el que se ha seguido en el campo desde hace años (Russel & Norvig, 2021) (Poole, 2023), y que plantea los sistemas de IA como agentes inteligentes, es decir, sistemas computacionales que interactúan con el entorno y el humano mediante sensores y actuadores, ya sean reales o virtuales (Bellas, 2023). Como veremos, estas 5 ideas de la IA han sido la base de la mayoría de las propuestas curriculares posteriores, tal vez matizadas recientemente por el gran auge de la IA generativa (UNESCO, 2023).

A nivel de iniciativas privadas, o de instituciones no oficiales, podemos encontrar planes de estudio para la educación en IA más avanzados, y adaptados al estado actual del campo. En este ámbito, podemos destacar 6 iniciativas.

En primer lugar, el proyecto ISTE (International Society for Technology in Education), que trabaja en la creación de estándares y pautas para integrar la IA en el currículo escolar, capacitar a los educadores, investigar mejores prácticas y fomentar la colaboración entre profesionales en el campo de la IA. Su objetivo es empoderar a los educadores para que utilicen de manera efectiva las tecnologías de IA en el aula y asegurar que los estudiantes adquieran habilidades en el uso ético y responsable (ISTE, 2024).

Otra de las organizaciones destacables en este ámbito es Code.org, que busca promover la educación en IA mediante la creación de recursos y programas educativos gratuitos. Su enfoque se centra en hacer que la IA sea accesible y comprensible para todos los estudiantes, independientemente de su nivel de conocimiento previo. A través de lecciones interactivas, actividades prácticas y proyectos, busca enseñar conceptos fundamentales de la IA, como el aprendizaje automático y la toma de decisiones basada en datos. Su objetivo es que los estudiantes puedan explorar y experimentar con la IA de manera práctica mediante la programación (Code.org, 2024).

La iniciativa Day of AI tiene como objetivo fomentar la conciencia y la comprensión de la IA a través de la organización de eventos y actividades a nivel mundial. Durante esta jornada dedicada a la IA, se llevan a cabo conferencias, talleres y charlas educativas que permiten a las personas explorar los conceptos y aplicaciones de la IA. Además, Day of AI cuenta ya con un currículo completo diseñado para diferentes edades que está en continua evolución (Day of AI, 2024).

Elements of AI (2024), es un programa educativo que ofrece dos cursos en línea gratuitos sobre IA: Introducción a la IA y Construyendo IA. Diseñados en colaboración con la Universidad de Helsinki, los cursos están disponibles para cualquier persona

interesada en aprender los fundamentos de la IA, sin necesidad de tener experiencia previa en programación o matemáticas avanzadas, y sin necesidad de seguir una formación reglada. Es, en este sentido, una iniciativa más abierta a la población general.

Otra de las iniciativas más actualizadas es AI4ALL (2024), que tiene disponible un currículo abierto de IA. Esta se centra en proporcionar oportunidades de educación y experiencia en IA a estudiantes subrepresentados, como mujeres, minorías étnicas y personas de bajos recursos económicos. A través de programas educativos, becas y mentorías, AI4ALL ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades en IA, promoviendo así una mayor diversidad en la industria y garantizando que las voces y perspectivas diversas estén presentes en el desarrollo y la aplicación de la IA.

Finalmente, cabe mencionar la iniciativa europea AI4T (2024), un proyecto Erasmus+ K3 diseñado por Francia, Eslovenia, Italia, Irlanda y Luxemburgo dirigido a docentes y líderes escolares, con un enfoque STEM en la creación de materiales educativos. El principal resultado de este proyecto ha sido un libro abierto sobre los fundamentos de la IA para docentes, traducido ya a varios idiomas. Aunque es una iniciativa realmente loable por su enfoque integrador de diferentes profesionales, se centra en la educación con IA, es decir, en capacitar a los docentes para usar la IA.

5. Contenidos curriculares necesarios al educar para la IA

Según el informe de la UNESCO (2022), un estudiante que ha cursado un plan de estudios completo de IA debería haber trabajado las siguientes nueve áreas temáticas: (1) algoritmos y programación; (2) alfabetización informática; (3) resolución de problemas contextuales; (4) ética de la IA; (5) implicaciones sociales de la IA; (6) aplicaciones de la IA a otros ámbitos; (7) comprensión y uso de técnicas de IA; (8) comprensión y uso de tecnologías de IA; y (9) desarrollo de la IA. La UNESCO considera que los fundamentos de la IA que abarcan las áreas (1), (2) y (3) anteriores, deben ser la base de la mayoría de los planes de estudios y representar una media combinada del 41% del tiempo dedicado. El tiempo restante debe dividirse, casi por igual, entre las áreas (4) y (5), con una media del 24% de las horas, y las áreas (6), (7) y (8), con una media del 25%. Estas recomendaciones no implican que todos los planes de estudio deban contener todas las áreas temáticas, sino que establecen unas prioridades de manera formal. Cada país tiene unas políticas educativas diferentes, y es posible que alguna de esas áreas ya se trabaje en otras materias. Por ejemplo, en muchos casos no será necesario incluir la alfabetización informática o los algoritmos y la programación como parte del componente de la IA, porque están incluidos en planes de estudio de las TIC.

En la Tabla 2 se resumen los principales temas de IA tratados en las iniciativas que se indican en la columna de la izquierda, todas ellas para el nivel de educación secundaria. La tabla incluye, además, la metodología docente utilizada. Estas iniciativas fueron seleccionadas como referentes en el apartado anterior, fundamentalmente por su grado de implantación y formalidad. Es destacable que, de todas ellas, solo *Elements of AI* es una iniciativa europea, siendo las demás originarias de los Estados Unidos.

Como se puede observar en la tabla, todas comparten una serie de contenidos comunes, y luego variaciones específicas. Mayormente, se abordan los temas de percepción, representación y razonamiento, aprendizaje automático, interacción natural con IA y el impacto social de la IA. Esto va acorde con su origen en Estados Unidos, ya que la

mayoría de estas iniciativas siguen las recomendaciones de AI4K12. En términos de metodología, casi todas incorporan actividades prácticas de codificación y programación, así como reflexiones y debates sobre los temas relacionados con el impacto de la IA, pero todas basadas en herramientas digitales, sin ninguna aplicabilidad fuera del dominio del propio ordenador.

Tabla 2: Resumen de contenidos y metodología de los principales planes de estudio sobre IA.

Iniciativa	Contenidos	Metodología
AIK12	Percepción, Representación y razonamiento, Aprendizaje automático, Interacción natural con IA, Impacto social de la IA	Actividades prácticas de codificación y programación. Reflexiones y debates. Uso de herramientas y recursos interactivos.
ISTE	Percepción, Representación y razonamiento, Aprendizaje automático, Interacción natural con IA, Impacto social de la IA	Actividades prácticas grupales. Reflexiones y debates. Uso de herramientas y recursos interactivos.
Elements of AI	Definición y filosofía de AI, Resolución de problemas con AI, Probabilidades y clasificación de Bayes, Aprendizaje automático, Redes neuronales, Predicción e implicaciones sociales de AI	Lecciones teóricas con ejercicios prácticos. Casos de estudio y ejemplos de uso real de la IA. Cuestionarios y ejercicios de evaluación.
code.org	Introducción a los conceptos fundamentales de la IA, Ética y responsabilidad en el uso de la IA, Aprendizaje automático	Actividades prácticas de codificación y programación. Juegos interactivos en línea. Aprendizaje basado en vídeos interactivos.
readyAI	Percepción, Representación y razonamiento, Aprendizaje automático, Interacción natural con IA, Impacto social de la IA	Actividades prácticas de codificación y programación. Proyectos de IA y solución de problemas. Uso de herramientas y recursos interactivos. Reflexiones y debates.

Fuente: Elaboración propia.

Es importante observar cómo la mayoría de las iniciativas anteriores incluyen contenidos sobre aprendizaje automático, pero no de manera exclusiva. Es decir, huyendo de tendencias actuales en la IA, estas iniciativas plantean contenidos más amplios, tocando los temas básicos de esta tecnología desde el enfoque de agente inteligente comentado anteriormente. Esto se observa al incluir la percepción o la interacción natural como temas básicos, ambos directamente relacionados con el entorno en el cual el sistema de IA interactúa. Pueden parecer contenidos alejados de la IA, y más propios de materias de tecnología o robótica, pero es importante destacar que no es así, y que una visión

amplia de la IA debe incluirlos. Asimismo, se contemplan contenidos más avanzados como la representación y el razonamiento, que requieren una base matemática mayor, aunque estos no están presentes en todos los casos. Finalmente, es evidente la relevancia que todas estas iniciativas dan al estudio del impacto de la IA, es decir, a los temas éticos y legales, siendo esta una perspectiva de gran importancia en el marco de este capítulo.

El enfoque que se busca destacar aquí, resumido en la Figura 2, es el que se contempla en la mayoría de los planes de estudios anteriores, pero no de manera estructurada. Es decir, hemos visto que son numerosas las iniciativas que incluyen aspectos éticos y de impacto social de la IA en sus currículos, más allá de los puramente técnicos. Pero también hay muchas otras aproximaciones que plantean la enseñanza de la IA como una rama STEM más, con un enfoque no de usuarios, sino de programadores, e incluyen los aspectos éticos como un tema, no como algo nuclear a todos los contenidos.

6. La asignatura IA para la Sociedad

En este último apartado, se describirá un caso concreto de currículo para una materia centrada en la educación para la IA que se oferta de manera oficial en la educación reglada. Los autores del presente artículo participaron en la creación de este plan, y creemos que proporciona un ejemplo ilustrativo de cómo implantar el enfoque mostrado en la Figura 2 en el corto plazo. La materia que se pasará a describir se denomina “IA para la sociedad” y es optativa en 4º ESO para todos los centros de la comunidad de Galicia desde el curso 2023/24 (Xunta, 2024a). Da respuesta a la medida 4 de la Estrategia Gallega de Inteligencia artificial 2030 (EGIA):

Implementación de la inteligencia artificial en todas las etapas de la enseñanza, abordando su docencia con un enfoque transversal, desde la base del sistema en educación primaria hasta la educación universitaria, incorporando contenidos curriculares específicos en los planes de estudio de las distintas etapas formativas (EGIA, 5 de octubre de 2024, 55).

Y al eje prioritario 2:

Talento y competencias en inteligencia artificial a lo largo de la vida (EGIA, 5 de octubre de 2024, 55).

Mientras se articula la forma de introducir la IA de manera transversal en los planes de estudio desde la educación primaria, esta materia específica da respuesta a la necesidad de formarse en una tecnología digital emergente, pero que está teniendo ya un gran impacto en la sociedad. Y, sobre todo, afronta el problema de dotar a los jóvenes de argumentos para tener una actitud crítica ante estas herramientas, conociendo sus beneficios y riesgos. Es importante destacar que, la comunidad gallega oferta también una materia denominada “Tecnologías Inteligentes”, optativa en 1º de bachillerato, pero con un enfoque más técnico y centrado en la programación de sistemas de IA simples utilizando el lenguaje de programación Python (Xunta, 2024b).

IA para la sociedad está orientada a la adquisición de unas habilidades y conocimientos básicos a nivel de persona usuaria para un empleo responsable de la inteligencia artificial y sus sistemas en la sociedad actual y del futuro, acorde con el enfoque propuesto de educar para la IA. Tiene 4 objetivos básicos:

1. OBJ1. Conocer las áreas que constituyen las bases de la inteligencia artificial, comprendiendo el concepto de agente inteligente, identificar las áreas básicas en él, así como las tecnologías que les dan soporte, favorecer un empleo seguro, responsable y consciente de las herramientas digitales, y evaluar al mismo tiempo su potencialidad y operatividad.
2. OBJ2. Comprender las repercusiones éticas en la sociedad y en el medio ambiente del empleo cotidiano de la inteligencia artificial, reflexionando sobre las amenazas que suponen y también sobre las oportunidades que generan las nuevas tecnologías, haciendo uso de los conocimientos y de las habilidades digitales y aplicando el pensamiento crítico en el proceso de aprendizaje.
3. OBJ3. Manejar y representar conjuntos de datos de forma lógica y razonada analizando críticamente los resultados obtenidos por los modelos y algoritmos y realizando una reflexión continua sobre la huella humana, los sesgos y el control de los sistemas inteligentes.
4. OBJ4. Aplicar herramientas digitales de las tecnologías inteligentes que son transversales a diferentes campos de aplicación de la inteligencia artificial en la sociedad, resolviendo de manera automática problemas concretos del mundo real que implican todas las áreas básicas de la inteligencia artificial.

Para lograr estos objetivos, se contemplan 4 grandes bloques temáticos:

1. ¿Qué es la inteligencia artificial?
 - a. La inteligencia natural y la inteligencia artificial.
 - b. La inteligencia artificial y el entorno: el agente inteligente.
 - c. La inteligencia artificial a lo largo de la historia.
 - d. La inteligencia artificial débil y la inteligencia artificial fuerte.
 - e. Campos de aplicación en la sociedad.
2. El impacto de la inteligencia artificial
 - a. El empleo ético y responsable de la inteligencia artificial.
 - b. Riesgos y oportunidades.
 - c. La inteligencia artificial y sus reglas. Actualidad legislativa.
 - d. La inteligencia artificial para un futuro verde y sostenible.
3. Fundamentos de la inteligencia artificial
 - a. La percepción: sensores y obtención de los datos.
 - b. La actuación: movimiento, visualización y comunicación.
 - c. La representación: simbólica y numérica.
 - d. El razonamiento: algoritmos y resolución de problemas.
 - e. El aprendizaje automático: ciencia de los datos.
 - f. El aprendizaje automático: ajuste de modelos y análisis de los resultados.
4. Tecnologías transversales de la inteligencia artificial
 - a. La interacción natural con la inteligencia artificial.
 - b. Los robots autónomos.
 - c. Los mundos virtuales.
 - d. La inteligencia artificial generativa y predictiva.
 - e. Los recomendadores inteligentes.
 - f. La inteligencia artificial creativa: arte, música y cultura.

El primer bloque se centra en proporcionar a los estudiantes una visión general y actualizada de la IA, incidiendo en su historia y su aplicabilidad real. El segundo analiza el impacto social de la IA y así afronta las dos premisas básicas establecidas anteriormente: dotar a los estudiantes de pensamiento crítico para valorar su dignidad

como ser humano. El tercero es más técnico, y se centra en la explicación de los fundamentos de la IA, con un enfoque similar a la de la iniciativa AI4K12, pero con ciertos matices. El último bloque permite a los estudiantes aplicar los conocimientos de base adquiridos en los bloques anteriores en casos prácticos de uso de la IA.

El enfoque metodológico que se recomienda a los docentes está basado en proyectos, en aprender haciendo, y en la creación de soluciones prácticas. Pero para ello, en muchos casos los estudiantes requerirían conocimientos previos de informática y programación que, aunque básicos, no se pueden asegurar actualmente en este nivel educativo, donde las asignaturas de programación no son obligatorias. Por este motivo, se contempla también la realización de actividades a nivel de usuario, que no requieran programar.

Aunque la distribución horaria en cada bloque puede ser ajustada, una propuesta razonable sería un 10% para el bloque 1, un 20% para el 2, un 30% para el 3, y un 40% para el cuarto, más aplicado. En este cuarto, el profesor podrá seleccionar qué tipo de proyecto quiere realizar, es decir, no es necesario abordar todas las tecnologías transversales a la IA. Es en este cuarto bloque, donde los docentes podrían dedicar tiempo a la IA generativa, si así lo consideran de interés.

La implantación de esta materia durante el curso 2023/24 fue escasa, pero en cambio se ofertaron cursos oficiales de formación para docentes en las ramas tecnológicas, con el objetivo de prepararlos para impartirla. En el actual curso 2024/25 son ya numerosos los centros educativos de la comunidad gallega que ofertan IA para la sociedad, al haber alcanzado un número mínimo de estudiantes matriculados. Es evidente el interés que la materia ha generado, y se entra ahora en una etapa de creación de materiales adaptados y posibles ajustes del plan de estudios.

7. Conclusiones

El principal objetivo de este capítulo ha sido dar recomendaciones, basadas en la evidencia actual, sobre cómo afrontar la educación en Inteligencia Artificial con un enfoque en perspectiva, que permita organizar su enseñanza a medio y largo plazo. Dado el gran impacto que la IA va a tener a nivel social y laboral en los próximos años, este es un tema de gran relevancia, ya que las futuras generaciones deberán estar correctamente capacitadas para sacar el máximo rendimiento a esta tecnología, conociendo también sus riesgos y limitaciones.

Se ha planteado aquí una estructura en dos niveles, el primero más general y centrado en dotar a los estudiantes de unos fundamentos básicos sobre la IA y de pensamiento crítico hacia esta. Una vez cursado, el segundo sería más específico, enfocado hacia el uso de herramientas concretas basadas en IA o hacia conocimientos técnicos para desarrollar IA.

La implantación real de un modelo como este implica que las administraciones educativas afronten dos problemas en el corto plazo: cómo encajar la IA en los actuales planes de estudio y cómo formar a los docentes implicados. Es evidente que los diferentes niveles educativos requieren de aproximaciones específicas, y que existen varias alternativas sobre cómo hacerlo, pero lo realmente relevante es destacar que la alfabetización en IA debe ser una prioridad educativa si no queremos perder el control sobre muchas de nuestras decisiones en el futuro.

8. Bibliografía

- AI101. (2024, 5 de octubre). *AI 101 for teachers*. <https://code.org/ai/pl/101>
- AI4ALL. (2024, 5 de octubre). *Currículo abierto de IA*. <https://ai-4-all.org/resources/>
- AI4K12. (2024, 5 de octubre). *The Artificial Intelligence for K-12 initiative*. <https://ai4k12.org/>
- AI4T. (2024, 5 de octubre). *AI for and by teachers*. <https://www.ai4t.eu>
- Bellas, F., Guerreiro-Santalla, S., Naya, M. & Duro, R. (2023). AI Curriculum for European High Schools: An Embedded Intelligence Approach. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(3), 399–426. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00315-0>
- Casal-Otero, L., Catala, A., & Fernández-Morante, C., Taboada, M., Cabreiro, B. & Barro, S. (2023). AI literacy in K-12: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 10(29). <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7>
- Code.org (5 de octubre de 2024). *Explora la Inteligencia Artificial*. <https://code.org/ai>.
- Council of Europe. (2024, 5 de octubre). *Glossary*. <https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/glossary>.
- Cukurova, M., Kralj, L., Hertz, B. & Saltidou, E. (2024). *Professional Development for Teachers in the Age of AI*. European Schoolnet. Brussels, Belgium.
- Day of AI. (2024, 5 de octubre). *IA para todos*. <https://www.dayofai.org/>.
- Elements of AI. (2024, 5 de octubre). *Curso gratuito de IA en línea*. <https://www.elementsofai.com>
- Espina-Romero, L., Noroño Sánchez, J. G., Gutiérrez Hurtado, H., Dworaczek Conde, H., Solier Castro, Y., Cervera Cajo, L. E., & Rio Corredoira, J. (2023). Which industrial sectors are affected by artificial intelligence? A bibliometric analysis of trends and perspectives. *Sustainability*, 15(16), 12176. <https://doi.org/10.3390/su151612176>
- European Commission: Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology. (2019). *Ethics guidelines for trustworthy AI*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2759/346720>
- European Commission. (2020). Plan de Acción de Educación Digital 2021-2027 <https://education.ec.europa.eu/es/focus-topics/digital-education/action-plan>
- European Commission. (2021). *Coordinated Plan on Artificial Intelligence 2021 Review*. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/coordinated-plan-artificial-intelligence-2021-review>

- European Commission: Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture. (2022). *Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning for educators*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/153756>
- European Commission (2024, 12 de julio), AI Act, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>
- European Commission: European Education and Culture Executive Agency, (2023) AI report – By the European Digital Education Hub’s Squad on artificial intelligence in education, *Publications Office of the European Union*. <https://data.europa.eu/doi/10.2797/828281>
- Farrokhnia, M., Banihashem, S. K., Noroozi, O., & Wals, A. (2023). A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research. *Innovations in Education and Teaching International*, 61(3), 460–474. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2195846>
- Galicia. (2024, 5 de octubre). *Estratexia Galega de Intelixencia Artificial 2030*. https://amtega.xunta.gal/sites/default/files/20210608_estrategia_ia_gl.pdf
- GVA. (2024, 5 de octubre). *Estrategia de IA de la Comunitat Valenciana* <https://presidencia.gva.es/es/web/campanyes/inteligenciaartificialcv>
- Holmes, W., Persson, J., Chounta, I-A, Wasson, B. & Dimitrova, V. (2022a), Artificial Intelligence and Education. A critical view through the lens of human rights, democracy and the rule of law, *Council of Europe Publishing, Strasbourg*. Recuperado de <https://rm.coe.int/1680a956e3>
- Holmes, W., & Tuomi, I. (2022b). State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, 57(4), 542–570. <https://doi.org/10.1111/ejed.12533>
- ISTE. (2024, 5 de octubre). Artificial Intelligence in Education, <https://iste.org/ai>
- Khosravi, H., Buckingham Shum, S., Chen, G., Conati, C., Tsai, Y.-S., Kay, J., Knight, S., Martinez-Maldonado, R., Sadiq, S., & Gašević, D. (2022). Explainable Artificial Intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3(1). <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100074>
- Lee S. J. & Kwon K. (2023) A systematic review of AI education in K-12 classrooms from 2018 to 2023: Topics, strategies, and learning outcomes. *Computers and Education Artificial Intelligence*. 6(1), 100211. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100211>
- Long, D. and Magerko, B. (2020). What is ai literacy? competencies and design considerations. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–16. Association for Computing Machinery.
- Miao, F., Holmes, W. (2021) Artificial Intelligence and Education. Guidance for Policy-makers. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>

- Ng, D., Leung, J., Chu, S., & Qiao, M. (2021). Conceptualizing ai literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2(1), 100041. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>
- Moncloa. (2024, 5 de octubre). AESIA, <https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/transformacion-digital-y-funcion-publica/Documents/2024/190624-Presentación-AESIA-Coruña.pdf>
- OpenAI. (2024, 5 de octubre). ChatGPT Edu. <https://openai.com/index/introducing-chatgpt-edu/>
- Open Letter. (2024, 5 de octubre). Europe needs regulatory certainty on AI, <https://euneedsai.com>
- Poole, D. L., & Mackworth, A. K. (2023). *Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.
- Schiff, D. (2022). Education for AI, not AI for Education: The Role of Education and Ethics in National AI Policy Strategies. *Int J Artif Intell Educ*, 32, 527– 563.
- Sperling, K., McGrath, C., Stenliden, L., Åkerfeldt, A., & Heintz, F. (2023). Mapping AI Literacy in Teacher Education. In *International Symposium on Digital Transformation*. <https://open.lnu.se/index.php/isdt/article/view/3744>
- Su, J. and Zhong, Y. (2022). Artificial intelligence (ai) in early childhood education: Curriculum design and future directions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100072. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100072>
- TeachAI & CSTA. (2024). Guidance on the Future of Computer Science Education in an Age of AI. <https://www.teachai.org/cs>
- UNESCO (2022). Currículos de IA para la enseñanza preescolar, primaria y secundaria: un mapeo de los currículos de IA aprobados por los gobiernos, https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602_spa
- UNESCO (2023), Guidance for generative AI in education and research, <https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research>
- UNESCO (5 de Octubre de 2024). Marcos de competencias de IA para estudiantes y profesores, <https://www.unesco.org/en/digital-education/ai-future-learning/competency-frameworks>
- UNICEF (2021). Policy guidance on AI for children. <https://www.unicef.org/globalinsight/media/2356/file/UNICEF-Global-Insight-policy-guidance-AI-children-2.0-2021.pdf.pdf>

- Verbeek, A. and Lundqvist, M., (2021) Artificial intelligence, blockchain and the future of Europe – How disruptive technologies create opportunities for a green and digital economy – Main report, *Publications Office of the European Union*, <https://data.europa.eu/doi/10.2867/126279>
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes*. *Publications Office of the European Union*. <https://doi.org/10.2760/115376>
- Wikipedia (2024, 5 de octubre). Vehicle regulation. https://en.wikipedia.org/wiki/Vehicle_regulation
- Williamson, B., & Eynon, R. (2020). Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 223–235. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1798995>
- Xunta (2024a, 5 de octubre), Currículo oficial IA para a Sociedade. https://www.edu.xunta.gal/portal/sites/web/files/content_type/learningobject/2023/09/08/f58cde00791509b31276b36b7e233213.pdf
- Xunta (2024b, 5 de octubre), Currículo oficial Tecnoloxías Intelixentes. https://www.edu.xunta.gal/portal/sites/web/files/content_type/learningobject/2023/09/11/0d4dd51b64cf52e84153dfc48b91ec57.pdf
- Yang, W. (2022). Artificial intelligence education for young children: Why, what, and how in curriculum design and implementation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3:100061.

3. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL DESARROLLO SALUDABLE DE LAS ORGANIZACIONES EDUCATIVAS

Òscar Flores-Alarcia
Isabel del Arco
Universitat de Lleida

1. Introducción: definiciones de inteligencia artificial

La Inteligencia Artificial (IA) ha evolucionado significativamente desde sus inicios en la década de 1930. Con Alan Turing como una figura clave en su desarrollo temprano, la IA ha pasado de ser un concepto teórico a una realidad práctica que influye en muchos aspectos de la vida cotidiana. Desde la Conferencia de Dartmouth en 1956, donde se acuñó el término, hasta los avances recientes impulsados por grandes volúmenes de datos y computación avanzada, la IA ha logrado especializarse y automatizar tareas complejas, transformando industrias y prácticas diarias. A pesar de su naturaleza controvertida y las diversas interpretaciones de su definición, la IA continúa siendo un campo de rápido crecimiento y cambio constante.

La definición de inteligencia artificial (IA) proporcionada por la European Commission High-Level Expert Group on Artificial Intelligence (Comisión Europea, 2019), es una visión integral que abarca tanto aspectos teóricos como aplicaciones prácticas. Esta perspectiva destaca la autonomía y la capacidad de adaptación como características clave de los sistemas de IA. En efecto, la IA no se limita a un conjunto de algoritmos o programas informáticos; es una amalgama de tecnologías que, cuando se implementan, pueden percibir su entorno, analizar datos y tomar decisiones para alcanzar objetivos específicos. La IA puede manifestarse en formas puramente digitales, como en el caso de los asistentes virtuales, o puede tener una presencia física, como en los robots o vehículos autónomos. Lo que es más importante, la IA tiene el potencial de aprender y mejorar con el tiempo, lo que permite una evolución continua de sus capacidades y una mayor personalización en sus aplicaciones. Esta definición subraya la importancia de la IA en la transformación de numerosos sectores y su papel en la configuración del futuro de la tecnología y la sociedad.

La inteligencia artificial (IA) ha experimentado un desarrollo significativo en los últimos años, lo que ha llevado a una reevaluación de lo que se considera exclusivamente humano. La capacidad de las IA para aprender y generar nuevos algoritmos de manera autónoma ha desafiado nuestras nociones previas de creatividad y adaptabilidad. La Comisión Europea (Ley de IA de la UE, 2024) reconoce esta evolución y, en su enfoque, adopta una perspectiva amplia y flexible hacia la IA, considerándola no solo como una

herramienta tecnológica, sino como un sistema complejo con el potencial de aportar beneficios en diversos sectores. Sin embargo, también se subraya la importancia de abordar los riesgos asociados, como cuestiones éticas, de privacidad y de seguridad, para garantizar que el desarrollo de la IA se alinee con los valores y normativas sociales. Este enfoque equilibrado es crucial para fomentar una integración responsable de la IA en la sociedad, asegurando que sus ventajas se maximicen mientras se minimizan sus posibles consecuencias negativas.

2. Retos y oportunidades de la IA en la sociedad

La IA está transformando rápidamente nuestra sociedad, ofreciendo innovaciones que pueden mejorar la eficiencia y la calidad de vida. Sin embargo, también plantea desafíos significativos, como la posible pérdida de empleos debido a la automatización y las preocupaciones éticas sobre la privacidad y el sesgo algorítmico. Es crucial abordar estos problemas, asegurando que el desarrollo de la IA respete los derechos humanos y beneficie a todos.

Corvalán (2018) plantea los siguientes aspectos como cruciales para afrontar los retos y oportunidades con ciertas garantías:

- Comprender cómo funciona esta tecnología. Es crucial para su regulación efectiva. Así como las leyes alimentarias y farmacéuticas requieren un conocimiento profundo de sus respectivos campos, la IA demanda una actualización constante debido a su naturaleza evolutiva.
- Considerar el impacto diferenciado de la IA en diversos contextos: mientras que en el entretenimiento puede mejorar la experiencia personal, en áreas como la salud o la justicia, sus predicciones pueden tener consecuencias significativas en la vida de las personas. Por lo tanto, una regulación cuidadosa y específica es indispensable para equilibrar los beneficios y riesgos potenciales.
- La transparencia y la explicabilidad de los algoritmos de inteligencia artificial son fundamentales para garantizar la confianza y la equidad en su aplicación, especialmente en áreas sensibles como los derechos fundamentales. La preocupación por las "cajas negras" en IA refleja la necesidad de desarrollar sistemas que sean no solo precisos, sino también comprensibles para los usuarios finales.
- Esto es crucial para evitar sesgos y discriminación, como se ha observado en algunos sistemas predictivos. Hay que asegurar que la IA actúe de acuerdo con los principios éticos y legales es un desafío que requiere un esfuerzo colaborativo entre desarrolladores, reguladores y la sociedad en general.
- La inteligencia artificial (IA) plantea cuestiones éticas significativas, especialmente en relación con la privacidad y la dignidad humana. La protección de los derechos de propiedad intelectual, como el secreto comercial y las patentes, es fundamental para fomentar la innovación. Sin embargo, cuando los sistemas de IA afectan directamente a los individuos, es crucial equilibrar estos derechos con la transparencia y la responsabilidad. Esto es particularmente relevante en el contexto de la Convención Americana de Derechos Humanos, que subraya la importancia de la libertad de expresión y la necesidad de leyes claras para proteger los derechos y la reputación de las personas.

Torres Cadillo (2023) plantea que la automatización puede mejorar la eficiencia y la productividad, pero también puede llevar a la pérdida de empleos. La protección de datos personales es fundamental en la era digital, y es esencial que las empresas implementen medidas robustas para salvaguardar la privacidad de los trabajadores. Además, es crucial que los algoritmos de selección de personal sean transparentes y justos para evitar cualquier forma de discriminación. Por último, las decisiones laborales automatizadas deben ser supervisadas para garantizar que respeten los derechos y la dignidad de los empleados. La IA tiene el potencial de ser una herramienta valiosa, pero su implementación debe ser gestionada con cuidado y consideración por el impacto humano.

En referencia a los desafíos en el ámbito laboral, la misma autora presenta desafíos significativos que requieren una respuesta proactiva tanto de los trabajadores como de los empleadores:

- La formación continua y la capacitación son esenciales para mantenerse al día con las innovaciones tecnológicas.
- Además, es crucial fomentar un entorno ético y justo en la toma de decisiones automatizadas.
- El desarrollo de habilidades socioemocionales se convierte en un diferenciador clave, ya que la tecnología aún no puede replicar la complejidad de las interacciones humanas.
- Por último, la inversión en capital humano es fundamental para una transición exitosa hacia una mayor automatización, asegurando que los trabajadores no solo sobrevivan, sino que prosperen en este nuevo entorno.

Y sobre los beneficios, la misma Torres Carrillo (2023) apunta:

- La capacidad para automatizar tareas y analizar datos mejora la eficiencia y la toma de decisiones.
- La adaptabilidad, que permite una experiencia laboral personalizada, lo que puede incrementar la satisfacción y el rendimiento.
- La IA también fomenta la innovación y el desarrollo de habilidades tecnológicas avanzadas, preparando a los trabajadores para los desafíos del futuro.
- Por último, contribuye a un entorno de trabajo más seguro, identificando riesgos potenciales y minimizando los accidentes.

Terrones (2018) nos detallan algunos de los principales desafíos y oportunidades de la IA en la sociedad:

Desafíos:

- Desafíos éticos. La IA plantea dilemas éticos relacionados con la privacidad, la discriminación algorítmica, la toma de decisiones autónomas y la responsabilidad moral.
- Desplazamiento laboral. La automatización impulsada por la IA puede afectar a ciertos sectores laborales, lo que requiere una reevaluación de las habilidades necesarias en el mercado laboral.
- Seguridad y privacidad. La recopilación masiva de datos para alimentar los sistemas de IA plantea preocupaciones sobre la seguridad cibernética y la protección de la privacidad de los individuos.

- Sesgos algorítmicos. Los algoritmos de IA pueden reflejar sesgos inherentes a los datos con los que son entrenados, lo que puede resultar en decisiones discriminatorias.
- Impacto en la democracia. La IA puede influir en la manipulación de la información, la creación de burbujas informativas y la polarización política, lo que plantea desafíos para la democracia.
- Oportunidades:
 - Avances en la medicina. La IA puede mejorar el diagnóstico médico, la investigación de enfermedades y la personalización de tratamientos, lo que beneficia a la salud de las personas.
 - Eficiencia en la industria. La automatización de procesos industriales mediante la IA puede aumentar la eficiencia, reducir costos y mejorar la calidad de los productos.
 - Innovación en la educación. La IA puede personalizar la educación, adaptando el aprendizaje a las necesidades individuales de los estudiantes y facilitando el acceso a la educación en línea.
 - Desarrollo sostenible. La IA puede contribuir a la gestión eficiente de recursos naturales, la predicción de desastres naturales y la mitigación del cambio climático.
 - Mejora en la atención al cliente: Los sistemas de IA pueden ofrecer un servicio al cliente más rápido y personalizado, mejorando la experiencia del usuario en diversos sectores.

Para terminar este apartado, ofrecemos otra visión, la de Kaplan y Haenlein (2020), analizando estas cuestiones desde diferentes dimensiones:

- Política: la IA y la robótica puede utilizarse con fines bélicos, mal utilizada puede piratear, manipular e interferir, puede utilizarse para manipular elecciones democráticas o influir en las decisiones colectivas divulgando por ejemplo noticias falsas. Pero de la misma manera la IA puede ayudar en la toma de decisiones.
- Economía: gran parte del debate sobre IA gira en torno a la supresión de puestos laborales (el llamado desempleo tecnológico por John Maynard Keynes) aunque paralelamente se crearán otros nuevos. La IA permitirá gestión de datos, mejores propuestas de márketing, ajustar la producción a la demanda y ello redundará en mayor crecimiento
- Sociedad: una mayor productividad generada por la IA no beneficiará a todos por igual, desembocando en una mayor desigualdad ampliando la brecha económica, social, digital, etc. Además, la IA puede generar aislamiento, ya que el sujeto se relacionaría con robots de quienes recibiría atención. En la parte positiva encontramos en uso de la IA para hacer diagnósticos médicos precisos, para atender a las personas de forma más eficiente.
- Tecnología: el debate que se abre en este caso vuelve a estar sobre los problemas de la brecha digital entre la población más vulnerable, la exclusión social que genera, avanzar hacia la ASI implicará mayor complejidad y es menos entendible por la población. Además, la IA interpreta y aprende de datos que pueden estar sesgados, trasladando y ampliando dichos sesgos entre la población.

- Medio Ambiente: los graves problemas vinculados al cambio climático son retos a los cuales la IA puede ayudar a analizar datos para proyectar soluciones.
- Derecho: es fácil ver que los datos y la IA van de la mano, ello genera desafíos legales relacionados con la privacidad, con el uso fraudulento de datos de la población incluso con el control de estos datos. A ello se suma a quien habría que atribuir los posibles daños generados por la decisión en base a la IA. Será necesaria una regulación que no se centre en la IA en sí misma sino en el almacenamiento y procesamiento de datos de la población, procedimientos para probar algoritmos y garantizar la transparencia.

En definitiva, como hemos podido ver, la inteligencia artificial ofrece retos y oportunidades significativas para la sociedad, pero comprender su funcionamiento es crucial para una regulación efectiva. La IA impacta de manera diversa según el contexto: puede mejorar experiencias en entretenimiento, pero en salud y justicia requiere regulaciones específicas debido a sus posibles consecuencias.

Por otra parte, la literatura también nos dice que la transparencia y explicabilidad de los algoritmos son esenciales para evitar sesgos y discriminación, y que se deben abordar cuestiones éticas relacionadas con la privacidad y la dignidad humana. La automatización puede aumentar la eficiencia y productividad, pero también puede causar pérdida de empleos, destacando la necesidad de proteger datos personales y asegurar la justicia en los algoritmos de selección de personal. La formación continua y el desarrollo de habilidades socioemocionales son vitales para adaptarse a las innovaciones tecnológicas, junto con la inversión en capital humano.

En resumen, la IA presenta desafíos significativos en términos éticos, laborales y sociales, pero también ofrece oportunidades para mejorar la calidad de vida, impulsar la innovación y abordar problemas complejos en diferentes áreas de la sociedad. Lo que está claro es que no se puede frenar el desarrollo de la IA y seguramente pronto ayudará a mejorar nuestras vidas, produciéndose una simbiosis entre la inteligencia humana y la artificial (Bentley et al., 2018; Jarrahi, 2018).

Una vez realizada esta revisión, vamos a proseguir profundizando acerca de la aplicación de la IA en las organizaciones educativas, para descubrir qué elementos nos pueden aportar y en qué otros debemos estar alerta.

3. La IA en el desarrollo de las organizaciones

Las organizaciones no pueden eludir las transformaciones que la IA puede generar en su funcionamiento, ya que estas tecnologías imitan, complementan y/o sustituyen a los humanos en el trabajo (Murray et al., 2021). Analicemos algunas de estas transformaciones:

- Automatización y cambios organizativos: Benbya et al. (2021) argumenta que la IA ofrece nuevas oportunidades de automatización, compromiso, conocimiento e innovación. Al asumir tareas rutinarias, la IA modificará los flujos de información y los roles dentro de la organización. Sergeeva et al. (2020) observaron tales cambios en el sector médico, donde la introducción de robots alteró los roles ocupacionales y los acuerdos de estatus.

- Decisiones basadas en datos: la IA ayuda a los líderes a tomar decisiones más eficientes y personalizadas, mejorando la competitividad (García Herrera, 2020; Bosco, 2020).
- Gestión de los miembros de la organización: Krakowski et al. (2023) sostiene que la IA transformará la gestión organizativa, alterando estructuras de autoridad y esquemas de valoración. Dashkov y Nesterova (2021) y Jarvenpaa y Välikangas (2020) muestran cómo la IA, mediante chatbots antropomórficos y sistemas de gestión, impacta en las relaciones laborales internas y externas.
- Comprensión del entorno: la IA permite una mejor planificación y comprensión de las respuestas del entorno a las acciones organizativas, disminuyendo disfunciones en el aprendizaje organizativo (Pachidi et al., 2016; Benbya et al., 2021).
- Conocimiento basado en evidencias: la IA estimula la innovación, optimiza estrategias y rediseña procesos, mejorando los resultados hacia la excelencia.

Además de estos elementos analizados, los estudios también indican que el uso de la IA en las organizaciones puede tener implicaciones en el bienestar de sus miembros y ello redundar en la configuración de una organización saludable. En este sentido, la IA puede mejorar el bienestar de las organizaciones en varios aspectos (Galindo Ramírez, 2016; Castañeda, 2020; García Herrera, 2020):

- Salud: puede mejorar la salud de los empleados mediante la detección de herramientas en mal estado, emociones, análisis postural, previniendo accidentes y promoviendo el bienestar.
- Productividad: puede optimizar la eficiencia en las tareas, mejorando la seguridad, fomentando la innovación, optimizando los servicios prestados e incrementando la productividad de los empleados.
- Compromiso: puede permitir detectar necesidades de formación y diseñar planes formativos personalizados, lo que aumenta el compromiso de los trabajadores.
- Clima organizacional: puede promover un estilo de vida saludable, facilitando oportunidades para hacer ejercicio, consumir comidas saludables y mejorar la calidad del sueño. Esto contribuye a un entorno de trabajo positivo donde los empleados se sientan valorados.

En definitiva, la IA puede ayudar a las organizaciones a mejorar la eficiencia, la seguridad, la innovación y el servicio, así como a detectar necesidades de formación y mejorar la selección de personal. Además, la IA puede ayudar a las organizaciones a identificar patrones en los datos de rendimiento en tiempo real, hecho que puede ayudar a los líderes en la asignación de tareas y recursos.

No debemos olvidar, antes de cerrar este apartado, de las consideraciones éticas en todo lo que se ha comentado. Las organizaciones deberán garantizar el uso ético que se hace de la IA, teniendo en cuenta principios básicos como pueden ser el de la transparencia, la responsabilidad, la seguridad o la formación (González Arencibia y Martínez Cardero, 2020).

Ya para finalizar el capítulo, nos adentraremos a continuación en las organizaciones educativas, dilucidando qué oportunidades y desafíos puede ofrecer la IA.

4. La IA en el desarrollo de las organizaciones educativas

Hemos analizado en los apartados anteriores como la inteligencia artificial está transformando numerosos sectores de nuestra sociedad. A continuación, vamos a adentrarnos en el ámbito educativo, con el objetivo de dilucidar qué puede ofrecernos la IA en el desarrollo de las organizaciones educativas. Como veremos, esta ofrece múltiples oportunidades para mejorar la eficiencia, personalizar el aprendizaje y optimizar la gestión institucional. Sin embargo, también plantea retos significativos que deben ser abordados con precaución.

Desde nuestro punto de vista, y a la luz de las aportaciones que ofrecen la literatura, la IA en las organizaciones educativas puede ofrecer diversas oportunidades y retos (Díaz Tito et al., 2021; Berrones y Salgado, 2023; Parga García, 2023; Chávez Granizo et al., 2024; Sanz, 2024):

En referencia a las oportunidades, consideramos que podemos destacar:

1. **Personalización del Aprendizaje:** la IA puede adaptar el contenido educativo a las necesidades individuales de cada estudiante, proporcionando recursos y actividades personalizadas. Los sistemas de tutoría inteligente pueden identificar áreas de dificultad y ofrecer apoyo específico, mejorando el rendimiento académico.
2. **Eficiencia Administrativa:** la automatización de tareas administrativas, como la gestión de matrículas, la organización de horarios y el seguimiento del progreso estudiantil, libera tiempo para que los educadores se concentren en la enseñanza y el desarrollo profesional.
3. **Análisis de datos educativos:** la IA facilita el análisis de grandes volúmenes de datos educativos, permitiendo a las instituciones identificar tendencias, predecir resultados y tomar decisiones informadas. Esto puede mejorar la calidad de la enseñanza y la eficiencia operativa.
4. **Innovación Pedagógica:** la IA puede fomentar nuevas metodologías pedagógicas, como el aprendizaje adaptativo, la gamificación y la realidad aumentada, que hacen el aprendizaje más interactivo y atractivo.

En referencia a los retos, destacamos:

1. **Privacidad y seguridad de datos:** la recopilación y análisis de datos personales de estudiantes y educadores plantea riesgos de privacidad y seguridad. Es crucial implementar medidas robustas para proteger estos datos y cumplir con las regulaciones de privacidad.
2. **Desigualdad en el acceso a la tecnología:** no todos los estudiantes y escuelas tienen igual acceso a las tecnologías avanzadas. La brecha digital puede exacerbar las desigualdades educativas, dejando atrás a aquellos con menos recursos.
3. **Sesgos algorítmicos:** los algoritmos de IA pueden perpetuar o amplificar sesgos existentes en los datos con los que son entrenados, lo que puede llevar a decisiones injustas o discriminatorias.

4. **Capacitación y adaptación:** los educadores y administradores necesitan formación continua para utilizar eficazmente las herramientas de IA. La resistencia al cambio y la falta de habilidades tecnológicas pueden dificultar la implementación exitosa.
5. **Costos de implementación:** la adopción de tecnologías de IA puede ser costosa, tanto en términos de adquisición de software y hardware como de capacitación del personal.
6. **Deshumanización del aprendizaje:** la excesiva automatización y el uso de IA pueden reducir la interacción humana, esencial para el desarrollo emocional y social de los estudiantes.
7. **Inversión en infraestructura tecnológica:** asegurar que todas las instituciones tengan acceso a la infraestructura tecnológica necesaria para implementar soluciones de IA.

Es evidente que la inteligencia artificial ofrece un abanico de oportunidades significativas para transformar el ámbito educativo, desde la personalización del aprendizaje hasta la optimización de la gestión institucional. Sin embargo, estos avances vienen acompañados de retos importantes que deben ser considerados cuidadosamente, como la protección de la privacidad, la superación de la brecha digital y la necesidad de una formación continua para docentes y administradores.

El éxito de la implementación de la IA en las organizaciones educativas dependerá de un enfoque equilibrado que maximice los beneficios tecnológicos sin perder de vista el factor humano, esencial en cualquier proceso educativo. A medida que estas tecnologías sigan evolucionando, será crucial que las instituciones educativas adopten estrategias inclusivas y sostenibles para garantizar que todos los estudiantes y profesionales puedan beneficiarse plenamente de los avances de la IA, sin comprometer la equidad ni la calidad de la educación.

5. Conclusiones

Las conclusiones de este artículo subrayan que la Inteligencia Artificial (IA) se ha consolidado como un elemento clave en la transformación de diversos sectores de la sociedad, especialmente en las organizaciones y el ámbito educativo. A medida que las tecnologías de IA avanzan, se amplía el abanico de posibilidades para mejorar la eficiencia, optimizar procesos y personalizar la experiencia tanto de usuarios como de estudiantes. No obstante, estos avances también presentan importantes desafíos.

En primer lugar, es evidente que la integración de la IA en la sociedad requiere una reflexión ética profunda. Las preocupaciones sobre la privacidad, el control de los datos y el impacto en el empleo son aspectos cruciales que las organizaciones deben abordar para garantizar que estas tecnologías se utilicen de manera responsable y equitativa.

En cuanto a las organizaciones, la IA ofrece soluciones innovadoras para la automatización y la toma de decisiones, pero su implementación requiere una adaptación significativa, tanto a nivel técnico como humano. La necesidad de formar a empleados y líderes capaces de gestionar estas tecnologías es fundamental para aprovechar plenamente su potencial.

En el ámbito educativo, la IA tiene el poder de transformar la enseñanza y el aprendizaje. La personalización de contenidos y el análisis de datos en tiempo real permiten una educación más adaptada a las necesidades individuales de los estudiantes. Sin embargo, también es crucial garantizar que los docentes y las instituciones dispongan de las herramientas y la formación adecuada para incorporar estas tecnologías de manera efectiva.

En resumen, la IA representa una oportunidad única para impulsar el progreso en múltiples campos, pero su éxito depende de la capacidad de la sociedad para enfrentar sus retos éticos, técnicos y formativos, asegurando que sus beneficios sean inclusivos y sostenibles.

6. Bibliografía

- Benbya, H., Pachidi, S., & Jarvenpaa, S. (2021). Special issue editorial: Artificial intelligence in organizations: Implications for information systems research. *Journal of the Association for Information Systems*, 22(2). <https://doi.org/10.17705/1jais.00662>
- Bentley, P. J., Brundage, M., Häggström, O. & Metzinger, T. (2018). ¿Debemos temer a la inteligencia artificial?: análisis en profundidad. *Servicio de Estudios del Parlamento Europeo*. <https://core.ac.uk/download/pdf/322902422.pdf#page=10>
- Berrones, L. P., & Salgado, S. A. (2023). La aplicación de la inteligencia artificial para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en el ámbito educativo. *Esprint Investigación*, 2(1), 52-60. <https://doi.org/10.61347/ei.v2i1.52>
- Bosco, M. V. (2020). A Study on Artificial Intelligence Interaction with Organizational Performance. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, 3(2), 483-486. <https://doi.org/10.1108/IJM-07-2021-0423>
- Castañeda, S. V. (2020). *Aplicación de inteligencia artificial para la sostenibilidad en las organizaciones*. [Trabajo de fin de carrera]. <https://hdl.handle.net/20.500.12495/5994>
- Chávez Granizo, G. P., Castro Game, J. K., Ibarra Martínez, M. A., & Tobar Flores, Y. F. (2024). La inteligencia artificial en la educación superior: oportunidades y amenazas. *RECIAMUC*, 8(1), 71-79. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.\(1\).ene.2024.71-79](https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.(1).ene.2024.71-79)
- Comisión Europea (2019). *Ethics guidelines for trustworthy AI*, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2759/346720>
- Corvalán, J. G. (2018). Inteligencia artificial: retos, desafíos y oportunidades-Prometea: la primera inteligencia artificial de Latinoamérica al servicio de la Justicia. *Revista de Investigações Constitucionais*, 5, 295-316. <https://doi.org/10.5380/rinc.v5i1.55334>
- Dashkov, A. A., & Nesterova, Y. O. (2021). Research on the impact of artificial intelligence on the business model of an organization. *E-Management*, 3(4), 26-36. [10.26425/2658-3445-2020-3-4-26-36](https://doi.org/10.26425/2658-3445-2020-3-4-26-36)
- Díaz Tito, L. P., Tito Cárdenas, J. V., García Curo, G., & Boy Barreto, A. M. (2021). Inteligencia artificial

- aplicada al sector educativo. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(96), 1189-1200. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.26.96.12>
- Galindo Ramírez, N. M. (2016). *Inteligencia artificial aplicada a las organizaciones*. [Trabajo de fin de máster]. <https://core.ac.uk/download/pdf/143453732.pdf>
- García Herrera, J. L. (2020). *Inteligencia artificial en las organizaciones*. [Trabajo de fin de máster]. <http://hdl.handle.net/10654/36011> .
- González Arencibia, M., & Martínez Cardero, D. (2020). Dilemas éticos en el escenario de la inteligencia artificial. *Economía y sociedad*, 25(57), 93-109. <https://dx.doi.org/10.15359/eyes.25-57.5>
- Jarrahi, M.H. (2018). Artificial Intelligence and the Future of Work: Human-AI Symbiosis in Organizational Decision Making, *Business Horizons*. Elsevier 61(4), 577-586. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.03.007>
- Jarvenpaa, S. L., & Välikangas, L. (2020). Advanced technology and end-time in organizations: a doomsday for collaborative creativity? *Academy of Management Perspectives*, 34(4), 566-584. <https://doi.org/10.5465/amp.2019.0040>
- Kaplan, A., & Haenlein, M. (2020). Rulers of the world, unite! The challenges and opportunities of artificial intelligence. *Business Horizons*, Elsevier 63(1), 37-50. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.09.003>
- Krakowski, S., Luger, J., & Raisch, S. (2023). Artificial intelligence and the changing sources of competitive advantage. *Strategic Management Journal*, 44(6), 1425-1452. <https://doi.org/10.1002/smj.3387>
- Ley de IA de la UE. (2024). *EUR-Lex*, de 16 de abril de 2024. <https://artificialintelligenceact.eu/es/>
- Murray, A., Rhymer, J. E. N., & Sirmon, D. G. (2021). Humans and technology: Forms of conjoined agency in organizations. *Academy of Management Review*, 46(3), 552-571. <https://doi.org/10.5465/amr.2019.0186>
- Pachidi, S., Huysman, M. & Berends, J.J. (2016). *Playing the Numbers Game: Dealing with Transparency*. Academy of Management Annual Meeting Proceedings. <https://doi.org/10.5465/ambpp.2015.12791abstract>
- Parga García, R. A. (2023). La inteligencia artificial en el sistema educativo venezolano: oportunidades y amenazas. *EDUWEB*, 17(4), 9-15. <https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2023.17.04.1>
- Sanz, C. (2024). La Inteligencia Artificial viste a la moda. Reflexiones sobre sus posibilidades para el escenario educativo. *Revista Iberoamericana de Tecnología En Educación y Educación En Tecnología*, 37. <https://doi.org/10.24215/18509959.37.e1>
- Sergeeva, A. V., Faraj, S., & Huysman, M. (2020). Losing touch: An embodiment perspective on coordination in robotic surgery. *Organization Science*, 31(5), 1248-1271. <https://doi.org/10.1287/orsc.2019.1343>
- Terrones, A. L. (2018). Inteligencia artificial y ética de la responsabilidad. *Cuestiones de Filosofía*, 4(22), 141–170. <https://doi.org/10.19053/01235095.v4.n22.2018.8311>
- Torres Cadillo, R. I. (2023). Los riesgos y los desafíos que enfrentan los trabajadores frente al uso de la inteligencia artificial en el trabajo. *Revista de Derecho Procesal del Trabajo*, 6(7), 289-313. <https://doi.org/10.47308/rdpt.v6i7.778>

4. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LAS AULAS: HABILIDADES, ESTRATEGIAS Y CONTENIDOS PARA APRENDER Y ENSEÑAR EN UN PARADIGMA NUEVO

Xavier Mas Garcia
Universitat Oberta de Catalunya

1. Introducción

El acceso público generalizado a la Inteligencia Artificial Generativa (en adelante IAG) originó una auténtica situación de *pánico moral*¹ en el ecosistema educativo global, que aún persiste dos años después de que Chat GPT fuera abierto al público por la compañía OpenAI en noviembre de 2022. La principal preocupación expresada por las instituciones educativas, especialmente en educación superior, ha sido tener que hacer frente a la amenaza que supone el uso ilícito de la IAG de forma descontrolada y masiva, por parte del estudiantado, para elaborar sus respuestas a las actividades de aprendizaje y evaluación. La dificultad para detectar y prevenir estos usos inadecuados pone en entredicho la solvencia del sistema universitario ante la sociedad respecto a la calidad de los procesos de aprendizaje y la fiabilidad de la evaluación. No en vano, gran parte del debate y las acciones llevadas a cabo por universidades y escuelas profesionales han girado alrededor de esta cuestión (Hodges & Ocak, 2023; Gallant, 2023).

Sin embargo, la urgencia planteada por este reto es solamente uno de los síntomas que son consecuencia de un desafío todavía mucho mayor. La IAG ha irrumpido de forma simultánea y generalizada en todos los ámbitos de actividad humana –no sólo en la educación– desencadenando probablemente la segunda gran ola de transformación digital. Seguramente por esta razón, se habla de la IAG como una *tecnología de propósito general*² (Stackpole, 2024), con lo que la magnitud de su impacto sobre la civilización podría ser comparable con el que tuvo la web a mediados de la década de 1990 del siglo

¹ Término utilizado en el ámbito de las ciencias sociales que se refiere a las reacciones y actitudes extremas de un grupo condicionadas por un tratamiento mediático intenso, que amplifica la amenaza aparente percibida por la población ante un hecho o fenómeno determinado (Cohen, 1972).

² En inglés *General-purpose technologies* (GPT). Son tecnologías que tienen el potencial de alterar drásticamente a las sociedades a través de su impacto en las estructuras económicas y sociales existentes llegando a afectar a nivel global. Para ello cumplen cuatro criterios: (1) ser genéricas, únicas y reconocibles; (2) al inicio comienzan a implantarse con mucho margen de mejora, pero a lo ancho de toda la actividad económica; (3) tienen múltiples usos y aplicaciones; y (4) generan muchos efectos colaterales y de desbordamiento. Algunos ejemplos son: la máquina de vapor, la electricidad y las tecnologías de la información (Wikipedia, s.f.).

pasado (Dans, 2024). Todo ello sugiere que nos encontramos frente a un cambio paradigmático con un potencial transformador muy considerable.

Si este planteamiento está en lo cierto, más allá de asegurar la credibilidad de los sistemas educativos, las escuelas y universidades deberán formar y educar el alumnado para comportarse como ciudadanos responsables y trabajar como profesionales competentes, en una sociedad mediada y modelada por la IA, tanto en los ambientes domésticos, como en el espacio público y en los entornos laborales. Para ello es necesario integrar la IAG como un elemento constitutivo en el diseño de los procesos de aprendizaje, contemplando cada uno de sus distintos aspectos. Ellos son las metodologías y estrategias de aprendizaje, el currículo, la acción docente, la evaluación y la capacitación del profesorado, entre otros.

Es necesario diseñar nuevas pedagogías concebidas para formar al alumnado en las competencias necesarias para desenvolverse con normalidad en un mundo donde personas y máquinas inteligentes van a colaborar compartiendo sus conocimientos y habilidades. Pero ¿a qué nos enfrentamos? ¿Qué formas van a adoptar estas inteligencias? ¿Qué funcionalidades van a ofrecer? ¿Bajo qué modelos de negocio van a desarrollarse y distribuirse? Las herramientas y aplicaciones de IAG disponibles en el futuro no dependen de las necesidades y expectativas anheladas desde la pedagogía, sino de las estrategias y los movimientos de las grandes compañías digitales, en un contexto tecnológico todavía muy emergente.

A lo largo de este texto se plantean distintas cuestiones, ideas y algunas propuestas que pretenden proyectar un haz luz sobre el diseño de pedagogías con las que aprender y enseñar en este nuevo paradigma tecno educativo que está eclosionando.

2. Competencias y habilidades para trabajar con la Inteligencia Artificial Generativa

La IAG está redefiniendo la forma de generar contenidos de cualquier tipo –textos, imágenes y código informático, entre muchos otros– en todas las áreas de conocimiento. Basadas en los modelos de lenguaje extensos –conocidos por sus siglas en inglés LLM (Large Language Model)– estas herramientas generan sus resultados a través de un modelo de interacción persona-máquina basado en el lenguaje natural, utilizando una interfaz de chat. En otras palabras, la IAG está provocando una transición desde un paradigma de computación determinista, basado en la ejecución de comandos concretos que generan siempre resultados idénticos, a otro de tipo estocástico, en el que los resultados obtenidos por los usuarios difieren en cada interacción, aunque respondan una misma petición.

En el ejemplo de la Figura 1 cada una de las tres imágenes responde a la perfección a la petición realizada (*Crea la imagen fotográfica de una botella de agua mineral de 1,5 litros. La etiqueta debe mostrar la marca "Fuente Nueva"*), sin embargo, no son idénticas. No pueden serlo porque cada una de ellas es el producto de un proceso estadístico distinto, con miles de cálculos complejos realizados por algoritmos, imposibles de reproducir a posterioridad.

Figura 1: Imágenes generadas con ChatGPT 4o en conversaciones independientes, pero utilizando un mismo *prompt*: *Crea la imagen fotográfica de una botella de agua mineral de 1,5 litros. La etiqueta debe mostrar la marca "Fuente Nueva"*.



Fuente: Elaboración propia.

Esta característica es intrínseca a los LLM, manifestándose también a lo largo de un mismo diálogo durante los procesos de refinamiento, tal como se observa en la Figura 2, en la cual se ha pedido a la IAG modificar algunas de sus características, concretamente que la botella respondiera a una estética *vintage* y que el fondo tuviera tonos púrpuras. En ella puede observarse que el resultado es exacto a la petición (modificación 1); sin embargo, al solicitar una nueva modificación, en concreto añadir un vaso, el resultado vuelve a ser correcto, pero con una botella distinta conservando la estética *vintage* (modificación 2).

Figura 2: Imágenes generadas con ChatGPT 4o a partir de una de las tres imágenes generadas anteriormente (figura 1).



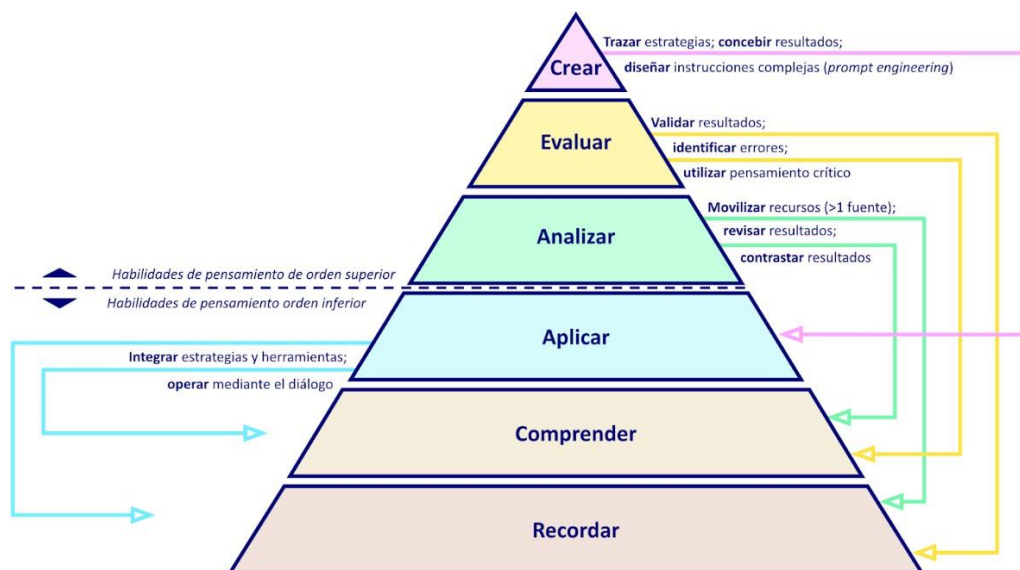
Fuente: Elaboración propia.

Todo ello sitúa el dominio del lenguaje natural como una de las competencias básicas en la interacción con las máquinas. Empiezan a regir nuevas reglas del juego con las que saber formular instrucciones claras, completas y sin ambigüedades, evaluar de forma crítica los resultados proporcionados por las IAGs y aplicar el razonamiento lógico en los procesos de diálogo van a ser habilidades y destrezas necesarias para realizar cualquier tipo de tarea. Más allá de la aparición de nuevas habilidades instrumentales, emerge otra forma de trabajar. Tanto en los ámbitos académicos como profesionales, va a ser básica la capacidad de trazar las estrategias de trabajo adecuadas a las nuevas herramientas y funcionalidades basadas en IAG. Se trata de un cambio metodológico de naturaleza transversal que afecta a la definición de los procesos creativos y productivos.

Para hacernos una idea del alcance de la adopción de la IAG, en 2024 el 54% de las empresas a nivel global han empezado a implementar IAG en sus procesos y un 11% de ellas manifiesta haber completado totalmente su integración; el 86% tienen inversiones previstas para 2024 y 2025, y un 72% prevé desarrollar su propio LLM (SAS Institute, 2024). Estos resultados son consistentes con los de otras encuestas entre las que destaca el informe McKinsey de 2024, el cual se hace eco de una evolución acelerada en la adopción de la IAG en distintos sectores, habiéndose doblado el porcentaje de empresas que han adoptado la IAG en menos de un año (QuantumBlack AI by McKinsey, 2024). A medida que nuevas metodologías y procesos basados en IAG vayan surgiendo, evolucionando, implantándose y consolidándose en cada ámbito de actividad, será necesario revisar y actualizar los actuales marcos competenciales.

Parece lógico pensar que, si la IAG es capaz de generar buenos resultados en la creación de contenido, en el análisis de información o en la interpretación de datos, el trabajo humano va a concentrarse en los niveles estratégicos que requieren aproximaciones emocionales, creativas y abstractas. ¿Pero realmente va a suceder así? Analizando detenidamente distintas propuestas de revisión de la taxonomía de Bloom, elaboradas todas ellas atendiendo a los cambios que ha supuesto la llegada de la IAG sobre las acciones correspondientes a las seis categorías de habilidades (Hmoud & Shaqour, 2024, 117-119; Mas Garcia et al., 2023), se observa que no existe una sustitución de las tareas correspondientes a las habilidades de pensamiento de orden inferior por la IAG, sino un cambio en el tipo de intervención humana respecto a dichas habilidades. Esta nueva forma de intervenir en los niveles inferiores implica tener que aplicar siempre acciones que corresponden a las habilidades de pensamiento de orden superior. Expresado en otras palabras, utilizar la IAG para automatizar tareas sitúa inevitablemente a los humanos en un nivel superior, debiendo planificar estrategias, evaluar resultados, detectar sesgos, incorporar o rechazar respuestas inesperadas o dirigir un proceso de diálogo para obtener el resultado óptimo (Figura 3).

Figura 3: Flujo de actividades entre los niveles correspondientes a las habilidades de pensamiento de orden superior y los niveles correspondientes a las habilidades de pensamiento de orden inferior, en el contexto de una competencia digital post-IAG.



Fuente: Mas Garcia et al. (2023).

El ritmo de evolución de la IAG y la amplitud de su implantación dificultan poder predecir con exactitud qué escenarios van a emerger a medio y largo plazo. A medida que esta tecnología va siendo adoptada en el conjunto de sectores profesionales, prolifera la aparición de nuevas herramientas con funcionalidades específicas basadas en IAG, ejerciendo presión sobre los procesos de producción. Empleados con capacidades compatibles con los nuevos modelos de interacción y adaptados al uso experto de las herramientas de IA, van a ser mucho más competitivos en cada sector de actividad que aquellas personas que permanezcan fieles a las formas de trabajar más tradicionales. Si bien la adopción de la IA puede sustituir habilidades, tareas y empleos poco cualificados, también puede generar externalidades que redunden en mejoras en la calidad del trabajo y los salarios de los empleados más capacitados para su uso (Torrent-Sellens, 2023). Todo hace pensar que la brecha digital que separa a unos trabajadores y otros va a ser más ancha y profunda. En este sentido, es de esperar un aumento de la polarización laboral a favor de empleados y organizaciones “con mejores empleos, productividad y salarios asociados a mayores capacidades dinámicas para interactuar con la IA” (Torrent-Sellens, 2023, 55).

Según el informe internacional bianual del World Economic Forum sobre la evolución del mercado laboral (World Economic Forum, 2023), basado en las perspectivas de una muestra de 803 compañías de 45 regiones económicas, se espera un aumento notable en la adopción de la inteligencia artificial, permitiendo automatizar tareas que hasta ahora han disfrutado de una ventaja competitiva para los humanos como el razonamiento, la comunicación y la coordinación. De hecho, el 75% de las empresas encuestadas en dicho estudio esperan incorporar esta tecnología en los próximos años, con el consiguiente impacto sobre la demanda laboral: creación de nuevos empleos (expectativa expresada por el 50% de la muestra) y destrucción de puestos de trabajo (expectativa expresada por el 25%).

Siguiendo con el mismo informe, los especialistas en IA y aprendizaje automático encabezan la lista de empleos que van a experimentar un crecimiento más rápido. A ellos les siguen especialistas en sostenibilidad, analistas de inteligencia empresarial y expertos en ciberseguridad. Sin embargo, es importante distinguir entre el nivel de especialización de las profesiones implicadas en el desarrollo y la implementación de la IA, y el conocimiento y dominio de la IA a nivel de usuario como parte fundamental de la competencia digital, habilidad que va a ser fundamental para el desempeño profesional en cualquier campo. Tomando en consideración esta perspectiva, se espera que “el alcance potencial de la automatización (...) se expanda aún más en los próximos años, con técnicas de IA madurando y encontrando aplicaciones convencionales en todos los sectores” (World Economic Forum, 2023, p.26)³. Respecto a ello, es de esperar que las tecnologías que experimenten una evolución más acelerada, como la IAG, modifiquen aún más de lo esperado la composición de las tareas automatizables, sobre todo teniendo en cuenta el hecho de que los grandes modelos de lenguaje como Chat GPT, combinados con aplicaciones que corrijan los problemas inherentes a éste tipo de tecnología, tales como las conocidas alucinaciones, van a ser capaces de automatizar un porcentaje muy considerable de las tareas, llegando en algunos ámbitos hasta el 50% (World Economic Forum, 2023).

Basándose en la literatura científica, Torrent-Sellens (2023, p.55) manifiesta que existe un consenso en que “la fuerza de trabajo, actual y futura, debería dotarse de las suficientes habilidades y cualificaciones para que las personas puedan aprovechar las mejores

³ Traducción al castellano del original en inglés hecha por el autor.

condiciones de trabajo y salarios que impulsan la automatización, la computarización, la robótica y la inteligencia artificial”. Ante este escenario, las instituciones de educación superior y los centros de formación profesional, encargadas de formar trabajadores a lo largo de la vida, deben enfrentarse al reto de ajustar su oferta educativa a las exigencias de un mercado laboral en constante evolución condicionado, entre otros factores, por el impacto de la automatización y la IAG.

3. Aprender y enseñar con IA

Tal como hemos apuntado anteriormente, más que una tecnología al uso, todo parece indicar que la IAG es un salto tecnológico con un potencial transformador que tiene pocos precedentes. La rápida proliferación de herramientas, aplicaciones y usos basados en los grandes modelos de lenguaje –sirvan como ejemplo ilustrativo la lista de las veinte herramientas de IAG de 2024⁴ publicada por Zapier (Ramki, 2024)⁵ – dibuja un horizonte de incertidumbre sobre qué modelos de distribución, acceso e interacción van a consolidarse a medio y largo plazo. Sin embargo, la caja de pandora ya no volverá a cerrarse y la IA va a ser la tecnología digital hegemónica en todas las acciones y procesos de actividad humana.

Desde el mundo de la educación, este horizonte supone un desafío mayúsculo. No se trata solamente de aprender y enseñar nuevos contenidos y procedimientos, sino de formar a los ciudadanos y profesionales de la segunda gran ola de transformación digital que ya han empezado a utilizar esta tecnología en su vida cotidiana incluyendo, en caso de estar estudiando, también las tareas académicas (Svrluga & Natanson, 2023). Según un estudio cualitativo basado en una muestra de alumnado de grado, máster y doctorado realizado en la Facultad de Educación de la Universidad Autónoma de Barcelona, los estudiantes ya utilizan la IAG para buscar información, estructurar sus trabajos, conocer una temática, realizar consultas sobre conceptos, resumir artículos, traducir textos o simplemente buscar inspiración para potenciar su creatividad (Noguera et al., 2024).

Ya que el genio no volverá a entrar en la lámpara, no hay otro camino que incorporar de forma integral la IA –y en particular la IAG– en todos los procesos relacionados con la docencia de forma sistémica. Ello incluye pensar tanto a nivel *macro* –sistemas educativos–, *meso* –instituciones formativas–, como *micro* –metodologías y procesos de enseñanza y aprendizaje en las aulas.

Poniendo el foco en los niveles *meso* y *micro*, ello conlleva la transformación de la docencia en sus múltiples aspectos: proceso de aprendizaje, acción docente, evaluación, currículo, personalización y competencias docentes. En consecuencia, se hace necesario un esfuerzo considerable en el diseño y la organización de la formación, y en la capacitación tanto del profesorado como del alumnado. El resultado es un cambio de paradigma, pudiéndose distinguir entre un enfoque del diseño formativo *pre-IA* y otro *IA-integral*, de forma parecida a cómo Anderson (2016) planteó la distinción entre las teorías del aprendizaje *pre-net* y las *net-aware*, refiriéndose al impacto de la primera ola de transformación digital sobre la educación. Veámoslo a continuación.

⁴ Ver <https://zapier.com/blog/generative-ai-tools>

⁵ Zapier es una multinacional norteamericana dedicada a ofrecer servicios tecnológicos para la optimización de flujos de trabajo (Wikipedia, s.f.).

3.1. El diseño de asignaturas IA-integrales

Asumiendo el horizonte de incertidumbre mencionado anteriormente, condicionado por la evolución de tipo exponencial que está experimentando la IAG, es posible vislumbrar algunos caminos por los que transitar. En la mayoría de los casos no se trata de visitar territorios inexplorados sino de aprovechar, gracias a las prestaciones que ofrece hoy la IAG, la posibilidad de materializar antiguas aspiraciones de la pedagogía, inviables o imposibles de implantar de forma escalable en contextos anteriores. El motor que mueve la dialéctica entre pedagogía y tecnología ha recibido un nuevo impulso. Parece que la historia se repite y, tal como en su momento algunas de las voces expertas en tecnología educativa ya plantearon durante la primera ola de transformación digital (Adell & Linda, 2012, 27; Veletsianos, 2010; Gros & Noguera, 2013, 139), volvemos a entrever la aparición de pedagogías emergentes apoyadas sobre la adopción de los nuevos usos tecnológicos y a asistir a la evolución de la tecnología, modelada por los usos que van emergiendo y consolidándose en el ámbito educativo.

Llegados a este punto, para ir más allá se hace necesario plantearse algunas cuestiones como: ¿Qué pedagogías y usos educativos emergentes van a evolucionar hasta transformar la forma de enseñar y aprender en las aulas? ¿Son esperables transformaciones de carácter disruptivo más allá de mejoras incrementales? ¿Es posible imaginarnos cómo va a ser el día a día en las aulas a medio y largo plazo? Veamos a continuación algunas propuestas planteadas con la finalidad de aportar luz –o fomentar la discusión– acerca de cómo pueden evolucionar los cursos y asignaturas de las universidades y escuelas de formación hacia las futuras *asignaturas IA-integrales* en aquellos aspectos más fundamentales (Tabla 1).

Tabla 1: Comparación entre las características de las asignaturas pre-IA y las asignaturas IA-integrales, a partir de una propuesta de carácter exploratorio

	<i>Asignatura pre-IA</i>	<i>Asignatura IA-integral</i>
Proceso de aprendizaje	<p>Enfoque cognitivo-conceptual:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aprendizaje dirigido y pautado. - Metodologías orientadas a los contenidos y a los resultados: comprensión, descripción, memorización de conceptos, ideas, fenómenos y hechos. - Importancia del dominio y ejercitación de métodos, procedimientos y herramientas. 	<p>Enfoque crítico-reflexivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aprendizaje autodirigido y desarrollo de habilidades metacognitivas. - Aprendizaje centrado en la comprensión del proceso aplicando el pensamiento crítico y la reflexión. - Aprendizaje basado en el diseño: capacidad creativa y visión estratégica. - Importancia de la aplicación de las habilidades cognitivas de orden superior sobre todas las acciones y procesos (evaluación y toma de decisiones).
Acción docente	<p>Acción docente llevada a cabo por el profesor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es el principal interlocutor del estudiante en cuanto a la actividad docente de la asignatura. - Dinamiza el aula y el proceso de aprendizaje: comunica 	<p>Acción docente 24/7 asistida por IAG:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un agente de IAG actúa como asistente docente y comparte con el profesorado la interlocución con el alumnado. - Resuelve dudas relacionadas tanto con la dinámica docente, como con el contenido formativo.

	<p>información al grupo de estudiantes, resuelve dudas y ofrece <i>feedback</i> tanto individualmente como en grupo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Actúa como filtro y traslada las cuestiones complejas al profesorado. - Ofrece apoyo al profesorado en la evaluación de foros y debates, y en la corrección de actividades, personalizando y mejorando la eficiencia del <i>feedback</i>.
Currículo	<p>Contenido estático con riesgo de desactualización:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El contenido y las actividades de la asignatura están fijados desde el diseño inicial de la titulación. - Las actualizaciones son limitadas y se hacen de un curso a otro a propuesta del profesorado y dentro del marco competencial de la asignatura. 	<p>Actualización dinámica del contenido:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los algoritmos de IA proporcionan información a tiempo real de la evolución del contexto científico técnico y profesional que envuelve a la titulación. - Combinados con herramientas de IAG, los algoritmos son capaces de reformular los resultados de aprendizaje de una titulación. - Mediante aplicaciones de IAG, el profesorado edita y crea nuevos recursos de aprendizaje actualizados según la evolución de las necesidades formativas.
Evaluación	<p>Evaluación continua, aunque orientada a la calificación final:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Criterios de evaluación centrados en la valoración del resultado de las pruebas/actividades. - Predominio del enfoque cognitivista con actividades conceptuales consistentes en la elaboración de ensayos o resolución de cuestiones sobre el contenido teórico de la asignatura. - Las actividades de evaluación continua a menudo son pruebas discretas que no necesitan estar relacionadas como partes de un mismo proceso. 	<p>Evaluación continua orientada a la autorregulación del aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Criterios de evaluación centrados en el proceso de desarrollo de la actividad por parte de los estudiantes. - Enfoque pedagógico socio constructivista. - Las actividades de evaluación continua están concebidas como parte de una misma secuencia de aprendizaje propuesta desde el diseño de la asignatura, y prevén relaciones de dependencia y complementariedad entre ellas. - Las actividades se basan en el desarrollo competencial y ponen el foco en la valoración del progreso y en la reflexión de cada estudiante sobre su experiencia de aprendizaje.
Personalización	<p>Itinerarios de aprendizaje estáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Predominio de asignaturas con una secuencia de aprendizaje única para todos los estudiantes. - Los itinerarios de aprendizaje alternativos son escasos y están prediseñados. 	<p>Secuencia de aprendizaje dinámica y personalizada:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Secuencias de actividades y recursos de aprendizaje creados a medida para estudiantes concretos, y generados por herramientas de IAG de forma dinámica, en función de datos de <i>Learning Analytics</i>. - Asistencia a los estudiantes por parte de tutores personales basados en IAG.
Competencias docentes	<p>Competencia digital docente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dominio de las TIC y la tecnología digital en general 	<p>Competencia digital docente IA-integral:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incorporación de los usos y aplicaciones de los diferentes tipos de IA (especialmente la IAG) a nivel estratégico e instrumental, como

<p>para poder aplicarlas a contextos educativos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uso de entornos, herramientas y aplicaciones para el diseño y la dinamización de procesos de aprendizaje. - Capacidad para fomentar el uso intensivo de la tecnología digital del alumnado aplicada a su actividad de aprendizaje. 	<p>parte constituyente de la competencia digital docente.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del <i>prompt-engineering</i> educativo. - Incorporación de las IA en el diseño instruccional de cursos y asignaturas, en la creación de actividades de aprendizaje y en los procesos de evaluación. - Usos de la IAG como apoyo de la actividad docente en el aula. - Diseño de situaciones de interacción estudiantes-IAG como recursos educativos. - Conocimiento sobre los usos específicos de la IAG en los ámbitos profesionales de las distintas áreas de conocimiento.
--	---

Fuente: Mas Garcia (2023).

La aplicación directa de la IAG en los procesos de enseñanza y aprendizaje tal como han sido planteados en su mayoría hasta la actualidad, resulta problemática. Si por un lado plantea dudas acerca de la fiabilidad de la evaluación, el hecho de facilitar al estudiantado la posibilidad de realizar sus trabajos de forma automatizada con una mínima intervención, supone una disminución drástica en la calidad de los procesos cognitivos que conducen a la adquisición de los distintos aprendizajes. Por consiguiente, para enseñar y aprender con presencia de la IAG ya no sirven las mismas metodologías, estrategias y actividades que han sido predominantes hasta el presente.

3.2. Cambios en el proceso de aprendizaje y evaluación

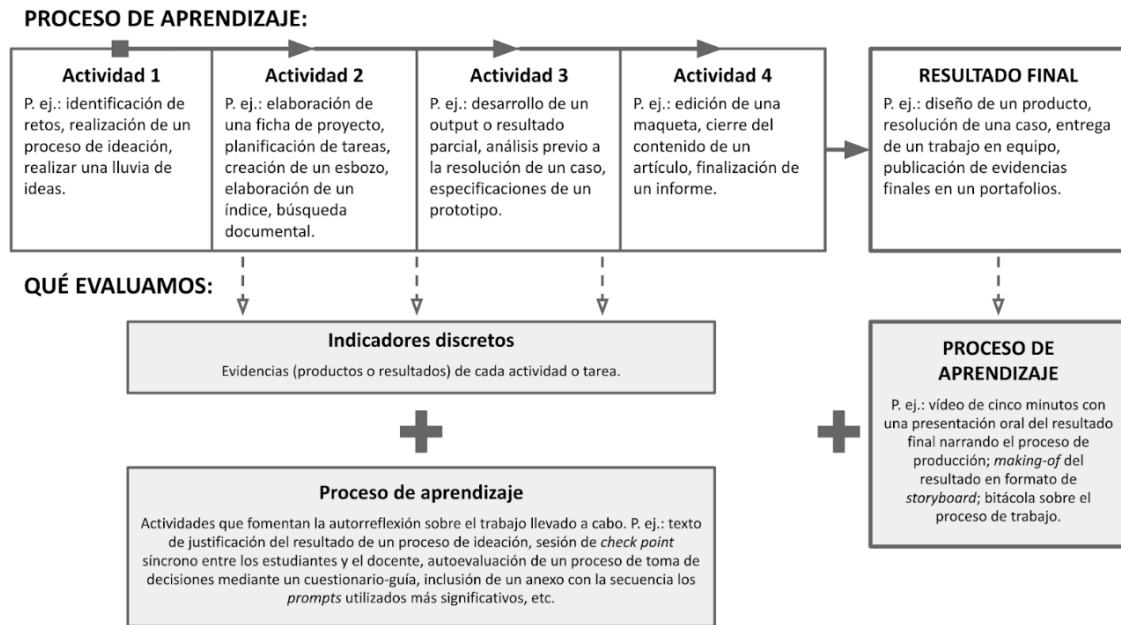
El diseño de nuevas asignaturas *IA-integrales* va a permitir recuperar la eficacia cognitiva de los procesos de aprendizaje. En lugar de estar centradas en la producción de las soluciones a las actividades, en la respuesta a cuestiones sobre el contenido o a ejercitar habilidades instrumentales, el foco se centra en el dominio y la comprensión de los procesos de producción y en la experiencia formativa. La reflexión, la metacognición y el pensamiento crítico pasan a ser las habilidades motoras de los procesos de aprendizaje en los que tanto el profesorado como el estudiantado incorporan el uso de herramientas de IAG.

Este planteamiento supone un cambio metodológico que requiere un esfuerzo de innovación y actualización pedagógica de gran alcance. Por un lado, fuerza a la revisión de los resultados de aprendizaje de asignaturas y titulaciones y, por otro, a la reformulación de los criterios y modelos de evaluación, siendo necesario que ésta sea realmente continua y formativa. Ello exige la incorporación, dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje, de elementos orientados a desarrollar las habilidades metacognitivas, a trabajar con la reflexión acerca del desempeño de las tareas y a elaborar estrategias de mejora, evitando reducir la evaluación solamente a la valoración de las respuestas y a la calificación de los resultados de las pruebas (figura 4).

Existen numerosas estrategias para fomentar un aprendizaje más consciente aplicables según el tipo de objetivos formativos o áreas de conocimiento. P. ej.: programar *checkpoints* individuales o grupales a lo largo del curso, trabajar con portafolios electrónicos, realizar sesiones de presentación de resultados, incorporar en las actividades

cuestionarios con preguntas abiertas diseñados para argumentar la toma de decisiones, describir los procesos, enfatizar los logros o identificar las dificultades, o plantear una evaluación continua como un proceso sumativo con actividades interrelacionadas, entre otras (Figura 4).

Figura 4: Diseño de una asignatura IA-integral.



Fuente: Mas Garcia (2023).

3.3. Cambios en el proceso de aprendizaje y evaluación

Uno de los retos de los sistemas educativos actuales es incrementar su capacidad de mantenerse al día siguiendo el ritmo de evolución científica y tecnológica para continuar ofreciendo formación actualizada a los ciudadanos a lo largo de su vida. La penetración y consolidación de la IA, especialmente la IAG, en los procesos de producción de los distintos ámbitos profesionales no solamente modifica dichos procesos, sino que actúa como factor acelerador del cambio.

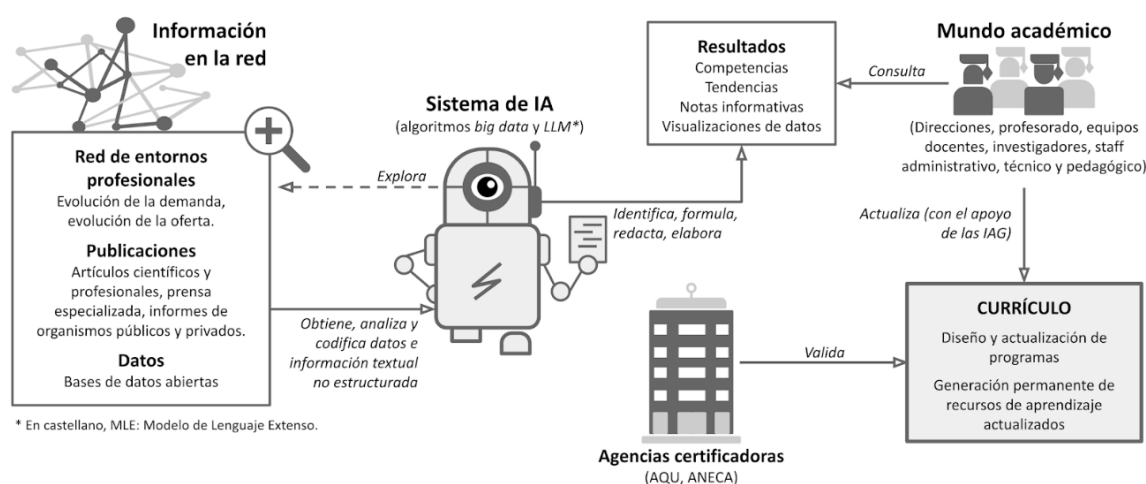
Frente a este escenario, el diseño de titulaciones y asignaturas IA-integrales plantea la existencia de sistemas automatizados para dar soporte, tanto al profesorado como a las instituciones académicas, para mantener la oferta formativa y los contenidos de cursos y asignaturas actualizados de forma permanente.

La combinación de desarrollos tecnológicos basados en la ciencia de datos (algoritmos big data) con los modelos de lenguaje extensos en los que se fundamenta la IAG, puede hacer realidad la implantación de este tipo de sistemas entre medio y largo plazo. Disponer de esta tecnología permitirá explorar a tiempo real bancos de datos estructurados y no estructurados de la red para identificar la evolución de la demanda de competencias en los sectores profesionales, descubrir nuevas tendencias, monitorizar comportamientos, anticipar necesidades y captar conocimiento científico-técnico de última generación.

A partir de la exploración de la red y la extracción de información, debidamente entrenados, estos sistemas deberían ser capaces de generar nuevas bases de datos, generar informes y visualizaciones, e incluso emitir avisos para que los diferentes agentes que participan en los procesos académicos –direcciones, equipos docentes, staff tecnológico y de soporte pedagógico, y unidades de gestión– puedan tomar decisiones informadas e implementar cambios tanto en los currículos como en los resultados de aprendizaje y contenidos de las asignaturas. Junto a este desarrollo tecnológico, un ecosistema compuesto por diferentes aplicaciones y funcionalidades de IAG permitirá, tanto al profesorado como a los CRAI ⁶ y bibliotecas universitarias, generar materiales didácticos y todo tipo de recursos formativos de forma ágil, eficiente y automatizada.

Sin embargo, especialmente en la formación reglada, para poner en marcha sistemas de este tipo resulta imprescindible plantear la modificación de los actuales marcos reguladores. Dichos cambios deberían permitir a las agencias certificadoras validar con agilidad las transformaciones curriculares, evitando a las instituciones educativas someterse a largos procesos de verificación y costosos procedimientos burocráticos.

Figura 5: Modelo de actualización curricular automatizado de titulaciones y asignaturas IA-integrales.



Fuente: Mas Garcia (2023).

3.4. Acción docente y feedback asistidos

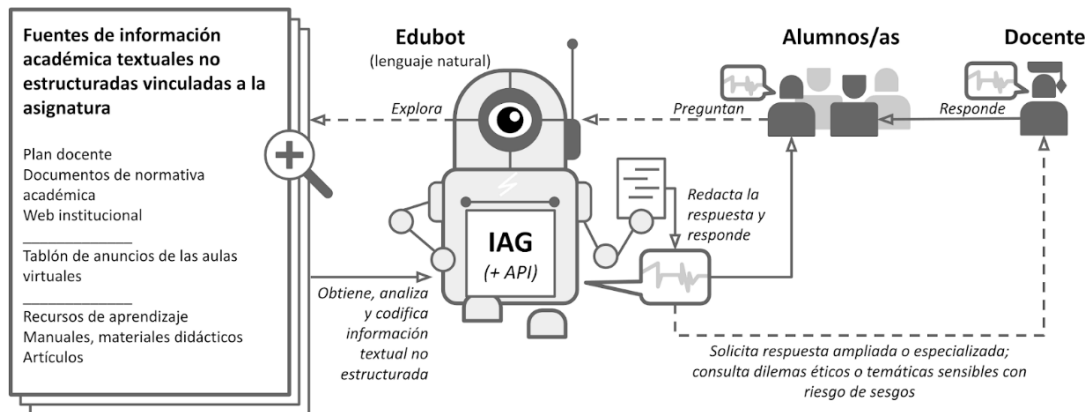
La interacción mediante lenguaje natural y la capacidad de generar contenido en varios formatos, estilos y registros son prestaciones de la IAG que hacen pensar en su potencial como asistente docente, tanto para el alumnado como para el profesorado. Son varias las instituciones educativas que han empezado de forma incipiente a experimentar con *bots* de soporte al aprendizaje con los que el alumnado puede interactuar para aclarar sus dudas o profundizar en el estudio de un contenido de forma guiada mediante una conversación en lenguaje natural. Uno de los desarrollos más destacables, por su comportamiento a nivel pedagógico y por la calidad del contenido que genera, es el IA Tutor Pro de la red educativa canadiense Contact North (IA Tutor Pro. Your Knowledge & Skills Builder, 2023) ⁷.

⁶ CRAI: Centro de Recursos para el Aprendizaje e Investigación.

⁷ Ver <https://www.aitutorpro.ca/check>

Debidamente entrenado con una batería de *master prompts*⁸ diseñados para prestar el mejor servicio en contextos y situaciones específicas diferentes –administración académica, información institucional y contenidos formativos de distintos cursos y asignaturas–, un asistente basado en IAG debería ser capaz de analizar fuentes de información textual de ámbito académico, tanto de contenidos estáticos como de los diferentes canales de comunicación y responder de forma eficiente a las peticiones de los usuarios entablando una conversación (Figura 6).

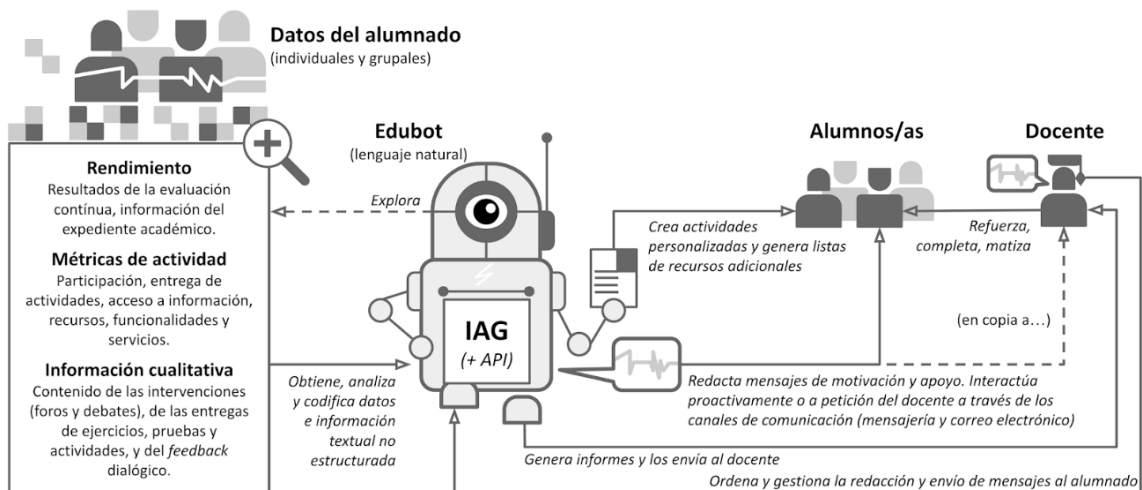
Figura 6: Modelo de interacción docente asistido en una asignatura IA-integral.



Fuente: Mas Garcia (2023).

Así mismo, un sistema basado en la ciencia de datos podría explorar las métricas derivadas del comportamiento del alumnado, los resultados de su actividad, e incluso el contenido de sus aportaciones dentro del entorno formativo. Ello permitiría disponer de un potente sistema de *Learning Analytics* a partir del cual personalizar el aprendizaje, ofrecer *feedback* automatizado en momentos precisos, y generar contenidos y ejercicios individualizados (Figura 7).

Figura 7: Sistema de *feedback* automatizado en una asignatura IA-integral.



Fuente: Mas Garcia (2023).

⁸ *Prompt* de carácter general que forma parte de la configuración de un chat de IAG especializado, en el que se definen los principales parámetros de su comportamiento (registro lingüístico, estructura de las respuestas, fuentes de información a las que consultar, etc.).

3.5. La competencia digital docente en la era de la IA

Cuando la segunda gran ola de transformación digital impulsada por la IA alcance su velocidad de crucero, la práctica docente deberá adaptarse a un entorno altamente tecnificado, en el que será necesario estar capacitado dentro de un mapa competencial sensiblemente alterado por los cambios que la adopción de la IA irá desencadenando en cualquier tipo de actividad. La competencia digital docente, tal como se ha ido definiendo durante las dos últimas décadas, está siendo revisada a la luz de esta nueva tecnología. En este sentido han empezado a aparecer propuestas de diferentes instituciones entre las que destacamos el marco de competencias en IA para docentes publicado por la UNESCO (Miao & Cukurova, 2024). En este documento se propone abordar la competencia docente en IA a partir de cinco aspectos: su concepción centrada en el ser humano, la dimensión ética, los fundamentos y aplicaciones, la dimensión pedagógica y el desarrollo profesional.

Centrándonos en los tres últimos, vemos que el primero –fundamentos y aplicaciones– se centra en el conocimiento conceptual y las habilidades transferibles necesarias para seleccionar, aplicar y personalizar herramientas de IA para fomentar entornos de enseñanza y aprendizaje centrados en los estudiantes y asistidos por IA, claramente relacionado con la acción docente.

El segundo aspecto está relacionado con la pedagogía y aborda las competencias requeridas para una integración eficaz de la IA en el diseño y planificación del aprendizaje. Esto incluye la capacidad de validar y seleccionar las herramientas y funcionalidades de IA, para integrarlas en las estrategias pedagógicas que definirán todos los elementos que intervienen en el proceso de aprendizaje: diseño de cursos y asignaturas, metodología docente, evaluación, e incluso socialización. Finalmente, el tercer aspecto se refiere a la IA en el desarrollo profesional. En él se destacan las competencias que los docentes necesitan para utilizar la IA de manera efectiva en su aprendizaje profesional continuo, es decir el dominio de los contenidos y habilidades que van a ser indispensables para cualquier profesional para desempeñar sus tareas de forma eficiente.

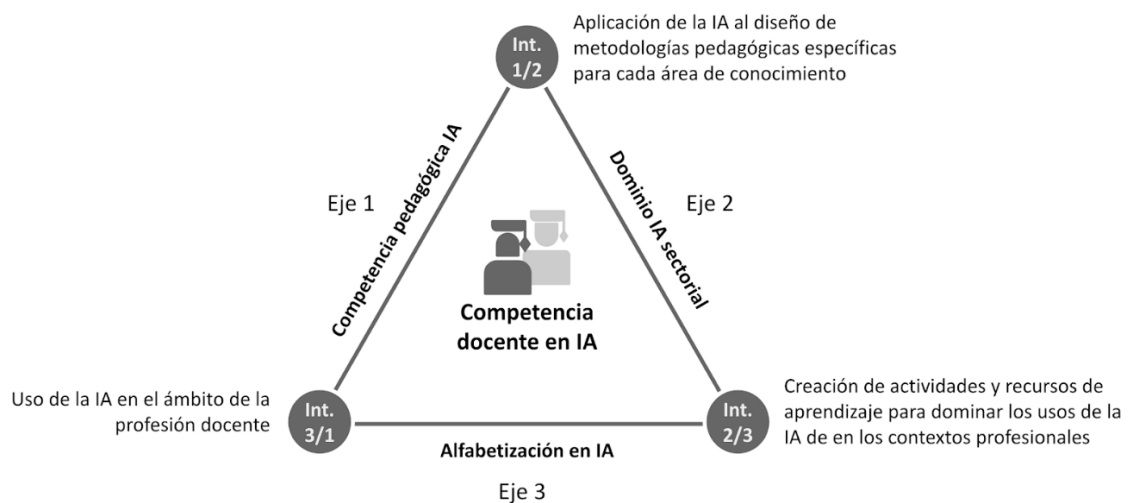
En este nuevo paradigma, las necesidades de capacitación del profesorado de educación superior no solo van más allá del dominio instrumental de la tecnología, de la capacidad de fomentar un uso ético y responsable de ésta, y de diseñar estrategias que ayuden al alumnado a aplicarla de forma intensiva en el desarrollo de sus actividades. Se trata además de concebir esta capacitación desde un enfoque sistémico en el que confluyan varios aspectos. En la propuesta presentada a continuación se expone un modelo en el que interseccionan tres ejes competenciales básicos (Figura 8):

1. Eje 1: Competencia pedagógica IA (Competencia básica para el diseño de asignaturas). Identificación de posibles usos de las aplicaciones, herramientas y funcionalidades de la IA (de datos y generativa) aplicables en la práctica docente; diseño de metodologías y actividades que incorporen el uso de la IAG; creación de recursos de aprendizaje con aplicaciones de IAG; planificación de dinámicas docentes asistidas por IA; uso de la IAG en los procesos de evaluación; impulso de nuevas pedagogías basadas en el nuevo paradigma tecnológico de la IA mediante la innovación educativa.
2. Eje 2: Dominio IA sectorial (Competencia básica para la confección del currículo). Conocimiento de los usos y aplicaciones de la IA específicas los

ámbitos científico-técnicos y sectores profesionales correspondientes al área de conocimiento del docente; seguimiento de la evolución de los cambios en los procesos de producción, cadena de valor, productos y servicios, y roles profesionales; seguimiento del avance del conocimiento científico de la IA en la propia área y aporte de nuevo conocimiento desde la investigación.

3. Eje 3: Alfabetización en IA (Competencia básica para el desempeño profesional del profesorado). Conocimiento y dominio de la IA para el desempeño profesional en todo el rango de habilidades, desde las más instrumentales hasta las de orden más superior; realización de tareas con herramientas de IAG de uso común; establecimiento de estrategias de mejora de la productividad y organización del trabajo mediante el uso de la IA; habilidades para analizar e interpretar datos generados por sistemas de IA.

Figura 8: Componentes de la competencia digital docente en IA.



Fuente: Elaboración propia.

Los puntos de intersección de estos tres ejes son básicos para comprender las dependencias entre un tipo de capacitación y otro, siendo necesaria la expertez en cada uno de los ejes para alcanzar un nivel de suficiencia en la adquisición completa de la competencia docente en IA (Figura 8). Veámoslos a continuación:

1. Intersección ejes 1/2. Para diseñar un curso o asignatura IA-integral y desempeñar una buena práctica docente es necesario disponer de un dominio amplio de las pedagogías disponibles. Esta capacidad es necesaria para seleccionar el enfoque más adecuado en cada caso. Sin embargo, solo si este diseño está debidamente contextualizado en el ámbito profesional y académico de la titulación, el proceso formativo se ajustará a los resultados de aprendizaje esperados. Para ello es necesario movilizar de forma integrada los conocimientos y habilidades de ambos ejes competenciales.
2. Intersección 2/3. La IAG evoluciona para dar servicio a los profesionales de distintos sectores con herramientas específicas. Sin embargo, también el uso de aplicaciones generales puede diferir de una profesión a otra aplicando estrategias y procedimientos diferentes. Para profundizar en los usos de la IAG en los diferentes ámbitos profesionales no solamente es necesario conocer sus características. También es importante disponer de una base sólida en el uso de estas herramientas en el propio desempeño profesional, para transferir a ese conocimiento una mirada práctica que contribuirá a una mejor comprensión y

concreción. Esta mirada es necesaria para diseñar actividades próximas al desempeño profesional favoreciendo un aprendizaje más significativo.

3. Intersección 3/1. Un nivel de alfabetización digital en IA es la base para el desempeño profesional. El diseño y la creación de actividades y recursos de aprendizaje con la asistencia de la IAG requiere un conocimiento y dominio elevados de las herramientas disponibles. No solo se trata de saber cómo la IA contribuye a un mejor aprendizaje, o cómo aprender en un contexto en el que la IA es omnipresente, sino de utilizar esta tecnología para mejorar el diseño de dichas actividades y recursos. En este caso, el dominio estratégico e instrumental de las aplicaciones de IAG y el conocimiento pedagógico se entremezclan para dar lugar a un buen desempeño de la profesión docente.

4. Conclusiones

Aunque nos encontramos en un momento todavía incipiente, hemos visto que las implicaciones de la IAG en el ámbito educativo no son banales. Todo parece apuntar hacia una transformación no sólo de la forma de enseñar y aprender, sino también en aspectos fundamentales de los propios sistemas educativos. A medida que la IAG se consolida como herramienta clave en la generación de contenidos y en los procesos de construcción conocimiento en los diferentes ámbitos profesionales, más inevitable resulta abordar las reformas educativas necesarias para seguir formando a los ciudadanos para que sean competentes en una sociedad que evoluciona a un ritmo exponencial, donde la interacción entre humanos y máquinas será cada vez más estrecha.

Cambios curriculares, nuevas pedagogías y una profesión docente altamente capacitada y proactiva en su formación son los pilares del nuevo paradigma educativo que se abre con esta nueva ola de transformación digital impulsada por la IA.

Las repercusiones en el aula son múltiples, resurgiendo retos recurrentes como la personalización del aprendizaje, ahora a niveles que antes eran difíciles de imaginar, ofreciendo *feedback* dinámico en tiempo real o proporcionando actividades y recursos de aprendizaje autogenerados para alumnos concretos en momentos específicos; también apareciendo retos nuevos como la posibilidad del alumnado de interactuar con asistentes docentes no humanos disponibles 24x7, o la actualización dinámica de currículos y contenidos formativos siguiendo la evolución de la demanda competencial de los entornos profesionales y la publicación de avances en el ámbito científico-tecnológico. Así mismo, la automatización de tareas, cada vez más eficiente, obliga en el ámbito pedagógico a maniobrar hacia metodologías centradas en la reflexión sobre el proceso de aprendizaje, la toma de decisiones, más que en el *análisis forense* de las respuestas a pruebas y actividades. Ello conduce a velar por el desarrollo de habilidades metacognitivas en el alumnado.

Todos estos cambios requieren inversiones, pero también determinación y audacia por parte de las instituciones educativas, agilidad en las administraciones públicas, y predisposición al cambio y a la innovación de la comunidad académica. Permanecer al margen puede equivaler a adquirir un billete de ida con destino a la irrelevancia.

5. Bibliografía

- Adell, J., & Linda, C. (2012). Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes? En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino, & A. Vázquez (Eds.), *Actas del Congreso Internacional de Educación y Tecnología* (pp. 13-32). Asociación Espiral, Educación y Tecnología.
- Anderson, T. (2016). Theories for learning with emerging technologies. En G. Veletsianos (Ed.), *Emergence and Innovation in Digital Learning: Foundations and Applications* (pp. XX-XX). Athabasca University Press. <https://www.aupress.ca/books/120258-emergence-and-innovation-in-digital-learning>
- Cohen, S. (1972). *Folk Devils and Moral Panics*. Routledge.
- Dans, E. (2024, octubre 2). Inteligencia artificial generativa y adopción tecnológica. *Enrique Dans*. <https://www.enriquedans.com/2024/10/inteligencia-artificial-generativa-y-adopcion-tecnologica.html>
- Gallant, T. B. (2023, julio 30). A panel discussion: How can educators maintain academic integrity in the age of GenAI? *International Center for Academic Integrity*. <https://academicintegrity.org/resources/blog/115-2023/july-2023/450-a-panel-discussion-how-can-educators-maintain-academic-integrity-in-the-age-of-genai>
- Gros, B., & Noguera, Í. (2013). Mirando el futuro: Evolución de las tendencias tecnopedagógicas en Educación Superior. *Campus Virtuales. Revista Científica de Tecnología Educativa*, 2(2), 130–140. <http://doi.org/2255-1514>
- Hmoud, M., & Shaqour, A. (2024). AIED Bloom's Taxonomy: A Proposed Model for Enhancing Educational Efficiency and Effectiveness in the Artificial Intelligence Era. *The International Journal of Technologies in Learning*, 31(2), 111-128. <https://doi.org/10.18848/2327-0144/CGP/v31i02/111-128>
- Hodges, C., & Ocak, C. (2023, agosto 30). Integrating generative AI into higher education: Considerations. *Educause Review*. <https://er.educause.edu/articles/2023/8/integrating-generative-ai-into-higher-education-considerations>
- IA Tutor Pro. (2023). *Your knowledge & skills builder*. Recuperado el 10 de octubre de 2024 de <https://www.aitutorpro.ca/>
- Mas García, X. (2023). De la formación digital a la formación con IA: cómo evolucionarán las asignaturas en la universidad [Infografía]. *eLearning Innovation Center, Universitat Oberta de Catalunya*. <http://hdl.handle.net/10609/149101>
- Mas García, X., García Brustenga, G., Martínez-Aceituno, T., & Gómez, D. (2023). Evolución de la taxonomía de Bloom en la era de la inteligencia artificial [Infografía dinámica]. #UOC2TheFuture, *Universitat Oberta de Catalunya*. <https://uoc2thefuture.uoc.edu/es/recursos-conozco/evolucion-taxonomia-bloom-inteligencia-artificial/>
- Miao, F., & Cukurova, M. (2024). *AI Competency Framework for Teachers*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/ZJTE2084>
- Noguera, Í., Pineda i Herrero, P., & Valdivia, P. (2024). Usos i reptes de CHATGPT a la Facultat d'Educació UAB [Informe]. *Universitat Autònoma de Barcelona*. <https://ddd.uab.cat/record/299714>

- QuantumBlack AI by McKinsey. (2024). *The state of AI in early 2024: Gen AI adoption spikes and starts to generate value* [Informe]. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai>
- Ramki, H. (2024, junio 7). The 20 best generative AI tools in 2024. *Zapier*. Recuperado el 10 de octubre de 2024 de <https://zapier.com/blog/generative-ai-tools/>
- SAS Institute. (2024). *Generative AI global research report: Strategies for a competitive advantage* [Informe]. <https://www.sas.com/content/dam/SAS/documents/marketing-whitepapers-ebooks/ebooks/en/generative-ai-global-research-report-113914.pdf>
- Stackpole, B. (2024, agosto 6). The impact of generative AI as a general-purpose technology. *MIT Sloan*. <https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/impact-generative-ai-a-general-purpose-technology>
- Svrluga, S., & Natanson, H. (2023, junio 1). All the unexpected ways ChatGPT is infiltrating students' lives: Far beyond cheating, artificial intelligence is changing the way some students learn and live. *The Washington Post*. <https://www.washingtonpost.com/education/2023/06/01/students-chatgpt-ai-tools/>
- Torrent-Sellens, J. (2023). Inteligencia artificial y empresa industrial: adopción y primeros resultados. En *Encuesta sobre Estrategias Empresariales 2023*. Fundación SEPI. <https://www.fundacionsepi.es/investigacion/esee/LasEmpresasIndustriales2019.pdf>
- Veletsianos, G. (2010). A definition of emerging technologies for education. En G. Veletsianos (Ed.), *Emerging Technologies in Distance Education* (pp. 3-22). Athabasca University Press.
- Wikipedia. (s.f.). General-purpose technology. Recuperado el 10 de octubre de 2024 de https://en.wikipedia.org/wiki/General-purpose_technology
- Wikipedia. (s.f.). Zapier. Recuperado el 10 de octubre de 2024 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Zapier>
- World Economic Forum. (2023, mayo). *Future of jobs report 2023* [Insight Report]. World Economic Forum.

5. ÚS I APLICACIÓ DE LA IAG PER ALS PROCESSOS AVALUATIUS

Miquel Àngel Prats

Blanquera- Universidad Ramon Llull

1. Introducció

El fenomen de les tecnologies digitals no deixa mai indiferents. La pandèmia va accelerar l'arribada de la revolució digital a les nostres vides i a la societat d'una forma com mai ens l'haguéssim imaginat. Els avenços que es preveïen fer en diversos anys s'han fet realitat en pocs mesos.

La digitalització ha arribat per quedar-se i està canviant la manera com treballem, consumim, ens relacionem, ens informem i ens connectem amb els nostres éssers estimats, alhora que multiplica les oportunitats i accelera les potencialitats que la tecnologia ofereix, tot exigint solucions cada cop més àgils i creatives a les demandes socials. Sense adonar-nos, ens hem trobat immersos en plena revolució (industrial) digital 4.0 (Prats, 2022).

De forma resumida, la revolució 4.0 és un terme utilitzat per descriure la tendència actual d'automatització i intercanvi de dades entre tecnologies digitals. Inclou l'ús de sistemes ciberfísics, l'Internet de les coses i la computació en el núvol. Sense por a equivocar-nos, podríem afirmar que la digitalització és la integració de les tecnologies digitals en tots els àmbits de la societat i l'economia i el seu objectiu és augmentar l'eficiència i la productivitat, crear nous models de negoci i millorar la qualitat dels serveis i els productes. La revolució 4.0 és el següent pas en la digitalització de la fabricació (industrial).

En definitiva, és una transformació impulsada per la convergència de les tecnologies físiques, digitals i biològiques que porta a canviar la nostra manera de viure, treballar i interactuar amb el món.

Des de la perspectiva d'aquesta 4a. Revolució Industrial creiem que hem de considerar quines són les tecnologies que canviaran el nostre context, tant l'analògic com el digital (Taula 1) per poder tenir una guia de quines són les orientacions educatives que hem de tenir en compte en clau de futur.

Taula 1: Tecnologies de la 4a. Revolució Industrial

Tecnologies que canvien el món físic	Tecnologies que canvien el món digital
<ul style="list-style-type: none"> • Biotecnologia • Robòtica • Impressió en 3D • Nous materials • Internet de les Coses (Iot) • Transmissió, emmagatzematge i captura d'energia 	<ul style="list-style-type: none"> • Intel·ligència Artificial (IA) • Cadena de blocs (BlockChain) • Noves tecnologies computacionals • Realitat virtual i augmentada

Font: <https://www.salesforce.com/mx/blog/2018/4/Que-es-la-Cuarta-Revolucion-Industrial.htm>

De fet, la transformació digital genera nombroses oportunitats, però actualment també planteja amenaces com una societat mal preparada per al futur. L'omnipresència de la tecnologia en totes les dimensions de l'àmbit personal i social està esborrant a gran velocitat els límits entre l'espai i el temps, la distància entre ser consumidor i ser productor, la diferència entre el temps síncron i l'asíncron, l'assumpció de rols entre qui ensenya i qui aprèn, etc. Aquesta vida indefinida i cada cop a més velocitat, es desenvolupa en una gran part interactuant amb pantalles digitals en lloc de participar en situacions de contacte humà cara a cara i en aquest sentit (Davis, 2013) alerta del risc de perdre les habilitats socials tan importants. També són cada cop més nombroses les veus que alerten del fet que una vida professional i digitalitzada genera cada vegada més estrès i malestar psíquic a causa dels imperatius de disponibilitat, eficiència i eficàcia 24/7 (Crary, 2013; Chul Han, 2012).

2. Algunes breus nocions bàsiques sobre Intel·ligència artificial generativa (IAg)

Una de les tecnologies més representatives de la Revolució 4.0 és la Intel·ligència artificial i el seu ràpid i constant desenvolupament. Des de fa ja un any i mig, les continuades notícies en premsa o a les xarxes socials sobre l'impacte que està produint l'aparició d'aquest nou recurs d'IA de llenguatge generatiu, altrament anomenat ChatGPT està sent molt elevat. I no en va... si provem de tenir una conversa amb aquest xatbot ens quedarem gratament sorpresos -com veurem més endavant- de com és capaç d'interactuar, respondre i servir de forma eficaç -no sempre- allò que se li demana.

I això només ha fet que començar: ChatGPT-3.5 ha estat el primer. I li han seguit Gemini de Google, Grok d'X, Claude d'Anthropic i CoPilot de Microsoft i probablement d'aquí poc tindrem ja la nova versió ChatGPT-5. Són moments veritablement apassionants i d'alta "tensió tecnològica" entre les grans empreses del sector. No hi ha setmana que no aparegui una nova eina que incorpori una solució de forma sorprenent. I a tots nosaltres ens fa dubtar de tot plegat. Per començar, si som capaços de seguir el ritme accelerat i comprendre cap a on va tot això. En definitiva, l'ecosistema tecnològic es troba desbocat en aquests moments. I la cursa pel control dels usuaris i les seves "dades" és cada cop més a prop i es fa cada cop més evident. Benvinguts al segle XXI!

2.1. Però... què és això del ChatGPT?

Segons Prats (2023), ChatGPT és un avançat xatbot conversacional d'intel·ligència artificial desenvolupat per OpenAI. Aquest sistema utilitza un model de llenguatge dissenyat per entendre i generar text en múltiples idiomes i sobre una àmplia gamma de

temàtiques. Mitjançant tècniques de processament del llenguatge natural (NLP) i aprenentatge automàtic, ChatGPT pot interactuar amb els usuaris de manera fluida, responent a preguntes, oferint suggeriments i proporcionant informació que intenta satisfer les necessitats de comunicació de manera eficient i efectiva. Com que es basa en el model de llenguatge GPT (Generative Pre-trained Transformer), ChatGPT no només pot adaptar-se als diferents estils de conversa, sinó que també busca constantment millorar la seva capacitat per generar respostes coherents i significatives. Això fa que sigui una eina potent per a diverses aplicacions, incloent-hi l'educació.

2.2. Aprofundint en els models de llenguatge (LLM's)

ChatGPT és només un exemple d'una categoria més àmplia de models d'intel·ligència artificial coneguts com a models de llenguatge (LLM's). Aquests models són eines d'IA que generen text basant-se en patrons detectats a partir d'enormes quantitats de dades. Funcionen com imitadors sofisticats que, basant-se en les relacions entre paraules i frases que han après durant el seu entrenament, produeixen respostes a les preguntes o suggeriments que se'ls fan. Tot i la seva aparent sofisticació, els LLM's no comprenen realment el significat del text ni poden raonar profundament com un humà; simplement reconeixen i reproduïxen patrons, cosa que pot resultar en respostes que, encara que semblin plausibles, sovint contenen errors o no s'ajusten completament al context.

Figura 1: Idees força dels LLM's aplicats a l'educació.

En el context educatiu, *els LLM's poden oferir diversos avantatges, com ara l'automatització de tasques com la generació de materials d'avaluació o el feedback a l'alumnat*. Per exemple, poden produir ràpidament qüestionaris, redactar comentaris per a treballs o fins i tot proposar activitats d'aprenentatge. No obstant això, *és crucial que els educadors siguin conscients dels riscos associats a confiar excessivament en aquestes eines*. Com que els LLM's no entenen realment el contingut que processen, poden perpetuar errors o biaixos presents en les dades amb què han estat entrenats. A més, les seves respostes solen centrar-se en aspectes superficials, com la correcció gramatical, deixant de banda els aspectes més profunds o conceptuals que són clau per a l'aprenentatge.

Per tant, és essencial que els docents considerin els LLM's com una eina complementària, mai com un substitut de la seva experiència i criteri professional. L'ús d'aquestes tecnologies en l'avaluació hauria d'anar sempre acompanyat d'una revisió crítica dels materials generats, per assegurar-se que compleixen amb els objectius educatius establerts i reflecteixen un enteniment profund del contingut. *Així, els LLM's poden ser una valuosa ajuda en el procés educatiu, sempre que siguin utilitzats sota la supervisió i guia d'educadors competents.*

Font: Elaboració pròpia.

A continuació, s'exposa un llistat dels LLM's més destacats:

1. GPT-3.5 i GPT-4 (OpenAI, <https://openai.com/gpt-4>): Models de llenguatge avançats coneguts per la seva versatilitat i capacitat de generar text coherent en múltiples idiomes.
2. BERT (Google, <https://github.com/google-research/bert>): Dissenyat per entendre el context bidireccional en el text, àmpliament utilitzat en tasques de processament del llenguatge natural.
3. LLaMA i LLaMA 2 (Meta, <https://ai.meta.com/llama/>): Models de codi obert amb diverses mides, dissenyats per a ser eficients i accessibles per a la comunitat d'investigació.

4. Claude (Anthropic, <https://www.anthropic.com>): Model conegut per la seva capacitat de mantenir converses llargues i complexes, amb un fort èmfasi en l'ètica.
5. PaLM (Google, <https://ai.google/discover/palm2/>): Model de gran escala amb capacitats multimodals, destacat per la seva comprensió i generació de llenguatge.
6. Gemini (Google DeepMind, <https://deepmind.google/technologies/gemini/>): Model avançat que combina capacitats de processament de text i imatges, representant l'última generació d'IA multimodal.
7. Grok (xAI -empresa d'Elon Musk, <https://grok.x.ai/>): Model d'IA conversacional dissenyat per oferir respostes amb un toc d'humor i accés en temps real a informació de X (anteriorment Twitter).

Així, Benjamin Riley (2024) subratlla l'efecte dels LLM's en l'àmbit educatiu de la següent manera (Taula 2):

Taula 2: Education Hazards of Generative AI.

Possibilitats i reptes	Avantatges	Inconvenients
Comprensió i funcionament dels LLM's	<ul style="list-style-type: none"> - Poden processar i generar text en temps real, responent ràpidament a les peticions dels usuaris. - Són capaços de reconèixer i reproduir patrons complexos en llenguatge natural, imitant de manera convincent converses humanes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Els LLMs no tenen comprensió real del text que generen, ja que es basen només en patrons estadístics. - Això pot portar a respostes incorrectes o sense sentit, especialment en contextos complexos o quan es requereix una comprensió profunda del tema.
Aplicació en el disseny de situacions d'aprenentatge (SA)	<ul style="list-style-type: none"> - Poden ajudar a generar continguts i seqüències de lliçons de manera ràpida, estalviant temps als docents. - Poden suggerir activitats educatives basades en una gran varietat de fonts, oferint idees noves i diverses. 	<ul style="list-style-type: none"> - La qualitat dels materials generats pot variar considerablement, ja que els LLM's poden basar-se en dades no verificades o de baixa qualitat. - Les seqüències de les SA poden no estar alineades amb els objectius educatius específics o els estàndards curriculars, el que pot afectar negativament l'aprenentatge dels estudiants.
Tutoria i feedback	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilitat com a tutors automàtics. - Ofereixen feedback immediat i continu, el que pot ser útil per a tasques rutinàries o repetitives, com corregir errors gramaticals. 	<ul style="list-style-type: none"> - Poden proporcionar respostes incorrectes o incompletes, especialment en matèries que requereixen una comprensió conceptual profunda. - El feedback sovint es limita a aspectes superficials com la gramàtica, passant per alt la qualitat del raonament o la creativitat de l'estudiant.
Generació de materials i avaluacions	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitat de crear ràpidament una àmplia varietat de materials didàctics i instruments d'avaluació, adaptant-se a diverses necessitats educatives. 	<ul style="list-style-type: none"> - Existeix el risc que els materials generats continguin errors o biaixos derivats de les dades amb què han estat entrenats els LLM's. - Els materials poden reflectir concepcions errònies o estereotips si aquestes són comunes en les dades d'entrenament.
Biaixos i limitacions culturals	<ul style="list-style-type: none"> - Els LLM's reflecteixen una gran quantitat de coneixement disponible en línia, capturant una àmplia gamma de perspectives. 	<ul style="list-style-type: none"> - Els models estan entrenats principalment en dades occidentals i en anglès, cosa que pot introduir biaixos culturals i limitacions en la seva aplicabilitat global. - No poden discernir entre informació correcta i incorrecta, perpetuant així estereotips o informacions esbiaixades si estan presents en les dades d'entrenament.

Capacitat de raonament	<ul style="list-style-type: none"> - Els LLM's poden generar text que aparenta ser complex i ben raonat, especialment quan se'ls proporciona una estructura clara, com en el cas de la tècnica "chain-of-thought prompting". - Poden ser útils per estructurar idees o generar contingut que segueixi un raonament lògic simple. 	<ul style="list-style-type: none"> - Els LLM's no raonen com els humans; simplement reconeixen i apliquen patrons basats en les dades amb què han estat entrenats. Això significa que, tot i semblar lògics, poden generar respostes que no tenen una comprensió real o una lògica profunda. - En situacions noves o que requereixen un raonament fora dels patrons apresos, els LLM's poden produir resultats incorrectes o inadequats, ja que no tenen la capacitat de generalitzar com ho faria un ésser humà. - La seva aparença de raonament pot induir a errors si els usuaris assumeixen que els resultats són fruit d'un raonament complex, quan en realitat són només coincidències estadístiques.
Especulacin sobre el futur de la IA	<ul style="list-style-type: none"> - Els LLM's representen una tecnologia en ràpida evolució, amb el potencial de millorar dràsticament les capacitats d'IA en un futur proper. - Alguns experts esperen que amb més dades i potència computacional, els LLM's puguin desenvolupar noves capacitats o fins i tot assolir formes de raonament més properes a les 	<ul style="list-style-type: none"> - El futur de la IA, i especialment dels LLM's, és incert, amb molts investigadors advertint que aquestes tecnologies podrien arribar a un límit en les seves capacitats actuals. - Especular sobre el futur pot portar a una dependència excessiva (overreliance) de tecnologies que encara no han demostrat ser completament fiables o segures, especialment en àmbits crítics com l'educació.

Font: Elaboració pròpia basada en Riley (2024).

2.3. Quan l'oportunitat d'aprenentatge és el diàleg amb una IA: com fer-li preguntes?

Una de les experiències més fascinants en l'àmbit de la tecnologia educativa recent ha estat descobrir la importància de saber interactuar amb una IA. La clau radica en "formular frases curtes i molt precises" sobre el que vols saber i com ho vols saber, anomenades "prompts" o indicatius.

Per aprofitar al màxim el potencial de ChatGPT i eines similars (Bard, Bing, Claude...), aquí van les 20 recomanacions, pistes i orientacions essencials extretes d'un decàleg de *prompting* d'AIFire.co ¹:

1. Sigues directe i concís: evita cortesies innecessàries. Exemple: "Tradueix aquest text al francès".
2. Descompon tasques complexes: utilitza "*prompts*" o indicatius interactius per desglossar. Exemple: "Primer, resumeix l'article; després, assenyala els punts clau".
3. Sigues directe i concís: evita cortesies innecessàries. Exemple: "Tradueix aquest text al francès".
4. Descompon tasques complexes: utilitza "*prompts*" o indicatius interactius per desglossar. Exemple: "Primer, resumeix l'article; després, assenyala els punts clau".

5. Explicacions simples per a més claredat: utilitza exemples i explicacions simples. Exemple: "Explica'm la teoria de la relativitat com si tingués 11 anys".
6. Incorpora solucions als teus “*prompts*” o indicatius: proporciona accions concretes. Exemple: "Buscaré articles científics per millorar la teva resposta".
7. Afirmacions clares al “*prompt*” o indicatiu: utilitza frases com "La teva tasca és". Exemple: "La teva tasca és identificar les fal·làcies lògiques en aquest argument".
8. Elabora pas a pas: fomenta un enfocament pas a pas. Exemple: “Elabora pas a pas com planificaries una dieta equilibrada”.
9. Naturalitat a les respostes: utilitza el format de resposta a una pregunta. Exemple: "La vostra resposta ha d'incloure exemples".
10. Detalla el teu “*prompt*” o indicatiu: proporciona instruccions específiques. Exemple: "Necessito una llista de supermercats a Barcelona que estiguin oberts fins a mitjanit".
11. Assigneu rols als models de llenguatge: doneu-los un context d'actuació. Exemple: "Com a assistent de viatges, quines recomanacions donaries per visitar Roma?"
12. Fes servir delimitadors en els teus “*prompts*” o indicatius: estructura la informació. Exemple: "Fes servir punt i coma per separar elements; punt per finalitzar oracions".
13. Combina cadena de pensament amb poques mostres: barreja enfocaments per a explicacions. Exemple: “Explica el procés de pensament per arribar a la conclusió que la Terra és rodona”.
14. Estructura clara i formatada: utilitza formats clars, com ara hashtags per a temes rellevants. Exemple: "#Història# Quina va ser la principal causa de la caiguda de l'Imperi Romà?"
15. Canvi d'estil sense afectar l'usuari: manteniu el text natural i accessible. Exemple: "Redacta un correu electrònic a un amic com si fossis jo, mantenint un to amistós".
16. Demana informació específica: demana detalls precisos. Exemple: "Quins són els requisits exactes per aplicar a la Universitat de Cambridge?"
17. Instruccions per a textos a llegir per altres: dona instruccions clares per a assaigs o paràgrafs. Exemple: "Redacta un assaig sobre la influència de la tecnologia a l'educació, assegurant que introdueixis el tema, desenvolupis tres arguments i concloguis".
18. Integra l'audiència al “*prompt*” o indicatiu: considera qui llegirà el resultat. Exemple: "Creeu un missatge de màrqueting per a executius d'empreses".
19. Usa directives afirmatives: prefereix la manera imperativa positiva. Exemple: "Llista els avantatges d'aprendre anglès".
20. Implementa “*prompts*” o indicatius amb exemples dirigits: proporciona pocs, però exemples significatius. Exemple: "Dóna'm un exemple de com la intel·ligència artificial pot millorar la feina diària d'un metge".
21. Utilitza delimitadors per clarificar tasques: defineix clarament els límits de la tasca. Exemple: "Entre cometes, indica la cita textual; entre parèntesis, afegeix la teva interpretació".

¹ Vegeu-ne més a <https://www.aifire.co/>

22. Repeteix per èmfasi : Reforça conceptes o instruccions amb repetició. Exemple: "Recordeu, recordeu sempre verificar les fonts abans de citar informació".

En qualsevol cas, es recomana emprar com a màxima per dialogar i demanar a qualsevol IA, un framework o marc de treball molt senzill anomenat RTF (Rol, Tasca i Format).

El marc de treball RTF és una metodologia senzilla però efectiva per estructurar les peticions a les Intel·ligències Artificials generatives (IAg). Aquest enfocament es basa en tres elements clau (Taula 3):

Taula 3: Model de treball RTF.

R - Rol	T - Tasca
Defineix el paper o la perspectiva que vols que adopti la IA. Això ajuda a contextualitzar la resposta i a obtenir un to i un enfocament adequats. Exemples: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Actua com un professor de primària ▪ Pren el rol d'un expert en màrqueting digital ▪ Assumeix el paper d'un crític literari 	Especifica clarament què vols que faci la IA. Això ajuda a focalitzar la resposta i a obtenir resultats més precisos. Exemples: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Explica el concepte de fotosíntesi ▪ Analitza les tendències actuals en xarxes socials ▪ Fes una crítica de l'última novel·la de l'autor X.
F - Format	Exemple complet d'ús del marc RTF:
Indica com vols que es presenti la informació. Això ajuda a obtenir respostes en l'estil i l'estructura desitjats. Exemples: <ul style="list-style-type: none"> ▪ En forma de llista numerada ▪ Com un assaig de 500 paraules ▪ Utilitzant metàfores senzilles 	R: Actua com un dietista. T: Proporciona un pla d'àpats setmanal per a una persona vegetariana que vol augmentar la seva ingesta de proteïnes. F: Presenta-ho en forma de taula, amb cada dia de la setmana i tres àpats per dia.
Avantatges del marc RTF:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Claredat: Ajuda a formular peticions clares i estructurades. 2. Eficiència: Permet obtenir respostes més precises i rellevants. 3. Versatilitat: Es pot aplicar a una àmplia gamma de temes i necessitats. 4. Consistència: Facilita mantenir un estil coherent en diverses interaccions. 5. Aprenentatge: Ajuda els usuaris a pensar de manera més estructurada sobre les seves necessitats d'informació. 	

Font: Elaboració pròpia.

2.4. *Impacte de la IAg en l'àmbit educatiu: aspectes crítics de veracitat, seguretat i privacitat*

La UNESCO va publicar ara ja fa uns cinc anys el Consens de Beijing sobre la intel·ligència artificial i l'educació², el primer document que proposa consells i recomanacions sobre com treure més profit de les tecnologies d'IA amb vista a la consecució de l'Agenda 2030 d'Educació. El Consens va ser aprovat durant la Conferència internacional sobre la Intel·ligència Artificial a l'Educació que va tenir lloc a Beijing del 16 al 18 de maig de 2019, i va comptar amb la participació de més de 50 ministres, representants internacionals de més de 105 Estats Membres i uns 100 representants d'agències de Nacions Unides, institucions acadèmiques, de la societat civil i el sector privat.

²Vegeu-ne més a <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>

Ja en el document de Consens de Beijing sobre Intel·ligència artificial i l'educació del 2019³ es fa un esment molt singular en dos moments molt concrets: en el preàmbul, quan s'afirma:

El desarrollo de la inteligencia artificial debe estar controlado por el ser humano y centrado en las personas; que la implantación de la inteligencia artificial debe estar al servicio de las personas para mejorar las capacidades humanas; que la inteligencia artificial debe concebirse de manera ética, no discriminatoria, equitativa, transparente y verificable; y que el impacto de la inteligencia artificial en las personas y la sociedad debe ser objeto de seguimiento y evaluación a lo largo de las cadenas de valor (Consens de Beijing, 2019, p.3).

I en l'articulat número 12 quan es recorda:

Si bien la inteligencia artificial ofrece oportunidades para apoyar a los docentes en sus responsabilidades educativas y pedagógicas, la interacción humana y la colaboración entre los docentes y los educandos deben seguir ocupando un lugar esencial en la educación. Tener presente que los docentes no pueden ser desplazados por las máquinas, y velar por que sus derechos y condiciones de trabajo estén protegidos (Consens de Beijing, 2019, p.32).

Per la seva banda, el Consell d'Europa ha treballat també en l'elaboració d'un document de recomanacions sobre la IA⁴ per a regular i començar a posar criteris del seu ús en l'educació tant en l'àmbit de l'escola com el de l'aula, i el paper que ha de tenir en general el sistema educatiu davant dels reptes legals, ètics i democràtics.

3. I en els processos d'avaluació? Què podem fer amb la IAg?

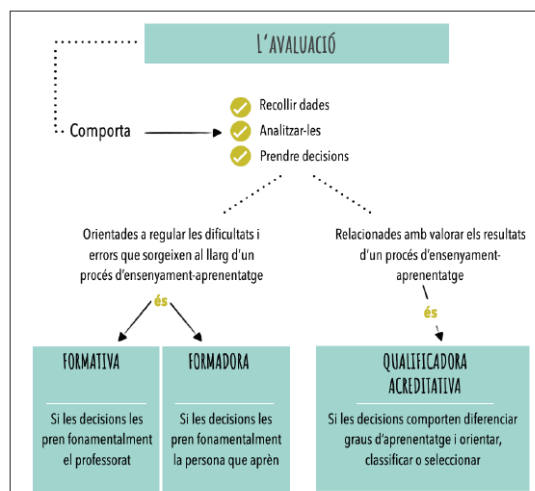
L'avaluació comporta recollir dades, analitzar-les i emetre judicis sobre possibles raons que els expliquen, i prendre decisions, que poden estar orientades fonamentalment a la millora o a la qualificació. A cadascuna d'aquestes fases del procés avaluatiu s'apliquen estratègies i s'utilitzen instruments diversos (Sanmartí, 2019). Per exemple, un examen pot ser útil per a la recollida de dades i també ho pot fer un vídeo o dibuixar un mapa visual. En canvi, una rúbrica és un instrument vàlid per analitzar dades, ja que especifica criteris d'avaluació (que hauran de ser útils per a l'anàlisi). I per a la presa de decisions són necessàries les retroalimentacions i aplicar estratègies per promoure l'autoavaluació i la coavaluació.

Les TIC poden ser útils en cadascuna de les fases i afavoreixen la diversificació en l'ús i l'aplicació d'instruments. Per exemple, un mapa visual es pot fer a mà o amb ajuda de l'ordinador, i això facilita que els estudiants, amb unes aptituds o altres, escullin el mitjà que creguin millor per expressar les seves idees (Domínguez Tasia, 2019). O que coavaluin les seves produccions, utilitzant plataformes o mitjans informàtics que possibilitin disposar de les dades en qualsevol moment i lloc, consensuar-compartir els criteris d'avaluació i proposar idees als companys per millorar.

³Vegeu-ne més a <https://es.unesco.org/news/unesco-ha-publicado-primer-consenso-inteligencia-artificial-y-educacion>

⁴ Vegeu-ne més a <https://rm.coe.int/artificial-intelligence-and-education-a-critical-view-through-the-lens/1680a886bd>

Figura 2: Les finalitats de l'avaluació.



Font: [Avaluar és aprendre](#). Departament d'Educació (2020).

Si l'avaluació s'emmarca en un ensenyament orientat al desenvolupament de competències, serà important que les dades recollides i els criteris d'avaluació siguin coherents amb els objectius competencials i que es promogui l'autonomia de l'alumnat en el seu aprenentatge. És a dir, han de possibilitar reconèixer si l'estudiant és capaç de transferir (aplicar) allò que està aprenent a noves situacions, contextualitzades i complexes. Si només permeten identificar si l'estudiant sap reproduir informacions o aplicar regles o fórmules memorístiques, encara que se l'animi a autoqualificar-se, l'avaluació no seria coherent amb un aprenentatge competencial i significatiu.

En conseqüència, i seguint a Prats et al. (2020), quan es parla d'avaluació es pot referir a diferents tipus depenent de la funció i la finalitat en el procés d'aprenentatge de l'alumnat, sense oblidar que també té la finalitat d'orientar el professorat en l'ajust dels dissenys didàctics i de la seva aplicació amb la finalitat de millorar-los (Taula 4).

Taula 4: Tipus d'avaluació, funcions, finalitats i usos de la IA.

FUNCIÓ	TIPUS	FINALITAT	USOS DE LA IA
DIAGNÒSTICA	AVALUACIÓ INICIAL	<p>Identificar les necessitats educatives de cada alumne</p> <p>Per conèixer actituds, experiències personals, representacions prèvies, formes de raonar, coneixements assimilats...</p> <p>Permet valorar la situació de cada estudiant i del grup en iniciar el procés d'E-A.</p> <p>Professors i alumnes prenen consciència dels punts de partida i, així, el procés es pot adaptar a les necessitats detectades i personalitzar-lo.</p> <p>També permet que els estudiants representin els objectius de les activitats que realitzaran.</p>	<p>IA per a l'anàlisi de les respostes obertes en tests diagnòstics per determinar els estils d'aprenentatge i necessitats educatives dels estudiants.</p> <p>Ex. Utilització d'un sistema de IA que analitza les respostes dels estudiants en tests diagnòstics a través de processament de llenguatge natural (PLN) per a identificar patrons en el seu raonament i comprensió.</p>

REGULADORA	AVALUACIÓ FORMATIVA	<p>Informar sobre els processos d'E-A Permet al professorat fer el seguiment del procés d'E-A: l'adequació, l'organització dels temps i de les tasques, la detecció de les dificultats dels aprenents i de les seves causes, i la proposta d'accions per superar-les, per adaptar la seqüència didàctica a les necessitats d'aprenentatge de l'alumnat i per donar retroalimentacions (<i>feedback</i>) idònies.</p>	<p>Eines de IA que proporcionen feedback instantani i personalitzat en treballs d'escriptura o projectes creatius. Ex. Una plataforma d'aprenentatge adaptatiu que utilitza IA per a ajustar el contingut i les activitats basant-se en les interaccions dels estudiants, proporcionant així una retroalimentació personalitzada i immediata.</p>
		<p>Promoure que l'alumnat generi propostes per millorar els seus processos d'E-A Possibilita que els estudiants aprenguin a detectar les seves dificultats, entenguin les seves causes i prenguin decisions per superar-les (aprendre de l'error). Per a això necessiten apropiat-se dels objectius d'aprenentatge i criteris d'avaluació i aprendre a anticipar i planificar les operacions necessàries per resoldre una tasca.</p>	<p>Sistemes de IA que guien els estudiants en la detecció i correcció dels seus errors en temps real durant activitats d'aprenentatge interactiu. Ex. Software que incorpora IA per a simular experiments de laboratori, permetent als estudiants explorar diferents escenaris i rebre suggeriments per millorar les seves tècniques experimentals.</p>
QUALIFICADORA /CERTIFICADORA	AVALUACIÓ DE RESULTATS (SUMATIVA)	<p>Comprovar i certificar els progressos de l'alumnat Permet sistematitzar, estructurar i recapitular, així com valorar els resultats obtinguts al final d'un procés d'ensenyament-aprenentatge i les diferències entre el punt de partida i el final. En determinats moments de cada curs, també té una funció qualificadora que informa dels resultats alhora que pot tenir una funció certificadora al final de l'etapa. Al professorat li possibilita detectar aquells aspectes de la seqüència d'ensenyament que caldrà modificar.</p>	<p>IA que analitza el progrés dels estudiants al llarg del curs i genera informes sumatius personalitzats per a cada estudiant. Ex. IA que realitza anàlisi de dades de gran volum per a avaluar el rendiment dels estudiants a través de múltiples activitats i proves, proporcionant una visió integral dels seus progressos i àrees per millorar.</p>

Font: Prats (2020).

4. Beneficis i riscos de la IAg en els processos d'avaluació

Segons García-Peñalvo (2024), aquests serien els beneficis d'emprar la IAg en els processos d'avaluació:

1. Automatització i eficiència. Les eines de IAg permeten automatitzar tasques repetitives i laborioses. En el context de l'avaluació, això vol dir que tasques com la correcció d'exàmens escrits, particularment d'elecció múltiple o de respostes curtes, o la generació de casos pràctics i exercicis, etc. poden realitzar-se amb més rapidesa, permetent al professorat dedicar més temps a la instrucció i la realimentació personalitzada.
2. Avaluacions personalitzades. La IAg té la capacitat d'analitzar el rendiment i les necessitats individuals dels estudiants per generar avaluacions adaptades a cada perfil. Això no sols proporciona una experiència d'aprenentatge més individualitzada, sinó que també ajuda a identificar àrees específiques de millora.
3. Repensar els processos d'avaluació. L'arribada de la IAg torna a posar sobre la taula l'oportunitat i la necessitat de repensar i innovar en l'avaluació, amb una aproximació més propera a l'avaluació orientada a l'aprenentatge (Sanmartí, 2019).

Allò que també cal afegir:

4. Establiment d'un punt de partida i arribada: L'IA permet establir una avaluació inicial i final, possibilitant mesurar la progressió dels alumnes en un període de formació.
5. Informació sobre processos d'aprenentatge i ensenyament: Pot proporcionar dades sobre com aprenen els alumnes i com ensenyen els docents, establint relacions de covariació entre tots dos.
6. Autoavaluació i autoregulació: Pot aportar dades clau per a que tant alumnes com docents puguin autoavaluar-se i autoregular les seves actuacions.
7. Coherència curricular i interdisciplinarietat: Afavoreix la coherència entre el que s'ensenya i s'aprèn i pot promoure la interdisciplinarietat i la transferència d'aprenentatge entre disciplines.
8. Equitat en l'educació: En el context de corporacions educatives, l'IA pot ajudar a equiparar el perfil dels alumnes, assegurant una qualitat d'aprenentatge similar independentment de la ubicació geogràfica.

En el cas dels riscos, García-Peñalvo (2024) destaca els següents:

1. Risc sobre dependència tecnològica. A mesura que les eines basades en IAg es tornen més rellevants, hi ha el risc que professorat i estudiantat en depenguin massa, descuidant habilitats crucials de raonament, anàlisi i síntesi.
2. Ús inadequat. Una preocupació vàlida és que els estudiants puguin fer un ús inapropiat d'aquestes eines per completar tasques i exàmens sense realment aprendre i adquirir les competències esperades.
3. Avaluació d'habilitats abstractes. Si bé la IAg pot ser eficaç en avaluar respostes objectives, enfronta dificultats quan es tracta d'avaluar habilitats més abstractes, com ara la creativitat, l'empatia o l'habilitat d'argumentació crítica.
4. Preocupacions ètiques. La recol·lecció i l'anàlisi de dades de l'estudiantat per eines de IAg poden plantejar problemes relacionats amb la privadesa i l'ús ètic de la informació.

Allò que també cal afegir:

5. Biaixos en la presa de decisions. La IAg pot estar subjecta a biaixos en les dades d'entrenament, cosa que pot portar a decisions injustes o inexactes.

6. Accés i equitat. La implementació de la IAg pot requerir recursos significatius, cosa que podria ampliar la bretxa entre institucions amb diferents nivells de recursos.
7. empremta de carboni. Emprar la IAg suposa una important càrrega de contaminació en el planeta i en la sostenibilitat global. Vetllar pel seu ús responsable és cabdal.

En resum, l'ús de la IAg en els processos d'avaluació transforma profundament l'educació, oferint personalització, eficiència i innovació. Permet la creació automàtica de continguts d'avaluació adaptats, proporciona feedback instantani i personalitzat, i facilita formats d'avaluació més rics i interactius. No obstant això, cal abordar els reptes ètics, com el biaix i la privacitat, per assegurar pràctiques justes i responsables (Tabla 5). La integració conscient de la IA pot millorar significativament l'aprenentatge i l'avaluació, fent-los més alineats amb les necessitats individuals dels estudiants.

Taula 5: Dimensions dels processos d'avaluació amb la IAg amb facilitadors i dificultadors.

Dimensions	Facilitadors	Dificultadors
Avaluació dels coneixements i competències específiques	Automatització i personalització de preguntes, adaptació a diversos nivells d'aprenentatge, eficiència en la creació de contingut.	Risc de biaixos en les dades d'entrenament, dificultats en la validació de la complexitat dels coneixements.
Feedback personalitzat i desenvolupament de competències	Feedback instantani i específic, suport a l'aprenentatge individualitzat, millora del seguiment de competències.	Necessitat de balancejar el feedback automatitzat amb la intuïció pedagògica, gestió de la sobrecàrrega d'informació.
Innovació en formats d'avaluació	Formats d'avaluació interactius i immersius, adaptació realista al context d'aprenentatge, engagement dels estudiants.	Desafiaments tècnics en el desenvolupament i implementació, necessitat de recursos i formació específica.
Ètica i responsabilitat en l'ús de la IA	Promoció de la transparència i la justícia, consciència sobre la privacitat i l'ús ètic de les dades, formació en competències digitals.	Riscos associats a la privacitat i seguretat de les dades, desafiaments en la regulació i normatives.

Font: Elaboració pròpia.

5. Recomanacions per a una implementació responsable i efectiva

La IAg ofereix oportunitats inèdites per millorar i optimitzar els processos d'avaluació. Tanmateix, la seva implementació a l'entorn educatiu s'ha de fer amb precaució i responsabilitat. Aquí es detallen algunes recomanacions clau per garantir una incorporació efectiva i ètica d'aquesta tecnologia a l'àmbit educatiu:

1. **Transparència:** És essencial que els estudiants i docents entenguin com la IAg funciona i com s'utilitza dins del procés d'avaluació per assegurar la confiança en els resultats.
2. **Formació del professorat:** Els docents han de rebre formació sobre com utilitzar eficaçment la IAg en els processos d'avaluació per aprofitar al màxim el seu potencial i evitar malentesos.

3. Participació de l'estudiantat: Incloure els estudiants en el disseny i desenvolupament de les avaluacions assistides per IA pot ajudar a garantir que s'adrecin a les seves necessitats i interessos.
4. Ètica i privadesa: Cal tenir en compte les qüestions ètiques, incloent la privadesa de les dades dels estudiants i la justícia en l'avaluació.
5. Revisió humana: Encara que la IA pot ser molt útil en l'avaluació, és important que hi hagi una revisió humana dels resultats per assegurar la justícia i la comprensió contextual.
6. Ús complementari: La IA hauria de ser utilitzada com a eina complementària, no com a substitut total del judici professional dels docents.
7. Actualització i manteniment: Les eines d'IA requereixen actualitzacions i manteniment regular per assegurar que segueixin sent efectives i rellevants.
8. Diversitat i inclusió: Cal dissenyar i programar les IA amb consideració a la diversitat dels estudiants per evitar biaixos i assegurar una avaluació equitativa.
9. Feedback constructiu: Utilitzar la IA per proporcionar feedback constructiu i personalitzat que pugui ajudar a l'estudiant a millorar en l'àrea específica de necessitat.
10. Monitorització i avaluació contínues: Es necessita una avaluació contínua de l'eficàcia de la IA en els processos d'avaluació per assegurar-se que compleixen amb els objectius educatius.
11. Foment del pensament crític: La IA pot ser utilitzada per crear situacions o problemes que requereixen una anàlisi profunda i una solució crítica, ajudant així a fomentar el pensament crític entre els estudiants.
12. Exploració contínua: L'exploració contínua es refereix a l'ús de la IA per a promoure l'aprenentatge autodirigit i la curiositat constant, proporcionant als estudiants recursos i materials d'aprenentatge personalitzats basats en els seus interessos i necessitats.

6. Alguns recursos d'IA sobre avaluació

A partir d'una selecció de Muñoz (2024), algunes de les eines o recursos tecnològics específics més destacats per poder explorar les possibilitats de la IA en l'àmbit dels processos avaluatius són:

1. DreamBox - <https://www.dreambox.com/> - Per a l'aprenentatge de matemàtiques que utilitza la IA per adaptar el contingut segons el progrés de l'alumnat, oferint exercicis personalitzats per a cada un dels alumnes.
2. Knewton - <https://www.wiley.com/en-es/education/alta> - Ofereix aprenentatge adaptatiu que utilitza algorismes d'IA per ajustar el contingut i les preguntes d'avaluació segons les habilitats, el rendiment i el progrés de l'estudiant.
3. Smart Sparrow - <https://www.smartsparrow.com/> - Proporciona eines d'avaluació adaptativa basades en IA per crear experiències d'aprenentatge personalitzades, brindant retroalimentació instantània i s'ajusten en funció del rendiment de l'estudiant adaptant el contingut segons les seves fortaleses i debilitats.
4. Quizalize - <https://www.quizalize.com/> - Permet a les persones educadores crear qüestionaris interactius i avaluacions que s'adapten automàticament al nivell d'habilitat de cada estudiant, així el professorat pot dissenyar avaluacions personalitzades, assignar-les als estudiants i fer un seguiment del progrés individual de cada un.

5. Gradescope - <https://www.gradescope.com/> - Aquesta eina d'IA permet als docents dissenyar exàmens amb facilitat i rapidesa. Utilitza la IA per avaluar automàticament les respostes dels estudiants, la qual cosa permet als docents estalviar temps i centrar-se en l'ensenyament. Es pot provar el conjunt complet de funcions a través d'una prova institucional i posteriorment es pot continuar utilitzant el pla Bàsic de forma gratuïta.
6. Rubrik - <https://edtk.co/rubrik/> - Plataforma en línia que ens guia en la creació de rúbriques efectives i personalitzades. Utilitzant la IA, l'eina ens ajuda en la definició d'objectius d'aprenentatge clars, en la creació de criteris d'avaluació adequats i en la generació de rúbriques. Projecte d'EduTEKA d'ús gratuït.

7. Per saber-ne més

En aquests temps accelerats d'informació confusa, el desenvolupament professional docent ha d'estar fonamentat en la formació continuada i accedir a fonts fiables. Per continuar aprenent, proposo consultar aquest document de referència on es trobarà una guia ràpida i pedagògica de poder interactuar amb ChatGPT de la manera més eficaç: https://drive.google.com/file/d/140BaOxJCw3Fyn_gmFK5z_09u4luJjYk/view.

I si es vol continuar aprofundint amb altres tasques, aquests dos documents també ajudaran a fer un bon ús del “prompting” o dels indicatius a ChatGPT: https://www.kdnuggets.com/publications/sheets/ChatGPT_Cheatsheet_Costa.pdf i <https://edtech.worlded.org/wp-content/uploads/2023/07/campgpt-prompt-book-May-2024.pdf>.

Deixo també algunes referències bàsiques per seguir explorant i aprenent: <https://drive.google.com/file/d/1xkGjG7oxDKp-WRN-k2iTo2-ulym1sCKN/view>

Per últim, recomano visitar dues pàgines més:

- En primer lloc, la pàgina és la biblioteca digital de la UNESCO on es publiquen periòdicament informes sobre l'impacte de la IA a l'educació: <https://unesdoc.unesco.org/> i on el seu portal específic sobre IA a l'educació: <https://www.unesco.org/es/digital-education/artificial-intelligence>

I, en segon lloc, la pàgina de l'ISTE on tenen un bon conjunt de recursos formatius sobre IA per a educadors: <https://iste.org/ai>.

8. Bibliografia

Chul Han, B. (2012). *La sociedad del cansancio*. Herder.

Comissió Europea. (2022). *Directrius ètiques sobre l'ús de la intel·ligència artificial (IA) i les dades en l'educació i la formació per als educadors*. Oficina de Publicacions de la Unió Europea. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d81a0d54-5348-11ed-92ed-01aa75ed71a1/language-es/format-PDF/source-277678362>

Crary, C. (2013). *24/7. Late capitalism and the ends of sleep*. Verso.

Davis, M. (2013). Dialectics of time and technology in liquid modernity. *Thesis Eleven*, 118(1), 7–118. <https://doi.org/10.1177/0725513613500268>

Domínguez Tasia, M. (2019). Visual thinking en matemáticas. Dibujar para sintetizar y regular el pensamiento. *Uno: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 86, 38–42.

- Fundació Ferrer i Guàrdia. (2020). *Bretxes digitals: noves expressions de les desigualtats*. https://www.ferrerguardia.org/download/BRETXADIGITAL2020_CAT.pdf
- Gardó Huerta, H. (Dir.), & Martínez Romero, H. (Coord.). (2022). *Els algorismes a examen: Perquè l'IA a educació*. Fundació Bofill. <https://fundaciobofill.cat/publicacions/els-algorimes-a-examen>
- García-Peñalvo, F. (2024). Cómo afecta la inteligencia artificial generativa a los procesos de evaluación. *Cuadernos de Pedagogía*, 549, Enero 2024.
- Giannini, S. (2023). *Generative AI and the future of education*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385877>
- Marcet, X. (2023). *Management humanista*. Plataforma Editorial.
- Merino Rubio, M., & Gómez Cardosa, D. (2023). Possibles usos de la IA generativa dins el procés d'avaluació. <https://hdl.handle.net/10609/148306>
- Miao, F. (2022). *K-12 AI curricula: A mapping of government-endorsed AI curricula*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602>
- Moure, B. (2023). Aquest és el "FULLA DE TRUCS" de ChatGPT. *YouTube*. <https://www.youtube.com/watch?v=PFPAcyWxKm0>
- Muñoz, J. M., Lorenzo, N., & Suñé, X. (2024). *Intel·ligència artificial a la microeducació: Transformant l'aula del futur*. Odite. <https://ciberespinal.org/intel·ligencia-artificia-a-la-la-microeducaciotransformant-laula-del-futur/>
- OCDE. (2021). *Recommendation of the Council on Artificial Intelligence*. OECD Legal Instruments. <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>
- Prats, M. À., Sanmartí, N., & Oró, I. (2020). Evaluar para aprender con el apoyo de herramientas y recursos digitales. *Aloma: Revista de Psicología, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna*, 38(2), 9–20. <https://doi.org/10.51698/aloma.2020.38.2.9-20>
- Prats, M. À. (2022). *Viure en digital: Com eduquem per al món d'avui*. Eumo.
- Prats, M. À. (2023). Eines i recursos per treballar a l'aula. *Revista Perspectiva Escolar*, 420.
- Riley, B., & Bruno, P. (2024). Education hazards of generative AI. *Cognitive Resonance*. <https://www.cognitiveresonance.net>
- Sabzalieva, E., & Valentini, A. (2022). *ChatGPT i intel·ligència artificial a l'educació superior: Guia d'inici ràpid*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146_spa
- Sanmartí, N. (2019). *Evaluar y aprender: Un único proceso*. Octaedro.
- Swiecki, Z., Khosravi, H., Chen, G., Martinez-Maldonado, R., Lodge, J. M., Milligan, S., Selwyn, N., & Gašević, D. (2022). Assessment in the age of artificial intelligence. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100075>

UNESCO. (1996). *Learning the treasure within: Report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-First Century*. UNESCO.

UNESCO. (2019). *Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development*. UNESDOC Digital Library.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>

UNICEF. (2020). *La educación frente al COVID-19: Propuestas para impulsar el derecho a la educación durante la emergencia*.
<https://www.unicef.es/educa/biblioteca/la-educacion-frente-al-covid-19>

UNICEF. (2021). *Policy guidance on AI for children*. Office of Global Insight & Policy.
<https://www.unicef.org/globalinsight/reports/policy-guidance-ai-children>

6. LA REGULACIÓN DE LA IAG EN EL ÁMBITO DE LA DOCENCIA

José-Manuel Silva Alcalde
Universitat Autònoma de Barcelona

1. Introducción

Cualquier intento de escribir un artículo de investigación sobre la denominada Inteligencia Artificial Generativa (IAG) ¹, popularizada de manera definitiva por el Chat GPT abierto al público en noviembre de 2022, está dramáticamente destinado a la obsolescencia en un plazo muy breve de tiempo. Es incluso posible que en el momento en que este artículo aparezca publicado, la velocidad de los cambios tecnológicos lo haya convertido ya en una antigualla. Y, sin embargo, es preciso reflexionar e investigar sobre el impacto de esta tecnología en nuestra vida cotidiana, especialmente, en el ámbito educativo, objeto de este volumen de investigación colectiva.

La rápida generalización del uso del Chat GPT y otras herramientas similares a lo largo de 2023 ha provocado reacciones diferentes en la comunidad académica mundial:

En una especie de “pánico moral” la comunidad académica global ha respondido a este fenómeno de forma heterogénea y en gran parte reactiva, con reacciones que van desde la incredulidad, el temor y un profundo rechazo, hasta la sensación de que vivimos el cambio más disruptivo que ha ocurrido en el último siglo. (Sánchez Mendiola y Carbajal, 2023, p. 71).

Como nos recuerdan Lim, Gunasekara, Pallant, Pallant y Pechenkina (2023), la IAG provoca varias paradojas que se mueven entre el *Ragnarök* ² y una gran oportunidad de renovar completamente el sistema educativo:

At their extremes, the former position views Generative AI as a form of Ragnarök, bringing about the destruction of the education system, while the latter sees it as a reformation,

¹ Lim, Gunasekara, Pallant, Pallant y Pechenkina (2023) definen la IAG como “*a technology that (i) leverages deep learning models to (ii) generate human-like content (e.g., images, words) in response to (iii) complex and varied prompts (e.g., languages, instructions, questions)*”.

² “El *Ragnarök* es la batalla cataclísmica entre las fuerzas del caos y las del orden en la mitología nórdica, que acaba con el mundo y mata a la mayoría de los dioses y sus adversarios, dando lugar al nacimiento de un nuevo mundo” (Mark, 2021). Es decir, el fin del mundo tal como lo conocemos actualmente.

bringing a new dawn of accessible information and automation to enhance the footprint and quality of education (Lim et al., 2023, p. 3).

En todo caso, el objeto del presente artículo no es hacer predicciones o augurios sino revisar y resumir, en el momento en que se está redactando, cuál es la normativa reguladora de la IAG en el campo de la docencia universitaria y preuniversitaria. Tal vez esa restricción temática permite acotar los riesgos de caducidad del contenido de esta investigación, especialmente desde que se aprobaron por la Comisión Europea de la UE las *Directrices éticas sobre el uso de la inteligencia artificial (IA) y los datos en la educación y formación para los educadores* (Comisión Europea, 2022) y posteriormente el Reglamento de la Unión Europea sobre Inteligencia Artificial (conocido como AIC (*Artificial Intelligence Act*), en marzo de 2024. Aunque en el mundo cibernético cualquier intento de regulación equivale a "poner puertas al campo", como reza un refrán popular español³, al menos existe una normativa europea que aporta referencias éticas y legales que puedan servir de guía para docentes y estudiantes en el uso de esta tecnología. Previamente se había aprobado un documento de recomendaciones de la UNESCO⁴ (2021) sobre los aspectos éticos del uso de la IA.

En definitiva, el presente artículo repasa y resume la normativa y literatura sobre el objeto de estudio mencionado, la regulación del uso de la IAG en el ámbito de la docencia, en el ámbito europeo y español.

2. Regulación genérica de la IAG en la UE

2.1. La AIC (*Artificial Intelligence Act*). Aprobación y entrada en vigor

Después de años de negociación y de cambios, el 13 marzo de 2024 (Alonso, 13 de marzo de 2024), los 27 Estados miembros de la UE respaldaron de manera unánime el Reglamento Europeo sobre Inteligencia Artificial (la Ley de AI, conocida como AIC, siglas de Artificial Intelligence Act), reafirmando el acuerdo político alcanzado en diciembre de 2023. La ley se aprobó en el Parlamento Europeo con 523 votos a favor, 46 en contra y 49 abstenciones. Del mismo modo, las Comisiones de Mercado Interior y Libertades Civiles del Parlamento Europeo votaron 71-8 (7 abstenciones) para aprobar el resultado de las negociaciones con los Estados miembros sobre la Ley AI. La aprobación del texto definitivo se produjo el 13 de junio de 2024.

La AIC se ha publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea el día 12 de julio de 2024, entrará en vigor a los 20 días de su publicación, aunque su aplicación se hará de manera progresiva y no será plena hasta el 2 de agosto de 2026, con algunas excepciones (Martínez García, 19 de julio de 2024).

2.2. La AIC (*Artificial Intelligence Act*). Resumen de las líneas generales

Según EU AI ACT (2024)⁵, la Ley se puede resumir en estos cuatro puntos:

³ "Intentar/querer/no poder poner puertas al campo: poner límites o restricciones a algo que no se puede controlar" (españolavanzado.com, 2024).

⁴ Muy interesante también el trabajo sobre IA generativa y el futuro de la educación de Giannini (2023), también editado por la UNESCO, o los trabajos de Miao (2021 y 2022) y Sabzalieva y Valentini (2023).

⁵ Esta referencia sobre la AI ACT es en realidad un bloc creado por Uuk (2024) que se mantiene constantemente actualizado sobre las novedades de esta reglamentación en la UE.

1. La Ley de IA clasifica la Inteligencia Artificial en función de su riesgo. Esta idea de riesgo es reiterada a lo largo de toda la norma. Se prohíben los riesgos inaceptables (por ejemplo, los sistemas de puntuación social y la IA manipuladora). Una parte importante del texto regula los sistemas de IA llamados de “alto riesgo” (si bien hay normas específicas para considerar o no un sistema de alto riesgo⁶). Una sección más breve de la norma se ocupa de los sistemas de IA de “riesgo limitado”, sujetos a obligaciones de transparencia menos exigentes: los desarrolladores e implantadores deben garantizar que los usuarios finales sean conocedores de que están interactuando con IA (chatbots y deepfakes). El “riesgo mínimo” no está regulado (por ejemplo, los videojuegos con IA y los filtros de spam, aunque los cambios en este ámbito son muy rápidos).
2. La mayor parte de las obligaciones recae en los proveedores o desarrolladores de sistemas de IA de alto riesgo. La norma se aplica a los desarrolladores que pretendan comercializar o poner en servicio sistemas de IA de alto riesgo en la UE, con independencia de que tengan su sede en la UE o en un tercer país. Y también a los proveedores de terceros países en los que el producto del sistema de IA de alto riesgo se utiliza en la UE.
3. Los usuarios son aquellas personas físicas o jurídicas que despliegan un sistema de IA a título profesional, no los usuarios finales afectados. Los usuarios (implantadores) de sistemas de IA de alto riesgo tienen algunas obligaciones, aunque menos que los proveedores (desarrolladores). La norma se aplica a los usuarios ubicados en la UE y a los usuarios de terceros países en los que la producción del sistema de IA se utiliza en la UE.
4. En relación a la IA de propósito general⁷ (modelos GPAI), la ley determina que Todos los proveedores de modelos GPAI deben proporcionar documentación técnica, instrucciones de uso, cumplir la Directiva sobre derechos de autor y publicar un resumen sobre los contenidos utilizados para la formación. En cuanto a los proveedores de modelos GPAI de licencia libre y abierta sólo tienen que respetar los derechos de autor y publicar el resumen de datos de formación, a menos que presenten un riesgo sistémico.

Todos los proveedores de modelos GPAI que presenten un riesgo sistémico -abiertos o cerrados- también deben realizar evaluaciones de modelos, pruebas de adversarios, rastrear y notificar incidentes graves y garantizar protecciones de ciberseguridad.

⁶ El artículo 6 y el Anexo III del Reglamento IA establecen los criterios y casos para clasificar un sistema como de alto riesgo. El punto 5 del artículo 6 establece que “La Comisión, previa consulta al Consejo Europeo de Inteligencia Artificial (en lo sucesivo, «Consejo de IA»), y a más tardar el 2 de febrero de 2026, proporcionará directrices que especifiquen la aplicación práctica del presente artículo en consonancia con el artículo 96, junto con una lista exhaustiva de ejemplos prácticos de casos de uso de sistemas de IA que sean de alto riesgo y que no sean de alto riesgo”.

⁷ Se conoce como “inteligencia artificial de propósito general” (GPAI) aquella “forma avanzada de inteligencia artificial que se ha desarrollado para tener la capacidad de resolver una amplia variedad de problemas”. La IAPG se diferencia de la IAPE (inteligencia artificial de propósito específico) en que la IAPE está diseñada para resolver un problema específico y no puede generalizar para resolver otros problemas. La IAPG es capaz de aprender, razonar y hacer juicios de manera similar a la de los humanos. Es capaz de comprender el lenguaje natural, procesar imágenes y realizar tareas que requieren toma de decisiones complejas” (Hurtado Arias, 1 de mayo de 2023).

3. Regulación específica de la IAG en el ámbito de la docencia en la UE

3.1. Directrices éticas sobre el uso de la inteligencia artificial y los datos en la educación y formación para los educadores

Como se ha comentado en la introducción, la Comisión Europea aprobó en 2022 un documento específico elaborado por un grupo de expertos con directrices éticas (de carácter orientativo y sin valor normativo), para el uso de la IA y los datos en la educación:

...diseñadas para ayudar a los agentes educativos a comprender el potencial que pueden tener las aplicaciones de IA y el uso de datos en la educación y para concienciar sobre los posibles riesgos. De ese modo podrán interactuar de forma positiva, crítica y ética con los sistemas de IA y aprovechar todo su potencial. (C. Europea, 2022, p. 11).

En palabras de Mariya Gabriel, comisaria europea de Innovación, Investigación, Cultura, Educación y Juventud de la UE en aquel momento y autora de la introducción al documento:

La inteligencia artificial (IA) se está convirtiendo en un elemento ubicuo de nuestra economía y nuestra sociedad. Naturalmente, también ha llegado a nuestras escuelas. El uso de la IA en la educación ha dejado de enmarcarse en un futuro lejano. Ya está cambiando el modo en que trabajan las escuelas, las universidades y los agentes educativos, y también cómo aprenden nuestros hijos (C. Europea, 2022, p. 6).

El documento establece, en primer lugar, una serie de requisitos que debe cumplir la IAG para poder ser utilizada en el ámbito de la docencia y la educación. Son requisitos recomendables para cualquier sistema de IA que se utilice en el ámbito de la educación que tratan de abordar los problemas que puede generar su uso, como el riesgo de sesgo o de error que afecte a los resultados educativos.

Los requisitos son los siguientes (C. Europea, 2022, p. 19):

1. La capacidad de acción y vigilancia humanas, incluidos los derechos fundamentales, los derechos de los niños, la capacidad de acción y la vigilancia humanas.
2. La transparencia, incluidas la trazabilidad, la explicabilidad y la comunicación.
3. La diversidad, no discriminación y equidad, en particular la accesibilidad, el diseño universal, la prevención de sesgos injustos y la participación de las partes interesadas, lo que permite el uso independientemente de la edad, el género, las capacidades o las características, con especial atención a los estudiantes con necesidades especiales
4. El bienestar social y medioambiental, en particular la sostenibilidad y el respeto del medio ambiente, el impacto social, la sociedad y la democracia.
5. La privacidad y gobernanza de datos, en particular el respeto de la privacidad, la calidad y la integridad de los datos, así como el acceso a ellos.
6. La solidez técnica y seguridad, en particular la resiliencia frente a los ataques, la protección y la seguridad general, la precisión, la fiabilidad y la reproducibilidad.
7. La rendición de cuentas, incluidas la auditabilidad, la minimización de los efectos negativos y su notificación, los compromisos y las compensaciones.

Dichos requisitos pretenden pueden ayudar a los agentes educativos, directores de centros y proveedores de tecnología a evaluar las repercusiones, abordar los riesgos y

optimizar los beneficios de los sistemas de IA desplegados y utilizados en la educación. Son recomendaciones que sirven para orientar el desarrollo y el uso de sistemas de IA fiables.

El documento ofrece ejemplos concretos de aplicaciones de IA, como el uso de robots conversacionales para asistir a estudiantes y padres en tareas administrativas, y plantea preguntas orientativas para garantizar la transparencia, solidez técnica y la privacidad en el uso de estos sistemas.

En cuanto al marco jurídico para la IA, se remite al Reglamento de la UE (aprobado posteriormente) que incluye requisitos obligatorios para sistemas de "alto riesgo" en educación. De hecho, el Reglamento ya publicado prevé también en su art. 96 que “La Comisión elaborará directrices (*de carácter genérico*) sobre la aplicación práctica del presente Reglamento”, por lo que cuando estas sean aprobadas servirán de complemento (o su caso sustituirán) a las actualmente vigentes desde 2022.

Estas directrices están diseñadas para ayudar a los educadores a comprender el potencial y los riesgos de la IA y a interactuar de manera crítica y ética con estos sistemas

Se destaca la importancia de una planificación colaborativa y reflexiva en la implementación de la IA en las escuelas. Esto incluye una revisión interna constante y la capacidad de retroceder ante consecuencias no deseadas, asegurando una aplicación ética y eficaz de la IA en la educación.

Hay que destacar que planea sobre todo el texto la importancia de un enfoque equilibrado que maximice los beneficios y minimice los riesgos del uso de la IA en la educación.

3.2. La regulación normativa de la docencia en la IA ACT

En cuanto a la regulación específica de la IA en el campo de la docencia, la IA ACT ya citada hace algunas referencias (más bien pocas), directas o indirectas, a la educación y al uso de la IA en este ámbito.

En primer lugar, entre los sistemas de IA prohibidos, considerados de riesgo inaceptable, el artículo 5 IA ACT establece, entre otros, los siguientes (que podrían afectar al campo educativo):

1. Despliegue de técnicas subliminales, manipuladoras o engañosas para distorsionar el comportamiento y perjudicar la toma de decisiones con conocimiento de causa, causando un daño significativo.
2. Explotar las vulnerabilidades relacionadas con la edad, la discapacidad o las circunstancias socioeconómicas para distorsionar el comportamiento, causando daños significativos.
3. Puntuación social, es decir, evaluar o clasificar a individuos o grupos basándose en comportamientos sociales o rasgos personales, causando un trato perjudicial o desfavorable a esas personas.
4. Inferir emociones en lugares de trabajo o centros educativos, salvo por razones médicas o de seguridad.

Por el contrario, están permitidos, siempre que no se consideren “sistemas de alto riesgo” y se justifique documentalmente (de acuerdo con los criterios establecidos por el art. 6 IA ACT, según lo comentado en el apartado 2.1. del presente trabajo), los siguientes que pueden afectar al ámbito de la educación y la formación profesional (Anexo III, 3 IA ACT):

1. Sistemas de IA destinados a ser utilizados para determinar el acceso o la admisión a centros educativos y de formación profesional a todos los niveles, o para distribuir a las personas físicas entre dichos centros.
2. Sistemas de IA destinados a ser utilizados para evaluar los resultados del aprendizaje, incluidos los utilizados para orientar el proceso de aprendizaje de las personas físicas en centros educativos y de formación profesional a todos los niveles.
3. Sistemas de IA destinados a ser utilizados para evaluar el nivel de educación adecuado que recibirá una persona o al que podrá acceder, en el contexto de los centros educativos y de formación profesional o dentro de estos a todos los niveles.
4. Sistemas de IA destinados a ser utilizados para el seguimiento y la detección de comportamientos prohibidos por parte de los estudiantes durante los exámenes en el contexto de los centros educativos y de formación profesional o dentro de estos a todos los niveles ⁸.

La IA ACT regula también el funcionamiento y objetivos de la Oficina Europea de la IA (creada por Decisión de la Comisión Europea de 24 de enero de 2024), sobre todo para impartir orientaciones en esta materia. De ese modo, la IA ACT prevé que esta Oficina pueda invitar a participar en la elaboración de códigos de buenas prácticas a los proveedores de modelos de GPAI y a las autoridades nacionales competentes, mientras que la sociedad civil, la industria, el mundo académico, los proveedores posteriores y los expertos independientes podrán también apoyar el proceso.

La Oficina de IA, dependiente de la Comisión, es la responsable de supervisar la aplicación efectiva y el cumplimiento de los proveedores del modelo GPAI.

4. Regulación específica de la IAG/docencia en España

Aunque la reciente normativa europea de carácter reglamentario es de aplicación en cada país de la UE, ha habido intentos previos de regular el uso de la IAG en España que no contradicen la normativa aprobada.

La pregunta fundamental es cómo afrontar el uso de la IAG en el ámbito de la docencia. Como nos recuerda Martínez, C. (2024) “recurrir a ChatGPT u otro sistema similar para un trabajo de clase es una tentación que muchos alumnos no pueden evitar”.

En este apartado vamos a analizar si existe una normativa específica en España que regule el uso de la IAG en la docencia (tanto desde la perspectiva de los alumnos como de los profesores).

4.1. Normativa del Gobierno de España en materia de uso de la IA en el campo de la docencia

El Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, adscrito al Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes aprobó un documento guía sobre el uso de la IA en el ámbito educativo (INTEF, 2024). Es por tanto una guía, no tiene valor normativo, y además, las competencias en materia educativa

⁸ Sobre el uso de la IAG para el reconocimiento facial de los alumnos en los exámenes a distancia, en España ya se ha dictado una sentencia en la que se confirma una sanción económica a la UOC (una universidad catalana que solo imparte cursos online) por utilizar el reconocimiento facial en los exámenes (Molins, Albert, 1 de agosto de 2024).

recaen en las comunidades autónomas, por lo que este documento puede considerarse una referencia interesante en este ámbito, pero sin rango legislativo ni reglamentario.

Dicho documento define los principales conceptos relacionados con la IA, y parte de la idea de que la IA “promete revolucionar la forma en la que enseñamos y aprendemos” y “ofrece nuevas oportunidades para mejorar la eficacia y la equidad” (p. 2). Considera que la IA está transformando la educación en aspectos como la personalización del aprendizaje, el desarrollo de contenido educativo, la optimización de procesos de evaluación y la gestión eficaz de tareas administrativas” (p.3).

El documento analiza de manera específica las posibilidades de uso de la IA en la enseñanza con la finalidad de “crear entornos educativos dinámicos y estimulantes que inspiren a nuestro alumnado a ser más curioso, más creativo y más crítico en su búsqueda del conocimiento”, para “aprovechar sus ventajas y mitigar sus riesgos” (p.5). Es decir, que la IA puede mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje, pero exige un enfoque ético y responsable para que todos los alumnos se beneficien de una manera equitativa y justa. Para ello, considera necesario establecer un marco regulatorio y el documento ya ha sido actualizado y hace referencia al Reglamento de IA aprobado por la UE y publicado en julio de 2024.

En otro apartado analiza las posibilidades y aplicaciones de la IA en la educación (y distingue tres vertientes diferentes: “enseñar para la IA, sobre la IA y con la IA” (p.7). También, siguiendo los criterios de la UE, reconoce cuatro casos de uso de la IA en este ámbito: enseñanza de los estudiantes, apoyo a los estudiantes, apoyo al profesorado y apoyo al sistema. A partir de esos cuatro casos, concreta tres perfiles en los que los agentes educativos y alumnado pueden utilizar la IA:

1. Perfil del alumnado (como creador y consumidor). Aquí destaca algunos desafíos y limitaciones ante el uso de esta herramienta, como la falta de competencia de los alumnos, la brecha digital de acceso, la dependencia excesiva de este tipo de herramientas para el aprendizaje (con la consiguiente reducción de su capacidad de pensamiento crítico y limitación de su creatividad), vulnerabilidad de los datos personales de los estudiantes, la limitación de enfoques heterogéneos y diversos, la falta de calidad y precisión del contenido generado por la IA (a menudo contiene errores), la necesidad de fomentar la autonomía y el pensamiento crítico, establecer políticas de protección específicas de los datos personales, diseñar sistemas de IA inclusivos y equitativos y facilitar sistemas de préstamo y reciclaje de dispositivos en los centros (pp. 9-10). Concluye que el alumnado no debe limitarse al uso de la IA para simplificar sus tareas, sino para mejorar su aprendizaje, crear contenidos digitales, analizar datos y efectuar predicciones, etc., además de beneficiarse de una gran variedad de recursos y herramientas educativas como consumidores.
2. Perfil del docente (creación de recursos, personalización del aprendizaje, evaluación, gestión y automatización de procesos). También se analizan los desafíos y limitaciones para el personal docente, como la escasez de formación en esta materia, el impacto negativo en la percepción del rol del profesorado, la privacidad y seguridad de los datos, los sesgos, la falta de calidad y diversidad en el contenido generado por la IA y las imprecisiones en la evaluación (pp. 12-13). Para combatir esos desafíos se proponen una serie de estrategias y medidas preventivas. El profesorado debe intervenir activamente en la creación de recursos y contenido automatizado, la adaptación a diferentes idiomas, y es necesario personalizar el aprendizaje a las necesidades de cada estudiante. También se

- a. incluyen recomendaciones para el uso de la IA en los procesos de evaluación y la gestión administrativa.
3. Perfil del centro educativo/administración (entorno visual de aprendizaje, orientación educativa/profesional, gestión administrativa y automatización de procesos). La integración de la IA en el sector educativo plantea también desafíos en la gestión y mejora de los centros docentes. Se producirá resistencia al cambio por parte de algunos miembros del personal por miedo a ser sustituidos en su trabajo, existe una brecha digital en algunos centros, no hay aún evidencias empíricas sobre la eficacia de la IA en el aprendizaje y en general se constata una falta de competencias digitales en la sociedad. Para combatir todo ello es imprescindible invertir en formación, en desarrollo profesional, en tecnología, en investigación y evaluación de manera continuada, en programas de alfabetización digital y en observar una estricta transparencia y ética en el uso de la IA (pp. 17- 18).

El documento del INTEF también incluye un decálogo sobre ética y uso de los datos en el ámbito de la IA (p. 20) y recomienda que la IA ha de contener, tratar o dar solución a dilemas éticos como:

- Integración respetuosa y sostenible. La IA debe usarse para el bien de la humanidad y evitar dañar o perjudicar a las personas o al medio ambiente.
- Transparencia y conciencia. Los sistemas de IA deben ser transparentes en su funcionamiento y decisiones, permitiendo que las personas comprendan cómo funcionan y por qué toman ciertas decisiones.
- Equidad y no discriminación. Debemos desarrollar y utilizar los sistemas de IA de manera justa y equitativa, evitando cualquier tipo de discriminación o sesgo hacia personas o grupos específicos.
- Robustez y seguridad. Los sistemas de IA deben ser robustos y seguros, protegidos contra ataques que puedan poner en riesgo a las personas o a la sociedad.
- Privacidad y protección de datos. La IA debe respetar la privacidad de las personas y proteger sus datos personales, asegurando su uso responsable y ético.
- Supervisión humana. La IA debe estar bajo supervisión humana, asegurando que las personas mantengan el control sobre su desarrollo y uso, y que no se tomen decisiones autónomas que puedan afectar negativamente a la sociedad.
- Compatibilidad humana. La IA debe ser diseñada para ser compatible con los valores y la dignidad humana, respetando la autonomía, la libertad y la privacidad de las personas.
- Promoción del bienestar social. La IA ha de ser utilizada para promover el bienestar social y el desarrollo sostenible, contribuyendo a la solución de problemas globales como la pobreza, el cambio climático y las enfermedades.
- Aprendizaje colaborativo. Al implementar un sistema o herramienta de IA, hay que fomentar la participación de distintos agentes para garantizar diferentes perspectivas y valores.
- Reflexión y anticipación. Debe existir una evaluación continua sobre el impacto ético y social de la IA, anticipando posibles riesgos y desafíos futuros, y promoviendo un diálogo abierto y transparente entre todos los interesados.

En realidad, como puede comprobarse, este decálogo contiene aspectos genéricos no pensados específicamente para el ámbito educativo sino para todo el espectro posible de usos de la IA.

El último punto del documento citado (INTEF, 2024, pp. 22-23), y tal vez el más interesante, incluye una serie de propuestas prácticas para que los docentes aborden los aspectos éticos de la IA con su alumnado. Por ejemplo, analizar casos de discriminación en procesos de selección de personal o de acceso a servicios financieros por culpa de los sesgos algorítmicos de la IA. Ya se han detectado casos reales en los que la IA aplica racismo encubierto según el dialecto que utilizan las personas (Bracero, 29 de agosto de 2024). Otras propuestas consisten en la detección de *deepfakes*⁹, para discernir entre información veraz y falsa, o en tomar consciencia de la dependencia tecnológica y de la necesidad de proteger la seguridad y privacidad de los datos personales.

Las conclusiones del documento destacan que “la IA promete revolucionar la enseñanza y el aprendizaje a través de la personalización del aprendizaje, la tutoría virtual, la automatización de tareas administrativas, el análisis de datos o el desarrollo de recursos educativos” (INTEF, 2024, p. 24). Sin embargo, insiste en la necesidad de formar a toda la comunidad educativa para que adquiera conocimientos en relación a la IA para reducir sus riesgos y asegurar un uso ético y responsable para que beneficie a todos de manera equitativa y justa.

4.2. Normativa catalana en materia de uso de la IA en el campo de la docencia

En alguna comunidad autónoma, como Catalunya¹⁰, también se ha aprobado alguna norma para regular el uso de esta tecnología en las aulas. En concreto, el Departamento de Educación de la Generalitat de Catalunya aprobó y publicó el documento “*La intel·ligència artificial en l’educació: orientacions i recomanacions per al seu ús als centres*” (2024), que se puede consultar íntegramente a través del enlace citado en la bibliografía de este trabajo. El documento está destinado a los centros docentes¹¹.

Por su interés, sin perjuicio de las normas que otras comunidades hayan podido aprobar en este mismo ámbito, el mencionado documento se puede resumir en sus aspectos más importantes de la siguiente manera:

- Se aportan orientaciones y recomendaciones para el uso de la IA en los centros docentes, una vez comprobado que, desde la aparición del Chat GPT en 2022, el alumnado empieza a utilizar esta tecnología con una repercusión notable. No se trata, por tanto, de imponer una norma o establecer prohibiciones ni verdades absolutas, sino de formar al profesorado y “fomentar la reflexión entre los docentes y los claustros” (p. 4). Se plantean oportunidades y desafíos de la IA, dudas e incertezas que aún están pendientes de resolver.
- Se detallan los posibles ámbitos de utilidad de la IA en el sistema educativo:
 - a. Apoyo en el aprendizaje del alumnado, mediante buscadores, revisores lingüísticos, traductores, lectores y aprendizaje asistido como simuladores, realidad aumentada, realidad virtual o metaverso. Para ello es preciso formar a los docentes para que acompañen a los alumnos en el

⁹ Un *deepfake* es un video, una imagen o un audio generado que imita la apariencia y el sonido de una persona. También llamados «medios sintéticos», son tan convincentes a la hora de imitar lo real que pueden engañar tanto a las personas como a los algoritmos (SEON, s.f.). Sobre detección de *deepfake*, cfr. Martínez, Guardia y Castillo (2020) y sobre las consecuencias jurídicas del uso de *deepfakes*, cfr. Trujillo (2023).

¹⁰ El Gobierno de Canarias (2024) también ha publicado un documento en la misma línea que se puede consultar en la bibliografía.

¹¹ En la misma línea, también hay entidades privadas de prestigio en Catalunya en el ámbito educativo, como la Fundació Bofill, que han editado guías muy interesantes para el uso de la IA en la docencia (Gardó Huerta y Martínez Romero, 2022).

- uso de esta tecnología, para que lo hagan de manera consciente y para que resulte de utilidad en su proceso de aprendizaje, advirtiéndolo de los riesgos de un uso inapropiado de la misma. El objetivo fundamental de cualquier uso de la IA en la docencia es el aprendizaje, respetando siempre los derechos y libertades de las personas. Hay que mantener una actitud crítica y reconocer que hay supuestos en los que la IA no tiene ningún efecto en el aprendizaje, y por ello habrá que descartar su uso.
- b. Apoyo a los docentes para facilitar la generación de actividades, evaluación de los alumnos o la personalización de los aprendizajes. Para ello, como ya se ha comentado, es preciso formar a los docentes en el manejo de estas herramientas. También se indican las actividades más recomendables en las que es útil el uso de la IAG. El riesgo de que los alumnos utilicen las aplicaciones para hacer las tareas escolares como si fueran propias existe (y de momento no es posible detectar el uso de la IA en un trabajo), pero habrá que establecer límites en su uso. El documento también cita una infografía de la UOC con 10 metodologías activas para trabajar con IA que pueden resultar de utilidad. Hay que insistir siempre en la necesidad de citar las fuentes utilizadas por parte de los alumnos. En cualquier caso, la IA puede resultar muy útil para los docentes en procesos de diseño de actividades (se citan herramientas como Magic School, que permite crear rúbricas o preguntas tipo test) o para diseñar instrumentos de evaluación.
 - c. Apoyo a los centros educativos para mejorar los sistemas de recogida de datos, para detectar perfiles de riesgo o para facilitar procesos de evaluación conjunta. En este campo, en un futuro próximo, la IA puede hacer aportaciones muy fructíferas a partir de la introducción de una cantidad importante de datos. Por ejemplo, permitirá analizar los datos de evolución del alumnado y establecer previsiones sobre su aprendizaje y tomar medidas para reforzarlo. También se podrán diseñar planes de formación del profesorado más acordes a sus necesidades, a partir del análisis de los datos de que se disponen.
 - d. Apoyo al sistema educativo en la recogida de datos para la toma de decisiones en caso de necesidad de intervención, prevenir el absentismo y el abandono escolar, detectar perfiles de profesorado o facilitar procesos administrativos. Las necesidades de recogida de datos serán cada vez más exigentes, y en esos procesos la IA también puede resultar de mucha utilidad.
- El documento aporta una relación de los recursos disponibles de utilidad para trabajar con el alumnado, con la advertencia de la rapidez de los cambios que se producen en este campo. Cita, por ejemplo, entre muchos otros, la aplicación *LearningML*, que permite trabajar con imágenes, textos y números de manera muy sencilla, o el *Teachable Machine*, que permite trabajar también con sonidos y vídeos para detectar posiciones corporales. También cita algún proyecto práctico de IA como el de la ISTE (*International Society of Technology*) o General Motors, que han creado guías para enseñar lo que es la IA al alumnado de diferentes etapas educativas. Se incluye una advertencia especial para evitar la introducción de datos personales (incluidas su imagen o su voz) de los alumnos, ya que, en el caso de los menores de edad, es un colectivo especialmente vulnerable. Las herramientas de reconocimiento facial, por tanto, no están recomendadas. En general, no se aconseja el uso de la IA en el aula a los menores de 13 años, y entre

los 13 y 18 se precisa autorización paterna. Finalmente, cita otras herramientas para utilizar en el aula y una muy interesante, *AI Educator Tools*, que ayuda a encontrar la aplicación educativa de IA más útil para cada supuesto.

- El documento también detalla los límites y desafíos de la IA, concretados en los siguientes:
 - a. Privacidad: es muy importante no proveer nunca de datos personales reales a los sistemas de IA, y tampoco resulta fácil explicar cómo en ocasiones se utilizan las redes neuronales para la obtención de resultados
 - b. Vigilancia: exige la monitorización constante del alumnado, algo que en ocasiones puede resultar contraproducente
 - c. Falta de autonomía en las personas
 - d. Sesgos: la IA aprende de datos generados por humanos que a menudo tienen sesgos y pueden provocar discriminación si no se tienen en cuenta.
 - e. Confianza excesiva: la IA puede generar información verosímil que no existe en la realidad, crear alucinaciones, ya que se inventa información. Hay que analizar sus datos con espíritu crítico.
 - f. Brecha digital: las herramientas son inicialmente gratuitas, pero para utilizar todas sus prestaciones precisan adquirir una versión “Premium” de pago, por lo que puede generar desigualdades en sus usuarios (alumnos o centros).
 - g. Protección de datos: no hay demasiada transparencia en el tratamiento del uso de los datos personales de los usuarios y de terceros, que puede afectar de manera sensible a los menores. Habrá que exagerar la prudencia en el uso de dichos datos.
- Finalmente, a modo de resumen y conclusión, el documento destaca los aspectos clave que el profesorado ha de tener en cuenta en relación con el uso de la IA, entre los cuales:
 - a. La necesidad de incorporar esta tecnología al ámbito docente con un espíritu crítico para aprovechar las oportunidades que presenta y los riesgos que plantea en materia de privacidad, manipulación, posible pérdida de autonomía del alumno, etc.
 - b. La exigencia de un buen uso de la IA en la docencia, con una especial atención del profesorado para optimizar esta herramienta.
 - c. El aprovechamiento de las oportunidades que ofrece en este ámbito, como los buscadores, correctores, revisores de textos, programas de aprendizaje asistido, realidad virtual, recogida de datos, detección de perfiles de riesgo y apoyo para establecer políticas educativas a partir de la generación de conocimiento del trabajo con datos.

5. Conclusiones

Del análisis de toda la normativa y documentación expuesta en este trabajo de investigación se pueden proponer las siguientes conclusiones:

1. La única normativa “stricto sensu” sobre IA vigente en el ámbito europeo es el Reglamento aprobado el pasado 13 marzo de 2024 por la Comisión Europea y publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea el día 12 de julio de 2024, el llamado Reglamento Europeo sobre Inteligencia Artificial (la Ley de AI, conocida como AIC, siglas de Artificial Intelligence Act).

2. La norma mencionada, la AIC, no regula de manera específica el uso de la IA en el ámbito educativo, aunque hay algunas referencias específicas a esa materia, sino que pretende establecer un marco general de uso de la IA, con especial preocupación por los sistemas de riesgo y el control de operadores y desarrolladores. También crea la Oficina de la IA, dependiente de la Comisión Europea, como la responsable de supervisar la aplicación efectiva y el cumplimiento de los proveedores del modelo GPAI (inteligencia artificial de propósito general)
3. Respecto a las alusiones directas al ámbito educativo, la AIC prohíbe, por ejemplo, los sistemas de IA que persigan “Inferir emociones en lugares de trabajo o centros educativos, salvo por razones médicas o de seguridad” y en cambio permite, en determinadas circunstancias y con justificación documental, los sistemas de IA destinados a ser utilizados para determinar el acceso o la admisión a centros educativos y de formación profesional a todos los niveles, o para distribuir a las personas físicas entre dichos centros, para evaluar los resultados del aprendizaje, para evaluar el nivel de educación adecuado que recibirá una persona o al que podrá acceder, y para el seguimiento y la detección de comportamientos prohibidos por parte de los estudiantes durante los exámenes en el contexto de los centros educativos y de formación profesional o dentro de estos a todos los niveles.
4. Como puede comprobarse, la regulación de la IA en el Reglamento aprobado persigue combatir los riesgos del uso de estas herramientas en el ámbito educativo, aunque también permite su utilización en la selección, evaluación y detección de comportamientos prohibidos del alumnado durante los exámenes.
5. Al margen del Reglamento, tanto la UNESCO en su día, como la UE, y los gobiernos de los Estados miembros (o sus gobiernos regionales cuando estos ejercen las competencias en el ámbito educativo, como en el caso de España) han aprobado guías, directrices éticas y otros documentos similares que, aunque no tienen rango normativo ni fuerza legal para que su contenido sea impuesto a los centros educativos y al resto de operadores del campo docente, sí pueden resultar de mucha utilidad a la hora de aplicar el uso de la IA en este ámbito.
6. Finalmente, aunque es cierto que la IAC plantea dudas y retos y puede generar muchos riesgos en el campo docente, también hay que reconocer las oportunidades que puede ofrecer para facilitar determinados procesos administrativos en los centros educativos y, sobre todo, para colaborar a la adquisición de un mayor conocimiento a alumnos y profesores, del mismo modo que, en su momento, la aparición de Internet despertó algunas suspicacias, pero con el tiempo hay que reconocer el gran avance que ha representado en el campo de la investigación académica o en general de la educación a todos los niveles. Un buen uso de la IA en este campo representa una oportunidad manifiesta de mejora del sistema educativo. En cuanto a la regulación, en un tema que evoluciona de manera tan vertiginosa, habrá que reaccionar con celeridad a los cambios y regular desde la UE de la manera más eficaz posible no solo para minimizar los riesgos sino también para facilitar las oportunidades que ofrece.

En palabras de Sánchez y Carbajal (2023):

Se concluye que estas herramientas tienen un gran potencial educativo, así como limitaciones y posibles efectos negativos, que deben ser analizados con rigor académico

por los diversos actores que participan en el acto educativo, para que docentes, estudiantes e instituciones educativas las aprovechen adecuadamente (Sánchez & Carbaja, 2023, p. 71).

6. Bibliografía

- Alonso, R. (2024, 13 de marzo). Europa aprueba la primera ley de inteligencia artificial de la historia: estas son sus claves. *Diario ABC*. <https://www.abc.es/tecnologia/europa-aprueba-primer-ley-inteligencia-artificial-historia-20240313175642-nt.html>
- Bracero, F. (2024, 23 de agosto). La IA aplica racismo encubierto según el dialecto que utilizan las personas. *La Vanguardia*. <https://www.lavanguardia.com/vida/20240828/9896549/ia-aplica-sesgos-racistas-encubiertos-dialecto-personas.html>
- Comisión Europea. (2022). *Directrices éticas sobre el uso de la inteligencia artificial (IA) y los datos en la educación y formación para los educadores*. Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/898>
- Español Avanzado. (2024). Poner puertas al campo: significado. *EspañolAvanzado.com*. <https://www.espanolavanzado.com/significados/2112-poner-puertas-al-campo-significado>
- EU AIC Artificial Intelligence Act. (2024). *AI Act Explorer*. <https://artificialintelligenceact.eu/es/ai-act-explorer/>
- Gardó Huerta, H., & Martínez Romero, H. (2022). *Els algorismes a examen: Per què l'IA a educació?* Fundació Bofill. <https://fundaciobofill.cat/es/publicaciones/los-algoritmos-a-examen>
- Generalitat de Catalunya. Departament d'Educació. (2024). *La intel·ligència artificial en l'educació: Orientacions i recomanacions per al seu ús als centres*. <https://repositori.educacio.gencat.cat/handle/20.500.12694/5718>
- Giannini, S. (2023). *Generative AI and the future of education*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385877_spa
- Gobierno de Canarias. (2024). *La inteligencia artificial en el ámbito educativo*. Área de Tecnología Educativa de la Dirección General de Ordenación de las Enseñanzas, Inclusión e Innovación, Consejería de Educación, Formación Profesional, Actividad Física y Deportes. https://www.gobiernodecanarias.org/cmsweb/export/sites/educacion/web/_galerias/descargas/otros/2024_02_29_guia_ia_en_educacion.pdf
- Hurtado Arias, U. A. (2023, 1 de mayo). Explorando el potencial de la inteligencia artificial de propósito general. *Sistemas Olympia Blog*. <https://sistemasolympia.com/explorando-el-potencial-de-la-inteligencia-artificial-de-proposito-general/>
- IA ACT (2024). Reglamento (UE) 2024/1689 del Parlamento Europeo y del Consejo. *Diario Oficial de la Unión Europea*. Recuperado de <https://www.boe.es/doue/2024/1689/L00001-00144.pdf>

- INTEF (2024). Guía sobre el uso de la inteligencia artificial en el ámbito educativo. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación de Profesorado, Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes. Recuperado de https://code.intef.es/wp-content/uploads/2024/07/Gu%C3%ADa-sobre-el-uso-de-la-IA-en-el-%C3%A1mbito-educativo-INTEF_2024.pdf
- Lim, W. M., Gunasekara, A., Pallant, J. L., Pallant, J. I., & Pechenkina, E. (2023). Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators. *The International Journal of Management Education*, 21(2), 100790. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100790>
- Mark, J. (2021). Ragnarök, definición. *World History Encyclopedia*. Recuperado de <https://www.worldhistory.org/trans/es/1-16423/ragnarok>
- Martínez, V. C., Guardia, M. L. G., & CASTILLO, G. P. (2020). Alfabetización moral digital para la detección de *deepfakes* y *fakes* audiovisuales. *Cuadernos de Información y Comunicación*, 25, 165-181: <https://doi.org/10.5209/ciyc.68762>
- Martínez, Carolina (2024). Inteligencia Artificial: ¿Una herramienta para el bien común o un arma contra la democracia? La IA invade la educación. *Revista Perfiles*, 398, 8-20. Recuperado de <https://revistaperfiles.com/sociedad/una-herramienta-para-el-bien-comun-o-un-arma-contrala-democracia/>
- Martínez García, Inés (2024, 19 de julio). El Reglamento de la Unión Europea sobre la inteligencia artificial entrará en vigor el 2 de agosto de 2026. *Dykinson Libros/Noticias*. Recuperado de <https://www.dykinson.com/noticias/843/>
- Miao, Fengchun [et al.] (2021). AI and education: guidance for policy-makers. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379376>
- Miao, Fengchun (2022). K-12 AI curricula: a mapping of government-endorsed AI curricula. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>
- Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital (2024). El Reglamento Europeo de IA, en resumen. Recuperado de https://portal.mineco.gob.es/es-es/digitalizacionIA/sandboxIA/Documents/20220919_Resumen_detallado_Reglamento_IA.pdf
- Molins, A. (2024, 1 de agosto). Un juez confirma la multa a la UOC por usar reconocimiento facial en los exámenes. *La Vanguardia*. <https://www.lavanguardia.com/vida/20240731/9843253/juez-confirma-multa-20-000-euros-uoc-reconocimiento-facial-examenes-distancia.html>
- Parlamento Europeo. (2024). Ley de IA de la UE: primera normativa sobre inteligencia artificial. Dirección General de Comunicación, en : https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2023/6/story/20230601STO93804/20230601STO93804_es.pdf
- Sabzalieva, E., & Valentini, A. (2023). ChatGPT e inteligencia artificial en la educación superior: Guía de inicio rápido. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146_spa
- Sánchez Mendiola, M., & Carbajal Degante, E. (2023). La inteligencia artificial generativa y la educación universitaria: ¿Salió el genio de la lámpara? *Perfiles Educativos*, 45(Especial), 70-86. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2023.Especial.61692>

- Seon (s.f.). ¿Qu3 es el deepfake? *SEON, Glosario*. Recuperado de <https://seon.io/es/recursos/glosario/deepfake/>
- Trujillo, C. (2023, noviembre). El derecho a la propia imagen (y a la voz) frente a la inteligencia artificial. *InDret*: <https://indret.com/wp-content/uploads/2024/01/1841.pdf>
- UNESCO (2021). Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. Sector de ci3ncies socials i humanes. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_spa
- UNESCO (2019). Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education. Document de reuni3n. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>
- Universitat Oberta de Catalunya (2023). 10 Metodologies i activitats per avaluar i aprendre amb la IA generativa. Recuperado de <https://uoc2thefuture.uoc.edu/recursos-conec/10-metodologies-i-activitats-per-avaluar-i-aprendre-amb-la-ia-generativa/>
- Uuk, R. (2024). EU Artificial Intelligence Act. *Future of Life Institute*. Recuperado de <https://artificialintelligenceact.substack.com/>

7. IRRUPCIÓN DE LA IA EN EDUCACIÓN SUPERIOR

Laura Fornons Casol
Isabel del Arco Bravo
Universitat de Lleida

1. Contextualización

En los últimos años, la sociedad ha experimentado transformaciones profundas impulsadas por el avance tecnológico, que se ha integrado en todos los aspectos de nuestra vida cotidiana. Entre estos desarrollos, la irrupción de la Inteligencia Artificial (IA) se destaca como una de las innovaciones más influyentes, aunque sus orígenes históricos se remontan a la década de 1930. En ese entonces, Alan Turing, ampliamente reconocido como el precursor de la IA y de la informática moderna, estableció los cimientos para la resolución de problemas computacionales a través de la generación de algoritmos (Fan et al., 2020).

Es crucial comenzar con una definición común de inteligencia artificial (IA). Este capítulo emplea una de las formulaciones más recientes, propuesta por el European Commission High-Level Expert Group on Artificial Intelligence:

La inteligencia artificial (IA) se refiere a sistemas que muestran un comportamiento inteligente al analizar su entorno y tomar acciones – con cierto grado de autonomía – para lograr objetivos específicos. Los sistemas basados en IA pueden estar basados puramente en software y actuar en el mundo virtual (por ejemplo, asistentes de voz, análisis de imágenes, software, motores de búsqueda, sistemas de reconocimiento facial y de voz) o IA pueden integrarse en dispositivos de hardware (p. ej. robots avanzados, coches autónomos, drones o aplicaciones de Internet de las cosas)” (AI HLEG, 2019, p.1).

Con el tiempo, esta tecnología ha evolucionado para adquirir mayores niveles de autonomía y sofisticación. La Comisión Europea (2021) amplió esta definición al introducir una perspectiva más flexible que contempla la posibilidad de que los sistemas de IA evolucionen de forma independiente, desarrollando capacidades de autoaprendizaje y creación de algoritmos sin intervención humana.

Ya en los años 50, Turing había planteado una pregunta fundamental que guiaría la investigación en IA: ¿podría una máquina creada por el ser humano actuar y tomar decisiones de manera indistinguible de las personas? Más adelante, en 1956, la IA fue reconocida formalmente como un campo de estudio durante la Conferencia de Dartmouth, un evento que proclamó que la IA no solo era factible, sino que, con el tiempo, podría igualar e incluso superar la inteligencia humana (Hirani et al., 2024).

Desde entonces, la IA ha avanzado en diversas etapas, caracterizadas por innovaciones técnicas y una creciente especialización que parecen consolidarla como una herramienta esencial para abordar los desafíos complejos de nuestra sociedad contemporánea (del Arco, 2023). Como explica López de Mántaras (2018), el progreso de la IA ha sido posible en gran medida gracias a la disponibilidad de vastas cantidades de datos accesibles en red y a los avances en la computación de alto rendimiento, que permiten su análisis a gran escala.

En la actualidad, la inteligencia artificial (IA) se ha establecido como un recurso altamente eficaz para la automatización de procesos complejos y la generación de respuestas rápidas en áreas como la toma de decisiones, el aprendizaje automático y el reconocimiento de patrones. Entre sus aplicaciones más relevantes en el presente destacan sistemas de traducción automática, vehículos autónomos, aplicaciones móviles con capacidades avanzadas de reconocimiento de voz y herramientas de marketing inteligente, además de robots para la salud y el entretenimiento.

En este contexto, resulta pertinente recordar la evolución de los tres estadios fundamentales en el desarrollo de la IA, etapas que han marcado su avance y transformación.

1. El primer estadio corresponde a la *Artificial Narrow Intelligence* (ANI), en el que los sistemas podían realizar múltiples cálculos avanzados y resolver problemas específicos con gran rapidez, pero dependían enteramente de la información proporcionada por los humanos.
2. El siguiente estadio, conocido como *Artificial general intelligence* (AGI), representa un punto en el que la IA alcanza aplicaciones más sofisticadas y personalizadas; habilidades cognitivas similares a las humanas, con capacidad de aprendizaje y adaptación. En esta fase, los sistemas de IA son capaces de operar sin intervención humana directa para cada tarea, pues pueden aprender de experiencias previas y aplicar ese conocimiento a nuevas situaciones.
3. Finalmente, el estadio más avanzado, aún teórico, es *Artificial Superintelligence* (ASI), una forma de IA que hipotéticamente superaría las capacidades humanas en todos los aspectos, incluyendo creatividad, habilidades sociales y toma de decisiones complejas. Aunque la ASI aún no ha sido desarrollada, el impacto de sus posibles aplicaciones ya plantea debates éticos y desafíos tecnológicos significativos.

En el campo educativo, el subcampo de la *Artificial Intelligence in Education* (AIED) ha evolucionado gracias a innovaciones que integran teoría educativa y tecnología avanzada, cambiando profundamente la forma en que estudiantes aprenden y docentes enseñan (Doroudi, 2022). Estos desarrollos permiten no solo adaptar el aprendizaje y enriquecer la retroalimentación, sino también gestionar amplios volúmenes de datos educativos (Bond et al., 2024).

La reciente aparición de modelos generativos de texto e imágenes, como ChatGPT y DALL-E, ha impulsado una revisión de los usos de la IA en educación superior, planteando interrogantes sobre ética, preparación, confianza y regulación (Holmes et al., 2021; Khosravi et al., 2022). En respuesta, diversos gobiernos han establecido marcos regulatorios pioneros para asegurar una adopción ética y segura de la IA en la educación.

En definitiva, el recorrido histórico y los avances actuales revelan el profundo poder transformador de la inteligencia artificial, que continúa revolucionando múltiples esferas de nuestra sociedad. Sin embargo, la creciente autonomía y la capacidad de la IA

para desarrollar algoritmos de forma independiente plantean interrogantes cruciales sobre la relación entre humanos y máquinas, invitándonos a reconsiderar cómo afrontar los retos de una sociedad cada vez más digitalizada y cambiante, donde la IA se configura como uno de los elementos más decisivos para el futuro.

2. Desafíos y oportunidades en el ámbito universitario español: una perspectiva actual

La inteligencia artificial (IA) ha irrumpido con fuerza en diversos sectores sociales, alterando profundamente sus dinámicas, y la educación superior no es una excepción. Desde finales de 2022, la popularización de herramientas como ChatGPT marcó un punto de inflexión en la percepción general sobre la IA, generando debates que abarcan cuestiones éticas, pedagógicas y de privacidad (Crawford et al., 2023). Este fenómeno plantea una serie de retos y posibilidades para el sistema universitario español, que debe encontrar un equilibrio entre los riesgos y las oportunidades asociadas a esta tecnología.

Entre los principales retos que plantea la irrupción de la inteligencia artificial en la educación superior destacan los desafíos éticos y de privacidad en la era de la IA. La recopilación masiva de datos y su análisis mediante algoritmos expone importantes inquietudes sobre la privacidad y la seguridad de la información. Según Vera (2023), es fundamental establecer regulaciones claras que aseguren un control adecuado sobre el acceso y uso de estos datos, asegurando, además, la posibilidad de corregir errores o eliminar información sensible cuando sea.

En paralelo, el impacto de la IA sobre la integridad académica es motivo de preocupación. Sullivan et al. (2023) advierten que el uso indebido de estas tecnologías para redactar ensayos o preparar exámenes podría socavar la originalidad del trabajo académico. Esto evidencia la urgencia de reforzar las políticas institucionales de integridad, así como de desarrollar sistemas más eficaces para detectar y prevenir el plagio.

Otro aspecto crítico es la transparencia en los algoritmos. La IA, al ser entrenada con datos que reflejan contextos sociales específicos, puede reproducir sesgos que perpetúan desigualdades existentes. Este problema adquiere una relevancia particular en la educación, donde decisiones algorítmicas poco transparentes podrían consolidar barreras de género, raza u otras formas de exclusión (UNESCO, 2019; Jara & Ochoa, 2020). Por ello, es imprescindible procurar que los algoritmos sean explicables y justos, fomentando así un uso ético y responsable de la IA.

Otro desafío clave radica en garantizar la equidad en el acceso a la tecnología. Aunque la IA tiene el potencial de democratizar la educación mediante plataformas en línea y recursos tecnológicos avanzados, su acceso no es universal. Las desigualdades económicas y tecnológicas podrían excluir a ciertos colectivos de los beneficios que ofrece, ampliando las brechas existentes (Luo, 2024). En este contexto, las universidades españolas tienen el deber de adoptar estrategias inclusivas que aseguren un acceso equitativo a estas herramientas. Solo así podrán proporcionar oportunidades igualitarias de aprendizaje, independientemente de la situación socioeconómica o geográfica de los estudiantes.

Sin embargo, la inteligencia artificial está abriendo nuevas oportunidades en el ámbito universitario, revolucionando los métodos de enseñanza y aprendizaje. Por un lado, su capacidad para personalizar el proceso educativo permite analizar patrones de estudio, identificar fortalezas y debilidades individuales, y adaptar los contenidos a las necesidades específicas de cada estudiante. Por otro lado, el desarrollo de tecnologías

emergentes como la realidad virtual (RV), la realidad aumentada (RA) y los sistemas de tutoría inteligentes está facilitando la creación de entornos de aprendizaje inmersivos y dinámicos, transformando de manera significativa la experiencia educativa (Andreoli et al., 2022; Akyuz, 2020).

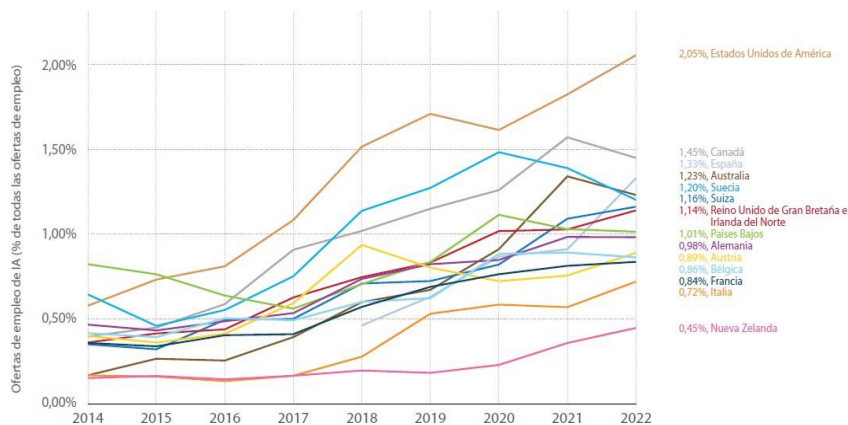
Además, la automatización de tareas administrativas permite a los docentes dedicar más tiempo a diseñar experiencias educativas innovadoras, como simulaciones interactivas o recursos basados en datos. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también eleva la calidad del proceso educativo (Vera, 2023).

La inteligencia artificial también está redefiniendo las competencias necesarias para un mercado laboral en constante evolución. En un contexto global, los países más avanzados están invirtiendo significativamente en infraestructuras tecnológicas, con el objetivo de consolidar su liderazgo en innovación tecnológica, conscientes de la necesidad de contar con profesionales capacitados para manejar datos de manera ética y responsable. Según Liu et al. (2023), estas competencias incluyen el pensamiento crítico, la resolución de problemas complejos, la comunicación efectiva y la colaboración interdisciplinaria. También son fundamentales habilidades intrapersonales como la adaptabilidad, el aprendizaje continuo y la autorregulación del aprendizaje (Jara & Ochoa, 2020).

Ante esta realidad, las instituciones de educación superior tienen la responsabilidad ineludible de renovar sus programas académicos, preparando a los futuros profesionales para integrarse en un panorama laboral profundamente influido por la IA.

Del mismo modo, la transformación del entorno profesional ha sido notable con el crecimiento exponencial de ofertas laborales relacionadas con la IA. Los especialistas en IA y aprendizaje automatizado están entre los perfiles más demandados, liderando las listas de empleos emergentes según el Foro Económico Mundial y la Universidad de Stanford (2023). Frente a este escenario, las universidades tienen la misión de ofrecer programas de formación en IA que no solo se dirijan a los estudiantes de grado, sino que también incluyan opciones de capacitación continua para profesionales en activo. Este enfoque debe ser capaz de responder a las necesidades de perfiles diversos, promoviendo así una integración efectiva de las tecnologías emergentes en todos los sectores económicos.

Figura 1: Anuncios de empleo de IA (% de todos los anuncios de empleo) por área geográfica, 2014-2022. UNESCO IESALC.



Fuente: Universidad de Stanford (2023).

Por otra parte, hay evidencias de que la IA está transformando está ejerciendo una influencia transformadora en el mercado laboral, reconfigurando tanto la naturaleza de las tareas como las competencias requeridas para desempeñarlas. Según Liu et al. (2023), la IA no solo sustituye actividades tradicionales, sino que también genera nuevas oportunidades laborales que exigen habilidades emergentes. Un análisis detallado de Hatzius et al. (2023) revela que cerca de dos tercios de los empleos actuales tienen el potencial de ser automatizados en algún grado mediante la IA. Así, la educación superior enfrenta un desafío crucial: rediseñar sus disciplinas y planes de estudio para capacitar a los profesionales del futuro en un entorno laboral cada vez más condicionado por la inteligencia artificial.

Pells (2019) aporta una visión complementaria a través de una encuesta aplicada a académicos, directivos universitarios y líderes tecnológicos de instituciones de todo el mundo. Los resultados indican que el 94% de los encuestados coincide en que la IA incrementará significativamente la demanda de graduados, particularmente en campos relacionados con la informática (Tabla 1). Esta tendencia ha impulsado a países como Estados Unidos —líder global en el desarrollo de la IA— a invertir de manera decidida en su sistema universitario, priorizando la contratación de profesores e investigadores altamente cualificados en estas áreas críticas (D’Agostino, 2023).

Tabla 1: Impacto de la IA en las disciplinas en educación superior. UNESCO IESALC.

¿En qué disciplinas se verá afectada más positivamente la demanda de graduados debido a la IA?		¿En qué disciplinas se verá afectada más negativamente la demanda de graduados debido a la IA?	
Informática	55%	Idiomas	26%
Medicina	9%	Negocios y administración	14%
Ingeniería	8%	Leyes	14%
Negocios y administración	8%	Geografía	7%
Otros profesionales de la salud	4%	Psicología	5%

Fuente: Pells (2019).

Cabe destacar también que surge una nueva oportunidad para la investigación universitaria a través de la colaboración interdisciplinaria impulsada por la inteligencia artificial. En el sistema universitario la investigación, desarrollo e innovación se presentan en dos grandes vertientes. La primera se enfoca en su desarrollo teórico y técnico como campo autónomo, explorando la creación de algoritmos avanzados, funciones optimizadas y componentes innovadores que amplían las fronteras del conocimiento (Pedreño et al., 2024). La segunda, igualmente transformadora, resalta la capacidad de la IA para revolucionar otros campos del saber, desde las ciencias ambientales y la salud pública hasta las humanidades, permitiendo avances significativos en áreas críticas para la sostenibilidad global y el bienestar humano (Pedreño, 2024).

En este contexto, el crecimiento exponencial de la inversión en proyectos relacionados con la IA durante las últimas dos décadas ha propiciado un notable aumento en publicaciones científicas, patentes innovadoras y proyectos interdisciplinarios de gran calado, a la par que un interés político y económico.

En el marco de las estrategias gubernamentales de transformación digital, España avanza con iniciativas clave que fortalecen la investigación, la formación y el desarrollo en áreas estratégicas como la inteligencia artificial (IA), las tecnologías habilitadoras y la

conectividad avanzada. Estas medidas, articuladas en torno a la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial (ENIA) (Ministerio de Transformación Digital y de la Función Pública de España, 2024), así como en otras iniciativas y marcos estratégicos, reflejan un compromiso decidido por fomentar la innovación y el talento especializado (Tabla 2).

El sistema universitario, junto con políticas de formación orientadas a la excelencia, desempeña un papel central en este esfuerzo. En 2024, estas políticas han cristalizado en programas concretos que pretenden consolidar a España como un referente en la transformación científica y tecnológica, posicionando la innovación como un elemento esencial para el avance social y económico del país:

Tabla 2: Acciones gubernamentales en IA y su impacto en universidades españolas (2024).

Programa desplegado 2024	Inversión (en millones de euros)	Ministerio o entidad/ Fuente de financiación	Descripción
Programa de Becas en IA y Tecnologías Habilitadoras Digitales	120	Ministerio de Transformación Digital y de la Función Pública/ Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (Componente 19)	Programas de atracción y retención de talento investigador en tecnologías como IA, robótica y <i>big data</i> .
Formación específica en IA	30	Ministerio de Transformación Digital y de la Función Pública/ Horizonte Europa y NextGenerationEU	Dedicado a mejorar las competencias de los profesionales e investigadores digitales.
Convocatoria de IA Excelente	10	Ministerio de Transformación Digital y de la Función Pública/ Presupuesto estatal bajo la Estrategia Nacional de IA	Proyectos de I+D+i que fomente la transferencia de resultados de investigación aplicada en IA a productos de mercado
Redes de excelencia en IA	31	Ministerio de Universidades/ NextGenerationEU	Fomentar proyectos de investigación interdisciplinarios en IA (interacciones humano-máquina y algoritmos avanzados)
Formación en IA y tecnologías avanzadas	120	Ministerio de Ciencia e Innovación / NextGenerationEU	Becas para formación pre y postdoctoral en IA
UNICO I+D 6G	62	Ministerio de Transformación Digital/ NextGenerationEU	Infraestructura y equipamiento técnico para IA y 6G
Cátedras Chip (PERTE Chip)	80	Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital/ Next GenerationEU	Formación de profesionales cualificados en microelectrónica y semiconductores, colaborando entre universidades y empresas, para responder a las necesidades del sector tecnológico y la industria de IA

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el empleo de la IA también ha comenzado a revolucionar los modelos de gestión en las instituciones de educación superior, dotándolos de una mayor agilidad y precisión en la administración. La capacidad para procesar y organizar grandes volúmenes de datos ha permitido que los procesos decisorios se fundamenten en análisis sólidos, lo que contribuye a optimizar el control de calidad, promover la transparencia en las operaciones y asegurar un cumplimiento riguroso de los estándares institucionales. No obstante, la efectividad de estas innovaciones depende de la disponibilidad de sistemas tecnológicos avanzados, bases de datos robustas y un respaldo financiero y humano que garantice su correcto funcionamiento (Jim & Chang, 2018).

Asimismo, los sistemas basados en IA han mejorado sustancialmente la interacción con los estudiantes en procesos administrativos. Herramientas como los *chatbots* han sido implementadas para asistir al alumnado en tareas como la automatrícula o la resolución de consultas recurrentes, ofreciendo respuestas inmediatas y personalizadas. Asimismo, la IA ha optimizado gestiones complejas como la admisión de nuevos estudiantes y la asignación de becas, adaptando los costos a las condiciones económicas individuales (Engler, 2021). Por otro lado, se han desarrollado algoritmos predictivos que permiten identificar tempranamente a estudiantes con dificultades académicas, facilitando la implementación de estrategias preventivas contra la deserción. En servicios especializados, como bibliotecas universitarias, estas tecnologías han perfeccionado los sistemas de búsqueda, proporcionando acceso más rápido y eficaz a los recursos disponibles para el aprendizaje (Somdyala, 2023).

3. La evolución de la normativa internacional de la IA en educación superior

La evolución de la normativa internacional sobre inteligencia artificial (IA) en el ámbito de la educación superior refleja avances significativos y desafíos persistentes que requieren atención. En este sentido, el informe del Consejo de Europa, *Inteligencia Artificial y Educación: Una visión crítica a través de los prismas de los derechos humanos, la democracia y el estado de derecho* (Holmes et al., 2022), pone de manifiesto importantes brechas legales. Estas brechas subrayan la necesidad urgente de una regulación específica que aborde el uso de la IA en contextos educativos, enfatizando su compatibilidad con valores fundamentales como los derechos humanos y el estado de derecho.

En este marco, el *Reglamento (UE) 2024/1689*, conocido como la Ley de Inteligencia Artificial de la UE, constituye un hito global al ser la primera regulación integral de su tipo. Este marco normativo adopta un enfoque basado en la gestión de riesgos, estableciendo obligaciones específicas para las Instituciones de Educación Superior (IES) que recurren a la IA en funciones críticas como la evaluación de aprendizajes, la gestión administrativa y la protección de datos. La normativa busca equilibrar tres pilares esenciales: fomentar la innovación, garantizar una gobernanza efectiva y salvaguardar los derechos fundamentales, especialmente en términos de equidad, transparencia y privacidad.

Sin embargo, el éxito de la Ley de IA de la UE podrá depender de la capacidad de las universidades para adaptarse a estas normativas y formular políticas que equilibren la innovación tecnológica con los valores éticos y legales fundamentales. En el contexto nacional, estudios recientes (Muscanell y Robert, 2023) destacan que, aunque la comunidad universitaria española —tanto estudiantes como profesores— ha adoptado de manera masiva herramientas de IA para sus actividades académicas, aún no se han desarrollado políticas institucionales claras que regulen su uso. Por lo tanto, es crucial

considerar el marco normativo amplio internacional en el que las universidades españolas deben operar.

Tabla 3: Normativa más reciente e influyente (a nivel internacional) de la IA en el marco de la educación superior que afecta al contexto universitario español.

UNESCO		
Año	Documento/normativa	Resumen
2023	Orientación para la IA Generativa en Educación e Investigación	Busca apoyar a los países en la implementación de acciones inmediatas y la planificación de políticas a largo plazo, destacando la necesidad de un enfoque centrado en el ser humano y la ética en el uso de estas tecnologías
2024	Documento de Políticas sobre Modelos de Fundación de IA	Aborda las preocupaciones éticas relacionadas con los sistemas de IA y proporciona orientación y recomendaciones para las respuestas políticas a tomar.
OCDE		
Año	Documento/normativa	Resumen
2022	OECD Policy on AI Data Governance and Privacy	Aborda los desafíos y oportunidades relacionados con la gobernanza de datos y la privacidad en el contexto de la IA.
2023	Recommendation of the Council on Artificial Intelligence	Actualización de estos principios para adaptarlos a los rápidos desarrollos tecnológicos, especialmente en áreas como la IA generativa
2023	Using AI to manage minimum income benefits and unemployment assistance	Explora cómo la IA puede mejorar la administración de los beneficios sociales y la asistencia por desempleo
2024	Governing with Artificial Intelligence	Examina el uso de la IA en la gobernanza pública y cómo puede mejorar la productividad y la capacidad de respuesta de los servicios públicos.
2024	OECD AI Principles Update	Revisión de los principios originales para adaptarlos a los desarrollos tecnológicos recientes, incluyendo la IA generativa.
UE		
Año	Documento/normativa	Resumen
2023	Regulation (EU) 2023/867 on European Data Governance	Marco para la gobernanza de datos en la UE, facilitando el intercambio de datos entre diferentes sectores y promoviendo la innovación en tecnologías de IA mediante el acceso a conjuntos de datos de alta calidad.
2024	Regulation (EU) 2024/1234 on Digital Markets	Afecta significativamente a las plataformas digitales y los ecosistemas de IA, estableciendo reglas para garantizar un entorno de mercado justo y competitivo en el ámbito digital.

2024	Ley IA en la UE	Es la primera normativa integral a nivel mundial que busca regular el desarrollo y uso de sistemas de inteligencia artificial y posiciona a Europa para desempeñar un papel de liderazgo a nivel mundial. Pretende, además, garantizar que los sistemas de IA utilizados en la UE sean seguros, transparentes, trazables, no discriminatorios y respetuosos con el medio ambiente. La Ley clasifica las aplicaciones de IA en tres categorías de riesgo: IA de alto riesgo, Riesgo limitado y Riesgo mínimo o nulos. En la UE todos los sistemas de IA considerados una clara amenaza para la seguridad, los medios de vida y los derechos de las personas serán prohibidos o sujetos a obligaciones estrictas antes de que puedan comercializarse.
------	-----------------	---

Fuente: Elaboración propia.

El sistema universitario español ha logrado avances significativos en la integración tecnológica. Un análisis detallado, realizado por Crespo Artiaga et al. (2023), revela que en el 2022 el 71 % de las universidades habían implementado estrategias innovadoras en la docencia, mientras que el 86 % habían apostado por la aplicación de tecnologías de la información para transformar los procesos educativos. Además, una de cada tres instituciones había desarrollado un Ecosistema Digital de Aprendizaje (EDA), lo que ha facilitado la personalización de los itinerarios formativos. Asimismo, se señaló que la formación en competencias digitales había ganado terreno gracias a una inversión, favorecida por los fondos europeos. Esta apuesta ha permitido que el 45 % de las universidades dispongan de planes específicos para capacitar a estudiantes, docentes y personal administrativo en el uso de herramientas digitales. A su vez, el 75 % de las universidades ha establecido políticas avanzadas para la protección de datos y la prevención de ciberamenazas, apoyándose en inteligencia artificial para garantizar la seguridad en la gestión institucional.

En el nuevo informe UNIVERSITIC, elaborado por la Conferencia de Rectores de Universidades Españolas, se analiza el impacto de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en la docencia universitaria. Este documento destaca su potencial para personalizar contenidos, mejorar las interacciones educativas y fomentar el aprendizaje autónomo. Alineándose con el posicionamiento de la European University Association (2023), este estudio identifica los desafíos éticos, sociales y técnicos que implica la adopción de estas tecnologías disruptivas. En concreto, identifica retos como la privacidad de datos, la equidad en el acceso y la capacitación del profesorado. El estudio concluye que la transformación digital universitaria exige políticas claras, mayor inversión en infraestructuras tecnológicas y formación integral en el uso de tecnologías emergentes, con la IAG como eje transformador para la educación superior (Cruz et al., 2024).

En este contexto, España ha adoptado un enfoque estratégico para posicionarse como líder en la regulación y desarrollo de la inteligencia artificial, alineándose con los principios éticos y legales del marco internacional, al tiempo que refuerza las capacidades de su sistema educativo superior. La [Agenda España Digital 2026](#) se erige como un plan clave para transformar el país en un referente global en la economía del dato y la IA,

asignando a las universidades un papel central en la investigación, el desarrollo y la formación en estas tecnologías.

Además, el despliegue de la [Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial \(ENIA\)](#) en 2023, ha canalizado recursos significativos hacia proyectos de innovación tecnológica, como el ordenador cuántico *Quantum Spain* y el centro de neurotecnología *Spain Neurotech*, reafirmando el compromiso de España con la investigación avanzada. Además, en 2024, la implementación del *sandbox* regulatorio para IA, regulado por Real Decreto, establece un espacio controlado que facilita la experimentación segura con tecnologías de IA, especialmente para pequeñas y medianas empresas, fomentando la innovación responsable.

Un pilar esencial de este ecosistema regulatorio es la creación de la [Agencia Española de Supervisión de la IA \(AESIA\)](#), establecida mediante el Real Decreto 729/2023. Este organismo es responsable de supervisar el cumplimiento normativo en materia de IA, con funciones inspectoras, sancionadoras y de asesoramiento. Su principal objetivo es minimizar los riesgos asociados al uso de la IA y garantizar su desarrollo seguro y ético, en línea con las directrices europeas.

En conjunto, se consolida un marco regulador robusto que permite a las universidades españolas no solo cumplir con los estándares internacionales, sino también liderar la transformación digital de la educación superior. España se posiciona, así, como un modelo de referencia en la integración de tecnologías emergentes, equilibrando la innovación con la protección de valores fundamentales como la equidad, la transparencia y la privacidad (Orden PCM/946/2022; Orden TER/948/2022; Orden PCM/1203/2022).

4. Experiencias significativas

La inteligencia artificial está generando una transformación profunda y transversal en el ámbito universitario español, impactando de manera significativa en los pilares fundamentales de la institución: la docencia, la investigación, la transferencia de conocimiento y la gestión administrativa.

En este apartado se expone una recopilación de experiencias relevantes desarrolladas en el sistema universitario de España, destacándolo como un referente internacional en la implementación y aplicación de tecnologías de Inteligencia Artificial:

Tabla 4: Experiencias relevantes en la implementación de IA en el sistema universitario español.

Universidad	Resumen de la experiencia	Ámbito de actuación
Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	Colabora estrechamente con empresas tecnológicas e institutos de investigación, lo que facilita la integración de los estudiantes en proyectos relevantes y les ofrece oportunidades de prácticas profesionales en el ámbito de la IA (Universoptimum). Es líder en investigación en IA y ha creado varios laboratorios y centros de investigación dedicados a explorar aplicaciones avanzadas de IA en campos como la robótica, la visión por computadora, y el procesamiento del lenguaje natural	Investigación/ Formación/ Docencia/ Transferencia
Universidad Politécnica de Valencia (UPV):	Está implementando plataformas de aprendizaje adaptativo que utilizan IA para personalizar el contenido educativo según las necesidades y el progreso de cada estudiante. Estas plataformas analizan datos de rendimiento y comportamiento para ofrecer recursos y actividades adaptadas a cada estudiante	Docencia/ Formación

Universidad de Sevilla	Desarrollo de un asistente virtual basado en IA llamado "Sara". El objetivo es ayudar a los estudiantes a resolver dudas administrativas, buscar información sobre cursos y horarios, y acceder a servicios universitarios de manera más eficiente. También, en colaboración con Google España, se ha consolidado la Cátedra de Inteligencia Artificial y Sostenibilidad. Financiada por el Ministerio de Transformación Digital y los fondos Next Generation de la UE, esta cátedra promueve la investigación interdisciplinaria y la transferencia de conocimiento en áreas como ingeniería y matemáticas. También organiza foros internacionales para impulsar la innovación y la cooperación en IA sostenible	Gestión/ Investigación/ Transferencia
Universidad de Alicante (UAL)	Proyectos de IA para la inclusión y accesibilidad. Desarrollan herramientas que utilizan reconocimiento de voz y procesamiento del lenguaje y facilitar la comunicación y el acceso a la información.	Docencia/ Gestión
Universidad de Valencia (UV)	Ha implementado chatbots basados en IA para mejorar la atención al estudiante en diversos servicios universitarios	Docencia/ Gestión
Universidad de Santiago de Compostela (USC):	Ofrece un grado en Inteligencia Artificial que destaca por su enfoque en aprendizaje supervisado, redes neuronales y procesamiento masivo de datos. Integra competencias tecnológicas avanzadas con aplicaciones prácticas en diversos sectores, consolidándose como uno de los programas pioneros en España en este ámbito	Formación
Universidad Carlos III de Madrid (UC3M)	Utiliza plataformas de colaboración académica basadas en IA para facilitar la interacción entre estudiantes y profesores. También ofrece un máster en Inteligencia Artificial Aplicada que combina aspectos técnicos, legales y éticos de la IA con un enfoque multidisciplinario. Su programa aborda temas como ciberseguridad, computación de alto rendimiento y aplicaciones avanzadas de la IA.	Docencia/ Gestión/ Formación
Universidad de La Laguna (ULL)	Programas de mentoría que utilizan IA para emparejar a estudiantes con mentores adecuados. Estos programas analizan las necesidades y objetivos de los estudiantes para proporcionarles orientación y apoyo personalizados.	Docencia
Universidad Complutense de Madrid (UCM)	Está adoptando metodologías basadas en la retroalimentación automática utilizando IA generativa. Estas herramientas están diseñadas para la creación de materiales didácticos y pruebas evaluativas, lo que facilita la corrección automática y genera encuestas de evaluación docente personalizadas. Estas iniciativas están dirigidas a optimizar el aprendizaje y la evaluación docente.	Docencia
Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)	Está desarrollando aplicaciones que utilizan asistentes virtuales inteligentes. Estos están diseñados para guiar a los estudiantes en procedimientos administrativos complejos, como la inscripción a cursos y el acceso a servicios académicos. Además, promueven una gestión automatizada y personalizada, optimizando recursos y tiempos para el alumnado y el personal administrativo.	Gestión
Universidad de Lleida (UdL)	Uso de IA para mejorar la precisión en la agricultura, incluyendo la monitorización de cultivos, la detección de plagas y enfermedades, y la optimización del riego y el uso de fertilizantes	Investigación/ Transferencia
Universidad de Jaén (UJ)	Proyectos que utilizan IA para abordar problemas de sostenibilidad y medio ambiente. Incluyen la monitorización de ecosistemas, la gestión de recursos naturales y el análisis de datos ambientales para la toma de decisiones informadas. Proyecto SUSTAINOLIVE	Investigación/ Transferencia
Universidad de Granada (UGR)	Utiliza sistemas de análisis predictivo, basados en IA para identificar estudiantes en riesgo de abandono. Este enfoque analiza datos como la asistencia, calificaciones y participación, permitiendo intervenir con planes personalizados. Esta herramienta es parte de su estrategia para mejorar las tasas de retención y éxito académico.	Docencia/ Gestión

Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

En conclusión, la integración de la inteligencia artificial en las universidades españolas plantea oportunidades para transformar profundamente todos los aspectos de la educación superior. Sin embargo, la adopción de estas tecnologías representa desafíos y retos complejos. Según advierte la UNESCO (2023), resulta crucial abordar aspectos como la eliminación de sesgos en los sistemas de inteligencia artificial, la reducción del impacto ambiental asociado a la infraestructura tecnológica y la prevención de la desnaturalización del conocimiento académico. En este sentido, la IA debe ser concebida como una herramienta complementaria bajo supervisión humana, preservando así la autenticidad de la investigación y la enseñanza (García-Peñalvo et al., 2024).

Como subraya el informe de la CRUE (2023), el avance en la integración de la inteligencia artificial en las universidades requiere garantizar un uso ético y responsable de estas tecnologías, tanto por parte del personal docente como del estudiantado, priorizando principios como la equidad, la transparencia y la protección de datos. Asimismo, se destaca la necesidad de fomentar competencias digitales avanzadas e incorporar la IA en procesos educativos y administrativos, posicionándolos como pilares fundamentales de la transformación institucional (UNESCO, 2021). Del mismo modo, se destaca la importancia de establecer comités de ética que supervisen su aplicación y de adoptar enfoques como los propuestos por los fundamentos FAIR promovidos por la Unión Europea (Wilkinson et al., 2016). Estos principios enfatizan la cooperación y el intercambio de datos entre universidades, creando un ecosistema que impulse la investigación y la innovación de manera colaborativa y sostenible (Pedreño, 2024).

Finalmente, las universidades que adopten un enfoque ágil y estratégico, en consonancia con las directrices establecidas por el Observatorio de Inteligencia Artificial en Educación Superior (2023), se situarán en una posición privilegiada para liderar la transformación del sector y afrontar con éxito los retos inherentes al nuevo paradigma digital. La integración de la innovación tecnológica con un firme compromiso ético será determinante para transformar estos desafíos en catalizadores de desarrollo y progreso sostenido (UNESCO, 2022).

6. Bibliografía

- Akyuz, Y. (2020). Effects of Intelligent Tutoring Systems (ITS) on Personalized Learning (PL). *Creative Education*, 11(6), 953–978. <https://doi.org/10.4236/ce.2020.116069>
- Andreoli, S., et al. (2022). *Inteligencia artificial y educación: Un marco para el análisis y la creación de experiencias en el nivel superior*. Buenos Aires: Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía, Universidad de Buenos Aires. Recuperado de http://citep.rec.uba.ar/wp-content/uploads/2022/08/SArt_IA-y-educaci%C3%B3n_-Un-marco-para-el-an%C3%A1lisis-y-la-creaci%C3%B3n-de-experiencias-en-el-nivel-superior.pdf
- Bond, M., Khosravi, H., De Laat, M., Bergdahl, N., Negrea, V., Oxley, E., Pham, P., Chong, S. W., & Siemens, G. (2024). A meta systematic review of artificial intelligence in higher education: A call for increased ethics, collaboration, and rigour. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(4). <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00436-z>

- Comisión Europea. (2021). *Reglamento del parlamento europeo y del consejo (Ley de inteligencia artificial)*. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0206>
- Crawford, J., Cowling, M., & Allen, K. (2023). Leadership is needed for ethical ChatGPT: Character, assessment, and learning using artificial intelligence (AI). *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 20(3). <https://doi.org/10.53761/1.20.3.02>
- Crespo Artiaga, D., Ruiz Martínez, P. M., Claver Iborra, J. M., Fernández Martínez, A., & Llorens Largo, F. (Eds.). (2023). *UNIVERSITIC 2022. Análisis de la madurez digital de las universidades españolas en 2022*. Crue Universidades Españolas. Recuperado de <https://bit.ly/3n60tp3>
- D'Agostino, S. (2023, May 19). Colleges race to hire and build amid AI “gold rush.” *Inside Higher Ed*. Recuperado de <https://www.insidehighered.com/news/tech-innovation/artificial-intelligence/2023/05/19/colleges-race-hire-and-build-amid-ai-gold>
- Daoudi, I. (2022). Learning analytics for enhancing the usability of serious games in formal education: A systematic literature review and research agenda. *Education and Information Technologies*, 27(8), 11237–11266. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11087-4>
- del Arco, I. (2023). Las organizaciones saludables en el mundo de la inteligencia artificial. Ponencia presentada al simposi *El poder de las organizaciones saludables en una sociedad digitalizada: de la teoría a la acción*. XVIII CIOIE, Oviedo.
- Engler, A. (2021, September 14). Enrollment algorithms are contributing to the crises of higher education. *Brookings*. Recuperado de <https://www.brookings.edu/research/enrollment-algorithms-are-contributing-to-the-crises-of-higher-education/>
- European University Association. (2023). *Artificial intelligence tools and their responsible use in higher education learning and teaching*. European University Association. Recuperado de <https://bit.ly/3Hq2ROf>
- European Commission High-Level Expert Group on Artificial Intelligence [AI HLEG]. (2019). *Ethics guidelines for trustworthy AI*. European Commission. Recuperado de <https://ec.europa.eu/futurium/en/ai-alliance-consultation>
- Fan, J., Fang, L., Wu, J., Guo, Y., & Dai, Q. (2020). From brain science to artificial intelligence. *Engineering*, 5(3), 434–440. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.11.012>
- García-Peñalvo, F. J., Llorens-Largo, F., & Vidal, J. (2024). La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 9–39. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716>
- Hatzius, J., Briggs, J., Kodnani, D., & Pierdomenico, G. (2023). *The potentially large effects of artificial intelligence on economic growth*. Goldman Sachs, Economics

- Research. Recuperado de [https://www.key4biz.it/wp-content/uploads/2023/03/Global-Economics-Analyst -The-Potentially-Large-Effects-of-Artificial-Intelligence-on-Economic-Growth-Briggs Kodnani.pdf](https://www.key4biz.it/wp-content/uploads/2023/03/Global-Economics-Analyst-The-Potentially-Large-Effects-of-Artificial-Intelligence-on-Economic-Growth-Briggs-Kodnani.pdf)
- Hirani, R., Noruzi, K., Khuram, H., Hussaini, A. S., Aifuwa, E. I., Ely, K. E., Lewis, J. M., Gabr, A. E., Smiley, A., & Tiwari, R. K. (2024). Artificial intelligence and healthcare: A journey through history, present innovations, and future possibilities. *Life*, *14*(557). <https://doi.org/10.3390/life14050557>
- 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*.
- Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Shum, S. B., Santos, O. C., Rodrigo, M., Cukurova, M., Bittencourt, I., & Koedinger, K. R. (2021). Ethics of AI in education: Towards a community-wide framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *32*(1), 1–23. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>
- Jara, I., & Ochoa, J. M. (2020). Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación. *Sector Social División Educación*. Documento para discusión número IDB-DP-00-776. <https://doi.org/10.18235/0002380>
- Jim, C. K., & Chang, H.-C. (2018). The current state of data governance in higher education. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, *55*(1), 198–206. <https://doi.org/10.1002/pr2.2018.14505501022>
- Khosravi, H., Shum, S. B., Chen, G., Conati, C., Tsai, Y. S., Kay, J., Holstein, K., Williams, J. J., Gobert, J. D., Olson, J. S., Porayska-Pomsta, K., Mavrikis, M., & Gašević, D. (2022). Explainable artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *3*, 100074. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100074>
- Liu, B. L., Morales, D., Roser Chinchilla, J. F., Sabzalieva, E., Valentini, A., Vieira do Nascimento, D. M., & Yerovi Verano, C. A. (2023). *Harnessing the era of artificial intelligence in higher education: A primer for higher education stakeholders*. UNESCO International Institute for Higher Education in Latin America and the Caribbean. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386670>
- López de Mántaras, R. (2018). El futuro de la IA: hacia inteligencias artificiales realmente inteligentes. En *¿Hacia una nueva Ilustración? Una década trascendente*. Madrid: BBVA. Recuperado de <https://www.bbvaopenmind.com/articulos/el-futuro-de-la-ia-hacia-inteligencias-artificiales-realmente-inteligentes/>
- Luo, J. (2024). A critical review of GenAI policies in higher education assessment: A call to reconsider the “originality” of students’ work. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, *49*(5), 651–664. <https://doi.org/10.1080/02602938.2024.2309963>
- Ministerio de Transformación Digital y de la Función Pública. (2024). *Estrategia de Inteligencia Artificial 2024*.

- Muscanell, N., & Robert, J. (2023). EDUCAUSE QuickPoll Results: Did ChatGPT write this report? *EDUCAUSE Review*. Recuperado de <https://bit.ly/44oOuWj>
- Observatorio de Inteligencia Artificial en Educación Superior. (2023). *Informe OIAES #1*. Universidad Europea. Recuperado de [https://universidadeuropea.com/resources/media/documents/OIAES - Informe 1 - IA en Educacion Superior 22 septiembre 2023.pdf](https://universidadeuropea.com/resources/media/documents/OIAES_-_Informe_1_-_IA_en_Educacion_Superior_22_septiembre_2023.pdf)
- Orden PCM/946/2022, de 3 de octubre, por la que se publica el Acuerdo por el que se inicia el procedimiento para la determinación de la sede física de la Agencia Española de Supervisión de Inteligencia Artificial. *Boletín Oficial del Estado*. Recuperado de https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2022-16269
- Orden TER/948/2022, de 4 de octubre, por la que se publica el informe de la Comisión consultiva para la determinación de la sede de la futura Agencia Española de Supervisión de Inteligencia Artificial y acuerdo de apertura del plazo de presentación de candidaturas. *Boletín Oficial del Estado*. Recuperado de https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2022-16271
- Orden PCM/1203/2022, de 5 de diciembre, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 5 de diciembre de 2022, por el que se determina la sede física de la futura Agencia Española de Supervisión de Inteligencia Artificial. *Boletín Oficial del Estado*. Recuperado de https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2022-20639
- Pells, R. (2019). The THE-Microsoft survey on AI. *Times Higher Education*. Recuperado de <https://www.timeshighereducation.com/features/microsoft-survey-ai>
- Pedreño, A., González Gosálbez, R., Mora, T., Pérez Fernández, E. M., Ruiz Sierra, J., & Torres Penalva, A. (2024). *La inteligencia artificial en las universidades: retos y oportunidades* (Informe anual). Grupo 1 millón Bot. ISBN: 9798874401900
- Pedreño, A. (2024). La universidad española y la inteligencia artificial. *Universidad, sí*. Recuperado de <https://www.universidadsi.es/la-universidad-espanola-y-la-inteligencia-artificial/>
- Real Decreto 729/2023, de 22 de agosto, por el que se aprueba el Estatuto de la Agencia Española de Supervisión de Inteligencia Artificial. *Boletín Oficial del Estado*. Recuperado de <https://www.boe.es/eli/es/rd/2023/08/22/729>
- Somdyala, K. (2023). UCT ChatBot. University of Cape Town. Recuperado de <https://uct.ac.za/articles/2022-12-28-uctchatbot>
- Stanford University. (2023). *Artificial Intelligence Index Report 2023*. Recuperado de https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2023/04/HAI_AI-Index_Report_2023.pdf
- Sullivan, M., Kelly, A., & McLaughlan, P. (2023). ChatGPT in higher education: Considerations for academic integrity and student learning. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6(1). <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.17>

- UNESCO. (2019). *Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education. International Conference on Artificial Intelligence and Education, Planning Education in the AI Era: Lead the Leap*. Beijing, China. Recuperado de <https://bit.ly/3n7wBIK>
- UNESCO. (2021). *Inteligencia artificial y educación: Guía para las personas a cargo de formular políticas*. UNESCO. Recuperado de <https://bit.ly/3HI93Hj>
- UNESCO. (2022). *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial*. UNESCO. Recuperado de <https://bit.ly/3nc3Yu1>
- UNESCO IESALC. (2023). ChatGPT, artificial intelligence and higher education. *World Education Blog*. Recuperado de <https://world-education-blog.org/2023/04/25/chatgpt-artificial-intelligence-and-higher-education/>
- Vera, F. (2023). Integración de la inteligencia artificial en la educación superior: Desafíos y oportunidades. *Transformar*, 4(1), 17–34. Recuperado de <https://www.revistatransformar.cl/index.php/transformar/article/view/84>
- Wilkinson, M., Dumontier, M., Aalbersberg, I., et al. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>

8. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO

Jorge Balladares-Burgos
Universidad Andina Simón Bolívar

1. Introducción

¿Cuáles son los procesos de transformación digital con inteligencia artificial? ¿De qué manera se puede hablar de ética en tiempos de la inteligencia artificial aplicada a la educación? ¿Qué desafíos plantea una inteligencia artificial para la formación del profesorado? Estas preguntas iniciales orientan el presente capítulo.

Hoy en día surge la inteligencia artificial como una tecnología de avanzada cuya generación empieza a suplantar la producción y la creación de la inteligencia humana. La inteligencia artificial generativa nos desafía en la generación de contenidos en los diferentes lenguajes digitales, desde lo textual (como ChatGPT¹ o Copilot²) hasta logrando material inédito en imágenes (como Dall-e³ o Crayion⁴), videos (como Vidu Studio⁵ o KreadoAI⁶), música (como Suno⁷) o audios (como SpeechGen⁸). Estamos ante una nueva era de herramientas tecnológicas que requieren una resignificación como mediaciones por parte de la propia inteligencia humana. En esta perspectiva, la educación tiene como desafío el integrar estas herramientas para sus objetivos educativos, siempre y cuando sean utilizadas como medios y no como fines en sí mismos. Su integración en el proceso de enseñanza y aprendizaje causa incertidumbre en el profesorado, pero a la vez, se convierte en un factor de oportunidad.

El objetivo de este capítulo es analizar la integración de la inteligencia artificial en la educación, en especial en su incidencia y oportunidades para formar al profesorado. Para ello, se revisa bibliografía científica y de la política pública en torno a las perspectivas y enfoques de integración de la inteligencia artificial en la docencia.

Este capítulo inicia con una aproximación de la inteligencia artificial y su incidencia en la educación, en función de sus fortalezas y debilidades, oportunidades y

¹ <https://chatgpt.com/>

² <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-copilot>

³ <https://openai.com/index/dall-e-2/>

⁴ <https://www.crayion.com/>

⁵ <https://www.vidu.studio/>

⁶ <https://www.kreadoai.com/>

⁷ <https://suno.com/>

⁸ <https://speechgen.io/es/>

amenazas. Luego se plantea una orientación ética del uso de la inteligencia artificial en la educación, basada desde una ética digital.

A continuación se desarrolla el apartado central sobre la inteligencia artificial y la formación del profesorado; se presentan algunos retos y desafíos que plantea esta nueva generación de herramientas tecnológicas para la formación y práctica docente. Esta integración requiere de una fundamentación a partir de diferentes modelos tecnopedagógicos de integración de las herramientas de inteligencia artificial con la pedagogía y el conocimiento científico o disciplinario, o para la propuesta de competencias docentes con inteligencia artificial, lo que será motivo para el último apartado del presente capítulo.

2. Una aproximación a la Inteligencia Artificial en la educación

La inteligencia artificial se integra cada vez más en diversos aspectos de la educación, desde la personalización del aprendizaje hasta la automatización de tareas administrativas. Sin embargo, también presenta desafíos y riesgos que deben ser considerados. A continuación, se presenta una aproximación de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de la inteligencia artificial en la educación, a partir de la literatura científica.

La inteligencia artificial ofrece numerosas ventajas que pueden mejorar significativamente el proceso educativo. La inteligencia artificial tiene el potencial de transformar el aula al facilitar una educación más personalizada. Los sistemas de tutoría y las plataformas de aprendizaje adaptativo permiten que los estudiantes reciban contenidos ajustados a sus necesidades individuales, lo que mejora el aprendizaje y la retención de información (Espinoza et al., 2023). La inteligencia artificial mejora el aprendizaje al proporcionar respuestas rápidas y precisas, lo que permite a los docentes concentrarse en tareas más complejas. Además, la inteligencia artificial puede crear preguntas de evaluación automáticamente, eliminando las barreras del idioma y sirviendo como una herramienta de motivación para los estudiantes (Chung & Becker, 2024).

Por otro lado, la inteligencia artificial puede automatizar tareas repetitivas y analizar grandes volúmenes de datos de manera eficiente, identificando patrones y correlaciones que podrían pasar desapercibidos. Esto no solo optimiza el tiempo de los docentes, sino que también contribuye a la eliminación de sesgos inconscientes en el ámbito educativo. Además, la inteligencia artificial puede recopilar y procesar grandes volúmenes de datos en universidades, lo que puede utilizarse para investigaciones y actividades de creación de conocimiento. Además, la inteligencia artificial permite a los docentes destinar más tiempo a la relación interpersonal y al apoyo a los estudiantes, reforzando su papel como formadores (Díaz & Morales, 2024; Vélez-Rivera et al., 2024).

De alguna u otra manera, la inteligencia artificial puede asistir en la detección de anomalías y proporcionar asistencia automática en el seguimiento de la recuperación de estudiantes, basándose en datos. Esto permite una gestión más efectiva de los recursos educativos y una respuesta más rápida a las necesidades de los estudiantes (Madrigal et al., 2023). La inteligencia artificial también ofrece oportunidades significativas para mejorar el ámbito educativo. Hay investigaciones que destacan que la inteligencia artificial puede agilizar la gestión educativa, permitiendo una educación más personalizada y eficiente (Espinoza et al., 2023). La integración de la inteligencia artificial en todos los espacios de enseñanza puede incrementar el conocimiento personal y profesional de estudiantes y docentes. La inteligencia artificial presenta oportunidades

para integrar tecnologías en el proceso educativo, mejorando así el aprendizaje personalizado; esto permite a los educadores concentrarse en la enseñanza y la investigación, lo que a su vez mejora la experiencia educativa general (Chung & Becker, 2024).

A partir de una propuesta de dinamización del aula de clase con inteligencia artificial, Pablo-Martí & Mir (2024) enfatizan que los estudiantes de la Generación Z, al tener habilidades digitales innatas, están bien posicionados para aprovechar las oportunidades que ofrece la inteligencia artificial en la educación. Estas oportunidades incluyen actividades digitales que complementan las estrategias de enseñanza tradicionales. En este sentido, la inteligencia artificial puede automatizar tareas repetitivas que consumen mucho tiempo, liberando así a los docentes para que se concentren en actividades más complejas y creativas. Además, puede mejorar la eficiencia general del sistema educativo y permitir una enseñanza más personalizada (Díaz & Morales, 2024).

Las herramientas de inteligencia artificial —en especial las generativas— pueden recopilar y procesar grandes volúmenes de datos, que pueden utilizarse para investigaciones y actividades de creación de conocimiento. Esto permite al profesorado destinar más tiempo a la relación interpersonal y al apoyo a los estudiantes. A su vez, la inteligencia artificial puede mejorar la gestión educativa al proporcionar asistencia automática y seguimiento en la recuperación de estudiantes, lo que permite una respuesta más rápida a sus necesidades (Vélez-Rivera et al., 2024; Madrigal et al., 2023).

A pesar de sus ventajas, la inteligencia artificial también presenta debilidades significativas que deben ser abordadas. Una de las principales desventajas es la dificultad en el acceso a la tecnología por las brechas digitales existentes, lo que puede limitar su implementación en ciertas áreas de ámbitos educativos. Aunque la inteligencia artificial sea una herramienta poderosa para fortalecer la enseñanza y el aprendizaje, esta no reemplaza el rol del profesorado (Chung & Becker, 2024). Más aún, si un estudiante no posee habilidades o un conocimiento mínimo sobre investigación, podría ser incapaz de asignar correctamente el *prompt* necesario para obtener respuestas adecuadas de las herramientas de inteligencia artificial. De hecho, los contenidos abstractos generados por la inteligencia artificial pueden llevar a la desmotivación y a problemas de asistencia a clases por parte del alumnado (Pablo-Martí & Mir, 2024).

Otra debilidad que se evidencia es que una dependencia excesiva de la inteligencia artificial puede llevar a la deshumanización del proceso educativo en sí. La automatización de tareas, aunque sea eficiente, puede generar una falta de interacción humana esencial para el desarrollo de habilidades sociales y emocionales en los estudiantes (Díaz & Morales, 2024). Además, las herramientas de inteligencia artificial pueden recopilar y procesar datos, lo que preocupa en torno a la privacidad y la protección de los datos personales de los estudiantes y de los profesores. Esta amenaza en torno a la privacidad requiere una reflexión ética sobre su uso y la implementación de marcos regulatorios adecuados (Vélez-Rivera et al., 2024). Inclusive, un uso de la inteligencia artificial puede invisibilizar una detección y/o tratamiento de trastornos de aprendizaje en los estudiantes (Espinoza et al., 2023).

Un riesgo latente que se evidencia en la educación es la deshonestidad académica asociado con el uso de herramientas de inteligencia artificial, que pueden facilitar el plagio y la falta de originalidad en el trabajo de los estudiantes. Esto representa una amenaza para la integridad académica y el desarrollo de habilidades críticas (Chung & Becker, 2024). El uso desregulado de la inteligencia artificial puede ampliar la marginación, desigualdad, inequidad, injusticia y discriminación en la sociedad, lo que

urge la implementación de marcos regulatorios que garanticen un uso ético y justo de la inteligencia artificial en la educación (Vélez-Rivera et al., 2024). Por este motivo, existe la necesidad de una reflexión ética a través de equipos interdisciplinarios ante las debilidades y amenazas de la inteligencia artificial en la educación para poder generar una integración efectiva y justa que contribuya al mejoramiento de la calidad educativa (Madrigal et al., 2023).

El surgimiento de la inteligencia artificial en la educación está ligada al surgimiento de los procesos de transformación digital educativa. Cuando se habla de transformación digital no solamente se refiere a la educación virtual o de la educación online, sino que hay que considerar a una educación mediada con tecnología en sus diferentes modalidades. La educación puede ser virtual, puede ser a distancia, puede ser híbrida, puede ser ubicua, puede ser móvil, entre otros. Los nuevos enfoques de la educación mediada con tecnología nos invitan a pensar en nuevas modalidades de estudio. No obstante, hoy en día las instituciones educativas se insertan en los procesos de transformación digital. La transformación digital implica también el desarrollo de capacidades y competencias digitales que permitan interactuar a los actores de la comunidad educativa en el Internet, en las redes sociales, en los entornos virtuales de aprendizaje, con la realidad aumentada y con la inteligencia artificial. En estos procesos de transformación digital también van incorporando procesos de virtualización, y se van también estableciendo nuevas estrategias de acceso a la educación mediado con la tecnología.

El centro escolar, la escuela, las instituciones de educación superior piensan también en el perfil de egreso de sus estudiantes en función de una empleabilidad, y más aún, de una empleabilidad que demande competencias digitales. Hoy en día surgen nuevos puestos de trabajo que demandan competencias digitales. Pero frente a esto sí, frente a esta transformación digital, estamos entrando ya en una época donde la inteligencia artificial tiene una incidencia. Y curiosamente, para poder hablar de esa transformación digital de la A partir de la inteligencia artificial (Díaz & Morales, 2024).

Este capítulo es una aproximación en torno a la inteligencia artificial en la educación, y en especial, a la formación del profesorado. De hecho, se revela un panorama complejo y multifacético. Las fortalezas de la inteligencia artificial, como la personalización del aprendizaje y la automatización de tareas, ofrecen oportunidades significativas para el mejoramiento de la educación. Sin embargo, las desventajas asociadas con su uso, como la falta de privacidad de los datos y la deshonestidad académica, deben ser abordadas para garantizar un uso ético y efectivo de la inteligencia artificial en la educación. La implementación exitosa de la inteligencia artificial en la educación requiere una planificación curricular y diseño instruccional con criterios, la integración de tecnologías educativas en todos los espacios de enseñanza, y la creación de marcos regulatorios para garantizar un uso correcto y pertinente de la inteligencia artificial.

3. Ética de la Inteligencia Artificial en la educación

Con el surgimiento de la inteligencia artificial generativa, las primeras producciones académicas o investigaciones no giraban en torno a la incidencia o impacto de la inteligencia artificial en ámbitos sociales o económicos, sino que empieza a haber toda una literatura basada en la ética, porque se preocupa por la irrupción de este tipo de inteligencia, los alcances y los límites. Para ello, se define a la inteligencia artificial, como esa inteligencia automatizada, aquella inteligencia construida por máquinas y por

algoritmos que replican las actividades humanas. De hecho, antes de la pandemia algunas aplicaciones o herramientas digitales utilizaban inteligencia artificial, desde el corrector ortográfico de un procesador de textos hasta la aplicación móvil de localización en el tráfico de las ciudades o el internet de las cosas en ámbitos domésticos.

Frente a esto, la inteligencia artificial no solo se ha automatizado. Hoy irrumpe un tipo de inteligencia artificial generadora y creadora de contenidos: esto es lo que se denomina inteligencia artificial generativa. Las capacidades humanas como la creación, el propio razonamiento o la argumentación son generados por las modelaciones de lenguaje.

Una inteligencia artificial generativa reemplaza varias de las capacidades intelectuales de los seres humanos. Una orientación ética busca ubicar límites y fronteras al uso de una inteligencia artificial generativa que, en algunos contextos, puede superar o reemplazar a la propia inteligencia humana. Aunque la inteligencia artificial generativa ha surgido como una tecnología transformadora que promete revolucionar múltiples aspectos de la sociedad. Sin embargo, con su creciente integración en las vidas humanas, surge la necesidad de establecer principios éticos que guíen su uso responsable y centrado en el ser humano (Balladares, 2023).

El documento “Ética en el uso de la inteligencia artificial” (UNESCO, 2022) plantea algunos principios éticos para un correcto uso de la inteligencia artificial. Uno de los pilares fundamentales de la ética en el uso de la inteligencia artificial es el principio de equidad y no discriminación. Este principio establece que todas las personas deben tener la oportunidad de beneficiarse de los avances digitales sin ser objeto de discriminación por género, edad, lengua, cultura u otros factores. La inteligencia artificial, como herramienta poderosa, debe diseñarse y aplicarse de manera que fomente la justicia social y combata las desigualdades. Por otro lado, la inclusión es un componente esencial de la equidad. No se puede excluir a nadie de los beneficios de la digitalización. Esto significa que las tecnologías de inteligencia artificial deben ser accesibles para todos, independientemente de su capacidad económica, nivel educativo o ubicación geográfica.

Además, el potencial de la inteligencia artificial para promover la justicia social es importante. Puede ayudar a identificar y abordar desigualdades estructurales al proporcionar datos y análisis que informen políticas más justas y equitativas. Sin embargo, para que esto sea una realidad, los algoritmos deben diseñarse cuidadosamente para evitar sesgos que perpetúen la discriminación existente. La justicia social debe ser un objetivo central en el desarrollo de tecnologías de inteligencia artificial, asegurando que beneficien a todos por igual.

La responsabilidad social es otro principio clave que guía el uso de la inteligencia artificial. La digitalización debe ser sostenible, no solo en términos ambientales, sino también sociales y económicos. Las organizaciones y desarrolladores deben considerar el impacto a largo plazo de sus tecnologías y trabajar para minimizar cualquier efecto negativo. Mas aún, el uso de la inteligencia artificial debe ser sostenible desde el punto de vista ambiental. La energía consumida por los centros de datos y la infraestructura necesaria para el funcionamiento de las tecnologías de IA tiene un impacto significativo en el medio ambiente. Es crucial que se desarrollen prácticas que reduzcan este impacto, promoviendo el uso de energías renovables y la optimización de recursos.

Las instituciones educativas que utilizan inteligencia artificial tienen la responsabilidad de considerar cómo esta tecnología afecta sus procesos educativos y de gestión educativa. Esto incluye garantizar que sus prácticas educativas sean justas y que los beneficios de la inteligencia artificial se distribuyan equitativamente superando cualquier manifestación de brecha digital. De hecho, una responsabilidad social de la

escuela debería incluir un compromiso con la transparencia, con la rendición de cuentas y el respeto por los derechos humanos.

Adicionalmente, la transparencia es esencial para empoderar a las personas en la era digital y en tiempos de uso de la inteligencia artificial. Los usuarios de tecnologías de inteligencia artificial deben tener la capacidad de entender cómo se utilizan sus datos y cómo se toman las decisiones que les afectan. Esta transparencia debe plantear la responsabilidad de la protección de los datos personales y la privacidad de las personas. Esto significa que las personas deben tener el control sobre sus datos personales y ser capaces de decidir cómo se utilizan. A partir de este principio, las instituciones educativas deben contemplar en sus prácticas el proporcionar información clara y accesible sobre sus prácticas de recolección y uso de datos, permitiendo a los actores de la comunidad educativa a tomar decisiones informadas. Además, las instituciones educativas deben establecer acciones para proteger la data que genera contra accesos no autorizados y ciberataques: esto incluye el uso de cifrado, autenticación segura y prácticas de gestión de datos responsables.

Otro de los principios claves en los procesos de transformación digital con inteligencia artificial es el principio de proporcionalidad e inocuidad. Este principio establece que el uso de la inteligencia artificial debe ser proporcional al objetivo que se busca lograr y no debe causar daño innecesario. La inteligencia artificial no es una solución mágica para todos los problemas y su implementación debe ser cuidadosamente considerada y justificada. Este principio orienta a que los procesos de enseñanza y aprendizaje no deben incorporar la tecnología o la inteligencia artificial, sino que su uso dependerá de que contribuyan a alcanzar el objetivo educativa, a lograr un resultado de aprendizaje, a alcanzar el criterio de evaluación. La proporcionalidad se complementa con la inocuidad, que implica un compromiso de minimización del daño o riesgo que una inteligencia artificial puede ocasionar.

Los sistemas de inteligencia artificial pueden proporcionar información valiosa y análisis detallados, pero las decisiones importantes deben ser tomadas por personas que puedan considerar el contexto y las implicaciones éticas. La inteligencia humana es esencial para garantizar que las tecnologías de inteligencia se utilicen de manera responsable y se alineen con los valores y prioridades de la sociedad. Por lo tanto, es importante evitar una dependencia excesiva de la inteligencia artificial en la toma de decisiones. Aunque la tecnología puede ser una herramienta poderosa, los humanos deben mantener su capacidad de juzgar y actuar de manera autónoma. La toma de decisiones compartida entre humanos y máquinas puede ser eficaz, pero siempre que la inteligencia artificial la media.

La educación y la sensibilización son fundamentales para garantizar que las personas comprendan el uso adecuado de la inteligencia artificial y sus implicaciones éticas. Por este motivo, la alfabetización digital es crucial para que las personas puedan navegar con confianza en el mundo digital y usar correctamente la inteligencia artificial. Esto incluye no solo el conocimiento técnico, sino también una comprensión de los principios éticos que guían el uso de la tecnología. La educación abierta y accesible puede empoderar a los individuos y prepararlos para participar activamente en la sociedad digital.

Los principios éticos en el uso de la inteligencia artificial son esenciales para garantizar que esta tecnología potente beneficie a la humanidad de manera justa, segura y sostenible. A través de la integración de los principios de un uso responsable de la inteligencia artificial, se puede establecer un enfoque comprensivo que guíe el desarrollo y la aplicación de la inteligencia artificial en un mundo cada vez más digital. Estos principios

no solo protegen los derechos individuales, sino que también promueven la responsabilidad colectiva de construir una sociedad más equitativa y humana (Terrones, 2018).

Para fundamentar una ética de la inteligencia artificial, se debe partir de la concepción de una ética digital como una ética aplicada. La ética digital contemporánea se enfrenta a la complejidad de un mundo cada vez más mediado por la tecnología, que redefine la economía, la sociedad, y la vida de los individuos. Desde una perspectiva ética, la vida digital no puede ser vista como una fuerza determinante sobre las acciones humanas ni limitar a las personas a roles pasivos de consumo. En lugar de ello, se debe analizar el papel de la tecnología como mediadora en la vida humana. Los desafíos para una ética digital incluyen superar el maniqueísmo tecnológico, que simplifica la tecnología como buena o mala, en favor de una visión más matizada que la considere como mediadora de la información y del conocimiento en beneficio humano. También es fundamental abordar la reducción de la brecha digital, para garantizar que todos los sectores de la sociedad tengan acceso a la conectividad y a las oportunidades digitales. Otros desafíos incluyen la protección de la privacidad y la gestión responsable de la información personal, promoviendo un uso consciente de la tecnología y la prevención del ciberacoso, así como la promoción de una educación en valores digitales que responda a las necesidades de las nuevas generaciones.

En este contexto, la ética digital aboga por prácticas que fomenten la honestidad académica, la colaboración y la innovación. Se debe promover el uso veraz de la información, garantizar la transparencia en la comunicación digital y fomentar una ciudadanía digital consciente de los derechos y deberes en los entornos virtuales. Además, se deben considerar los aspectos ambientales de la digitalización, como la reducción del consumo de papel y la preservación del medio ambiente. La interacción entre la tecnología y el tiempo en la vida moderna plantea un dilema entre un aumento en la regulación del tiempo y una oportunidad para redescubrir la humanidad a través de un uso más consciente de la tecnología. En resumen, una ética digital debe humanizar la tecnología, orientándola a mejorar el bienestar y las condiciones de vida de las personas, equilibrando los beneficios tecnológicos con una reflexión crítica sobre su impacto en la vida humana (Balladares, 2017; Rushkof, 2013).

4. Inteligencia Artificial y la formación del profesorado

Es importante que hoy en día se piense y se actúe en torno a una docencia en la era de la inteligencia artificial. La inteligencia artificial generativa está supliendo y reemplazando varias tareas que a los profesores les tomaba mucho tiempo para planificar, para diseñar y para evaluar los aprendizajes de los estudiantes. A través de un generador de texto, se puede generar productos para la enseñanza, desde una planificación de clase hasta la creación de instrumentos de evaluación. La inteligencia artificial puede ser una aliada de la práctica docente, ser un apoyo en la enseñanza y la optimización de los tiempos de preparación del profesorado.

El Ministerio de Educación de Chile en el año 2003 publica su guía para docentes sobre cómo usar chat GPT para potenciar el aprendizaje activo. De hecho, el uso de la inteligencia artificial (IA) en la docencia ha evolucionado de manera significativa en los últimos años, especialmente con el surgimiento de herramientas de inteligencia artificial generativa como ChatGPT. Estas herramientas tienen un gran potencial para asistir y potenciar múltiples tareas que hasta hace poco tiempo se consideraban exclusivamente

humanas. Sin embargo, antes de decidir si utilizarlas o no, es crucial preguntarnos qué es lo que queremos potenciar en el contexto educativo.

En primer lugar, el uso educativo de la inteligencia artificial debe estar orientado a potenciar el aprendizaje activo. Esto implica que tanto docentes como estudiantes pueden beneficiarse enormemente al utilizar la inteligencia artificial como un asistente en procesos de reflexión, investigación y creación en cualquier área del conocimiento. Este uso puede fomentar el desarrollo de la creatividad, el pensamiento crítico y la curiosidad por aprender para los estudiantes.

Varios marcos curriculares de diferentes países promueven un enfoque en el aprendizaje activo, donde los estudiantes son protagonistas de su proceso educativo. En este sentido, las herramientas de inteligencia artificial pueden ser vistas como facilitadoras de este protagonismo, proporcionando insumos que enriquecen el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, es importante subrayar que estas herramientas no deben reemplazar el rol del docente ni el esfuerzo autónomo del estudiante, sino que deben ser utilizadas como complementos que enriquecen y amplifican las experiencias educativas.

En segundo lugar, uno de los usos más destacados de la inteligencia artificial generativa en la educación es la generación de ideas para la planificación de clases. Los docentes pueden solicitar a herramientas de generación de textos que propongan ideas para abordar los objetivos de aprendizaje del currículo, ya sea mediante ejemplos que vinculen los conocimientos con la vida cotidiana, ideas de actividades prácticas o dinámicas de trabajo colaborativo, entre otras. Esto puede resultar especialmente útil en la planificación de unidades didácticas complejas, donde la creatividad y la relevancia contextual son fundamentales. De hecho, existen buenas prácticas con herramientas de generación de texto como ChatGPT, Copilot o Bard que contribuyen a la planificación de ideas.

Por ejemplo, un docente de historia que esté diseñando una evaluación formativa para estudiantes de primero medio podría utilizar ChatGPT para generar preguntas abiertas que evalúen el desarrollo del pensamiento crítico en relación con la idea de progreso indefinido en el Siglo XIX. Al solicitar a la inteligencia artificial posibles preguntas o situaciones de aprendizaje, el docente puede obtener muchos enfoques ajustados y adaptados a las necesidades de su grupo de estudiantes. En sí, estos insumos pueden usarse para dinamizar el aprendizaje y asegurar que los estudiantes se mantengan comprometidos y motivados.

En tercer lugar, la generación de instrumentos de evaluación es otra área donde la inteligencia artificial puede tener un impacto significativo en el profesorado. Los docentes pueden utilizar herramientas de inteligencia artificial como un apoyo para crear rúbricas o criterios de evaluación, así como ítems diversos como preguntas de respuesta abierta o cerrada. La capacidad de la inteligencia artificial para generar múltiples variaciones de un mismo ítem permite a los docentes diseñar evaluaciones más contundentes y adaptadas a las necesidades de sus estudiantes. Además, la inteligencia artificial puede usarse como asistente en la corrección de trabajos, sugiriendo preguntas de reflexión y retroalimentación según textos escritos por los estudiantes.

No obstante, el uso de la inteligencia artificial en la docencia no solo se limita a la planificación y a la evaluación, sino también a la creatividad y al pensamiento crítico en los estudiantes. Por ejemplo, al comenzar proyectos de escritura de ensayos, proyectos de indagación científica o de investigación artística, los estudiantes y docentes pueden utilizar la inteligencia artificial para obtener ideas que sirvan como punto de partida. La

inteligencia artificial puede sugerir temas, plantear preguntas iniciales o proponer enfoques novedosos que pueden inspirar a los estudiantes a explorar nuevas ideas.

Por otro lado, en el contexto de los debates, los estudiantes pueden solicitar a una herramienta de inteligencia artificial que adopte una postura específica y simule un debate como si fuera otra persona. Esta interacción puede ser útil para preparar a los estudiantes para evaluaciones orales, donde deben ser capaces de defender sus ideas y refutar las de sus compañeros. Además, este tipo de uso promueve el desarrollo del pensamiento crítico, ya que los estudiantes deben analizar y responder a argumentos que pueden ser complejos y desafiantes. Más aún, la retroalimentación es otro aspecto crucial del proceso de aprendizaje. Los estudiantes pueden utilizar la inteligencia artificial para recibir sugerencias de mejora tanto de forma como de contenido en sus textos.

La inteligencia artificial también tiene el potencial de fomentar la autonomía en el aprendizaje. Para cualquier asignatura, los estudiantes pueden solicitar a una herramienta de inteligencia artificial ejercicios, tareas o problemas del nivel y campo del conocimiento que necesiten reforzar. Por ejemplo, un estudiante que necesite practicar ecuaciones matemáticas puede pedir a un generador de textos como ChatGPT que le genere una serie de problemas para resolver. Esta capacidad de la IA para adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes a través de la modelación del lenguaje puede contribuir a una experiencia de aprendizaje más personalizada y efectiva.

Además, la capacidad de la inteligencia artificial para explorar y profundizar ideas permite a los estudiantes adentrarse en temas específicos con mayor detalle. Por ejemplo, los estudiantes pueden hacerle preguntas a un generador de textos como Copilot sobre un tema específico y recibir retroalimentación o nuevas preguntas que promuevan un diálogo socrático. Este tipo de interacción puede ayudar a los estudiantes a desarrollar un entendimiento más profundo de los conceptos que están estudiando.

En otras palabras, las herramientas de inteligencia artificial contribuyen a mejorar la eficiencia del profesorado en la realización de tareas y en la optimización de sus tiempos. A su vez, contribuye a la creación de contenidos digitales para la enseñanza. En el caso de la docencia universitaria, se plantean algunas tareas efectivas:

1. Automatización de ciertas tareas administrativas: entre ellas, se menciona el monitoreo de la asistencia, la detección de usos fraudulentos como el plagio, la supervisión de exámenes, entre otros.
2. Ayuda en la preparación de material de clase: se puede plantear diferentes sugerencias de lecturas, el diseño de ejercicios, la elaboración de resúmenes de contenidos y el diseño actividades a partir de los objetivos o resultados de aprendizaje, entre otros.
3. Diseño de evaluaciones y retroalimentación: mediante la generación de criterios e instrumentos de evaluación en base al temario de clase, o mediante una corrección basada en rúbricas o lista de cotejo con retroalimentación del trabajo realizado por el estudiante.
4. Propuesta de estrategias para un aprendizaje activo: esto se propone mediante la generación de preguntas que puedan tanto medir el conocimiento cómo generar debates sobre temas específicos en el aula.
5. Seguimiento personalizado del aprendizaje del estudiante: esto permitirá un mejoramiento de la eficacia en el seguimiento del desempeño del estudiante a través de la combinación de las tecnologías de analíticas de aprendizaje con la inteligencia artificial (Cruz Argudo et al., 2024).

Conforme la tecnología continúe avanzando, es probable que la inteligencia artificial en la educación siga expandiéndose y adaptándose. Las herramientas de inteligencia artificial generativa tienen el potencial de transformar la manera en que se enseña y se aprende, ofreciendo nuevas oportunidades para personalizar la educación y mejorar los resultados de aprendizaje. Sin embargo, para aprovechar al máximo estas oportunidades, es esencial que los educadores, las instituciones educativas y los responsables de las políticas públicas adopten un enfoque reflexivo y deliberado en la implementación de la inteligencia en la formación del profesorado.

Es probable que en el futuro veamos una integración más profunda de la inteligencia artificial en el currículo, con herramientas que no solo asistan en la planificación y evaluación, sino que también actúen como tutores personalizados, capaces de adaptarse a las necesidades individuales de cada estudiante. Esto podría llevar a una educación más inclusiva y equitativa, donde todos los estudiantes, independientemente de su origen o circunstancias, tengan acceso a recursos educativos de alta calidad.

La inteligencia artificial generativa tiene el potencial de transformar la docencia y el aprendizaje en formas que apenas estamos comenzando a comprender. Al utilizar estas herramientas de manera reflexiva y ética, podemos potenciar el aprendizaje activo, fomentar la creatividad y el pensamiento crítico, y personalizar la educación para satisfacer las necesidades de cada estudiante. Sin embargo, es esencial que los educadores y las instituciones aborden los desafíos y consideraciones éticas asociados con la inteligencia artificial para garantizar que su implementación contribuya al desarrollo pleno y equitativo de todos los estudiantes. La formación del profesorado tiene como desafío el incorporar una alfabetización digital en inteligencia artificial.

A pesar de las numerosas ventajas que ofrece la inteligencia artificial en el ámbito educativo, su implementación no está exenta de desafíos y consideraciones éticas. Uno de los principales problemas es la dependencia excesiva de los estudiantes en estas herramientas, lo que podría afectar su capacidad para desarrollar competencias fundamentales de manera autónoma. Por este motivo, es importante que los docentes establezcan un equilibrio adecuado entre el uso de la inteligencia artificial y el desarrollo de competencias y habilidades básicas en los estudiantes.

Otro aspecto importante para considerar es la calidad de los insumos generados por la inteligencia artificial. Aunque las herramientas de inteligencia artificial pueden generar contenido de alta calidad, es fundamental que los docentes revisen y ajusten estos contenidos para asegurarse de que sean adecuados y relevantes para el contexto educativo específico. La supervisión, mediación y guía del docente son fundamentales para garantizar que la inteligencia artificial sea utilizada de manera efectiva y responsable (Gallent Torres et al., 2023).

La formación del profesorado tiene su relación con el desarrollo profesional docente. En este sentido, las competencias docentes son claves para que el profesorado sea un actor clave en el proceso educativo. Se considera que la inteligencia artificial desafía a la formación del profesorado a potenciar sus responsabilidades docentes. Para ello, se establecen seis desafíos que son los siguientes:

1. **Planificación de la Docencia:** La planificación de la docencia es una de las áreas clave en la formación del profesorado donde la inteligencia artificial está empezando a hacer sentir su impacto. La planificación efectiva requiere que los docentes consideren una variedad de factores, desde los resultados de aprendizaje hasta las necesidades individuales de los estudiantes. La inteligencia artificial tiene el potencial de facilitar este proceso mediante la automatización y la

personalización de la planificación. Sin embargo, este potencial viene acompañado de varios desafíos.

En este sentido, la inteligencia artificial generadora de textos puede establecer diferentes elementos de la planificación de la docencia. El planteamiento de objetivos, la definición de contenidos, la metodología a usar, las actividades a desarrollar, los recursos a utilizar, la evaluación a implementar, entre otros, son algunos de los elementos de la planificación docente en el que la inteligencia artificial se puede convertir en un asistente idóneo para la planificación docente. Puede desarrollar cada elemento para generar recursos y materiales, desde un aprendizaje colectivo hasta un aprendizaje personalizado.

2. **Diseño de Actividades de Aprendizaje:** El diseño de actividades de aprendizaje es otro aspecto crucial de la formación del profesorado en el que la inteligencia puede jugar un papel importante. La inteligencia artificial generativa puede ayudar a crear actividades personalizadas que se adapten a las necesidades individuales de los estudiantes, promoviendo un aprendizaje más efectivo y focalizado, sin caer en el riesgo de la fragmentación.

A su vez, el diseño de actividades de aprendizaje también implica el fomento de la creatividad y el pensamiento crítico en los estudiantes. La inteligencia artificial, aunque es capaz de generar actividades basadas en patrones y datos, puede no ser tan efectiva en la creación de actividades que promuevan estas habilidades fundamentales. Por lo tanto, es importante que las actividades de aprendizaje generadas por la inteligencia artificial sean mediadas, complementadas y adaptadas por el docente para lograr una enseñanza efectiva.

3. **Evaluación del Aprendizaje:** La evaluación del aprendizaje es un componente esencial de la educación, y la inteligencia artificial tiene el potencial de transformar este proceso mediante la automatización de la calificación y la personalización de la retroalimentación. Este puede mejorar los procesos de evaluación y optimizar los tiempos. Sin embargo, uno de los problemas es que puede carecer de profundidad al tener limitaciones en la comprensión del contexto. Por eso, es importante que el profesorado pueda complementar, ampliar y profundizar la retroalimentación para que los estudiantes tengan una orientación efectiva. En este sentido, es importante que tanto la planificación como la evaluación de los aprendizajes con inteligencia artificial esté inserto en los planes de formación del profesorado, especialmente en sus primeros años de formación inicial (Ayuso-del Puerto & Gutiérrez-Esteban, 2022).
4. **Creación de Contenidos:** La creación de contenidos educativos es fundamental para la inteligencia artificial, desde la generación automática de materiales de aprendizaje hasta la curación de recursos personalizados. Sin embargo, la integración de IA en la creación de contenidos también presenta desafíos importantes. Un desafío clave es garantizar la calidad y el rigor de los contenidos generados por IA. Aunque los sistemas de IA pueden producir grandes cantidades de contenido rápidamente, existe el riesgo de que estos materiales carezcan de la profundidad académica y la precisión necesaria para una enseñanza efectiva. Es fundamental que los docentes y expertos en contenidos revisen y supervisen los materiales generados por IA para asegurar que cumplan con los estándares educativos. La originalidad y la creatividad son aspectos esenciales de la creación de contenidos educativos. La IA, que se basa en patrones y datos preexistentes, puede tener dificultades para generar contenidos verdaderamente originales y creativos. Esto plantea un desafío para los docentes, que deben encontrar formas

de integrar la IA en el proceso de creación de contenidos sin sacrificar la creatividad y la innovación.

El uso de IA en la creación de contenidos también plantea cuestiones sobre derechos de autor y propiedad intelectual. Los sistemas de IA pueden generar contenidos basados en materiales existentes, lo que podría dar lugar a violaciones de derechos de autor si no se gestionan adecuadamente. Es importante que los docentes y las instituciones educativas estén al tanto de las implicaciones legales del uso de IA en la creación de contenidos y tomen medidas para garantizar que los derechos de autor se respeten.

5. Investigación: La investigación es un componente central de la formación del profesorado, y la IA ofrece nuevas oportunidades para realizar investigaciones educativas más avanzadas y precisas. Sin embargo, la incorporación de IA en la investigación educativa también plantea desafíos que deben ser considerados. Uno de los principales desafíos en la investigación educativa es el acceso y la manipulación de grandes volúmenes de datos. La IA permite analizar estos datos de manera eficiente, pero también plantea el desafío de interpretar correctamente los resultados. Los investigadores deben tener una formación adecuada en el uso de herramientas de IA para asegurarse de que los análisis sean precisos y significativos. El uso de IA en la investigación educativa también plantea cuestiones éticas. Los algoritmos pueden estar sesgados, lo que podría influir en los resultados de la investigación. Además, el uso de datos sensibles de estudiantes plantea preocupaciones sobre la privacidad y el consentimiento informado (Cruz et al., 2024; UNESCO, 2024a).

5. Modelos tecnopedagógicos en Inteligencia Artificial para la formación del profesorado

No se puede negar que la inteligencia artificial generativa tiene un impacto transformador en la educación a través de herramientas basadas en inteligencia artificial como los sistemas de tutoría inteligente y los sistemas de evaluación automatizada. El potencial de la inteligencia artificial aún no se ha aprovechado del todo en la educación y su uso está rezagado en comparación con otros sectores. Una de las causas de este retraso se debe a la debilidad en el desarrollo de competencias digitales de los docentes para la integración de la inteligencia artificial en la práctica docente (Celik, 2023).

Tal como se ha mencionado a lo largo del capítulo, la inteligencia artificial ofrece nuevas oportunidades pedagógicas para fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje, desde un enfoque centrado en el estudiante atendiendo sus necesidades pedagógicas y realizando el debido seguimiento, hasta el mejoramiento de su rendimiento académico y disminución de la deserción escolar. Pero la inteligencia artificial también incide en el diseño de la enseñanza, por lo que el profesorado se sitúa en un momento clave para integrar la inteligencia artificial en su práctica de la enseñanza. Por lo tanto, el mejoramiento del conocimiento tecnológico de la inteligencia artificial brindará al docente los criterios pedagógicos para una integración efectiva que fomente el aprendizaje personalizado y la retroalimentación.

Una integración de la inteligencia artificial en el proceso de enseñanza no implica que se reemplace a los docentes. Desde hace varios años surgen diseños pedagógicos virtuales donde se evidencia una ausencia sincrónica del docente, como es el caso de los cursos masivos abiertos en línea, conocidos como MOOC. En estos diseños se evidencia

la presencia docente de forma asincrónica mediante el propio diseño instruccional de estos cursos virtuales, creando contenidos digitales, diseño de actividades de aprendizaje, grabación de clases virtuales, automatización de la evaluación, entre otros. De todos modos, el papel del docente es irremplazable dado que el proceso educativo es un acto relacional que implica una complementariedad entre la enseñanza y el aprendizaje, entre el docente y el estudiante.

Para lograr una integración efectiva de la tecnología que trae la inteligencia artificial con la pedagogía y el conocimiento disciplinario, es importante partir de un modelo tecnopedagógico como el modelo TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge framework*), cuyas siglas en inglés se lo traduce al español como el modelo tecnológico y pedagógico del contenido. Este modelo se refiere a los conocimientos que un profesor debe tener para utilizar efectivamente la tecnología con fines educativos (Mishra & Koehler, 2006). De hecho, el modelo TPACK se compone de tres elementos clave: el conocimiento tecnológico (TK), que abarca desde el uso básico hasta el avanzado de tecnologías; el conocimiento pedagógico (PK), que se refiere a la metodología, didáctica y prácticas en el aula; y el conocimiento disciplinar (CK), que se enfoca en los contenidos específicos de una disciplina (Koh & Chai, 2014; Teng Lye, 2013).

En cuanto al conocimiento tecnológico, este no solo abarca los recursos tradicionales como libros, tizas o pizarras, sino también tecnologías avanzadas como computadoras, internet y redes sociales, con su consiguiente competencia de integrarlas contextos educativos. Sobre el conocimiento pedagógico, este comprende las estrategias, las metodologías, las técnicas de enseñanza, los objetivos educativos, los resultados de aprendizaje y los criterios de evaluación que dinamizan el proceso de enseñanza y aprendizaje. Adicionalmente, el conocimiento disciplinar se refiere al dominio de los contenidos científicos o específicos de una asignatura o campo disciplinario del conocimiento, incluyendo conceptos, teorías, modelos y paradigmas del propio campo del conocimiento (Mishra & Koehler, 2006).

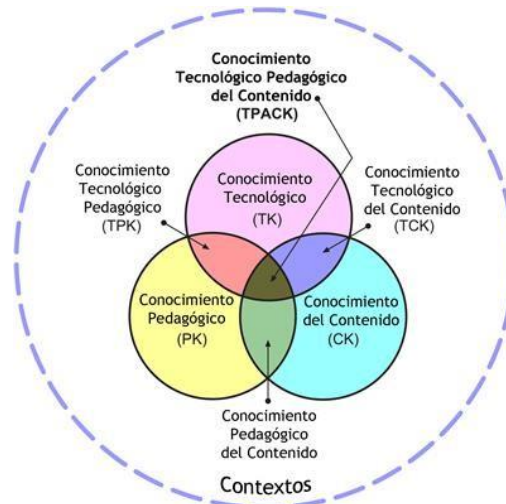
Estos tres tipos conocimientos del modelo TPACK se interrelacionan e integran de manera efectiva en ambientes de enseñanza-aprendizaje (Teng Lye, 2013). Además, el modelo añade cuatro componentes integrados: conocimiento tecnológico-pedagógico (TPK), conocimiento tecnológico-disciplinar (TCK), conocimiento pedagógico-disciplinar (PCK) y el conocimiento específico del modelo, conocido como TPACK o conocimiento tecnológico-pedagógico del contenido. Estos componentes se mantienen en un equilibrio dinámico que permite su integración (Mishra & Koehler, 2006).

El conocimiento tecnológico-pedagógico (TPK) se relaciona con el uso de tecnologías en el proceso educativo, incluyendo la selección de herramientas tecnológicas apropiadas, además del diseño de actividades que motiven el aprendizaje y la evaluación. El conocimiento tecnológico del contenido (TCK) se centra en la selección de la tecnología más adecuada para enseñar ciertos contenidos, haciendo que estos sean más interactivos y efectivos. Por su parte, el conocimiento pedagógico del contenido (PCK) permite adaptar y organizar los contenidos de una disciplina en el aula, facilitando que los estudiantes accedan a la información y que los docentes utilicen estrategias metodológicas efectivas para enseñar el contenido (Mishra & Koehler, 2006; Teng Lye, 2013).

El modelo TPACK permite una comprensión profunda de la relación entre contenido, pedagogía y tecnología en diferentes contextos. Este modelo se ha convertido en una referencia para los docentes que integran las TIC en sus procesos de enseñanza-

aprendizaje. El éxito en la implementación del modelo TPACK depende de la experiencia previa de los docentes en el uso de tecnologías digitales. Los estudios recientes reconocen que las nuevas generaciones del profesorado, que tienen mayores conocimientos tecnológicos por ser nativos digitales, están mejor preparadas para este enfoque del modelo (Mouza et al., 2014).

Figura 1: Modelo TPACK.



Fuente: <http://tpack.org>

Aunque el surgimiento de las tecnologías presenta oportunidades para el mejoramiento de la calidad, la inteligencia artificial presenta algunos problemas éticos, desde lo que corresponde a toma de decisiones, sesgos, equívocos, entre otros. Dado que una inteligencia artificial acarrea dilemas éticos en su uso, es importante que el proceso tecnopedagógico considere estos aspectos éticos para su buen uso. Por esta razón, es importante que los docentes tengan los suficientes criterios para discernir cómo, cuándo y en dónde utilizar la inteligencia artificial generativa en su práctica docente. En este sentido, es importante que el profesorado comprenda, argumente, justifique y evalúa el uso de herramientas basadas en inteligencia artificial en el proceso educativo.

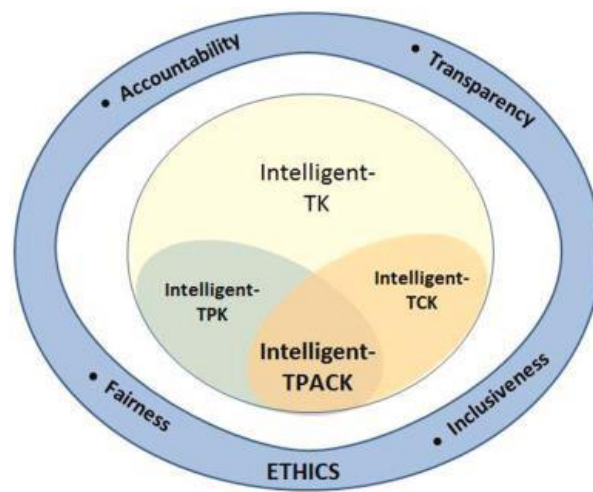
En este sentido, Celik (2023) realiza la propuesta del modelo TPACK-inteligente, con el fin de evidenciar dos elementos dentro de los conocimientos del TPACK: la inteligencia artificial como tecnología integradora, y los principios éticos que orienten buenas prácticas pedagógicas con inteligencia artificial. Para ello, el modelo TPACK-inteligencia se configura en torno a cuatro conocimientos que son los siguientes:

1. Conocimiento tecnológico-inteligente (intelligent-TK): este conocimiento invita a que el profesorado desarrolle su conocimiento sobre el uso de herramientas de inteligencia artificial. Para ello, es importante, que el docente conozca el uso instrumental de herramientas de inteligencia artificial generadoras de textos, imágenes, presentaciones, videos, audios, entre otros.
2. Conocimiento tecnológico-pedagógico-inteligente (intelligent-TPK): Este conocimiento motiva al docente a integrar las herramientas tecnológicas de inteligencia artificial con la pedagogía. Para ello, las herramientas de inteligencia artificial pueden contribuir a la planificación de la docente y el diseño y evaluación de las actividades de aprendizaje, así como la orientación del aprendizaje personalizado.
3. Conocimiento tecnológico-disciplinario-inteligente (intelligent-TCK): Este tipo de conocimiento busca que se utilice las herramientas tecnológicas de inteligencia

artificial para el desarrollo de contenidos disciplinarios. En este sentido, la inteligencia artificial basada en modelación de lenguaje puede ser efectiva en cuanto a la búsqueda y selección de la información, así como la generación inédita de contenidos.

4. Conocimiento tecnológico-pedagógico-disciplinario-inteligente (intelligent-TPACK): Este es el tipo de conocimiento ideal que propone el modelo TPACK-inteligente. Lo ideal para el profesorado es que sepa articular y usar correctamente las herramientas tecnológicas de inteligencia artificial para desarrollar el proceso instruccional, y a su vez, pueda compartir información y generar conocimiento.

Figura 2: Intelligent-TPACK Framework.



Fuente: Ismail Celik (2023).

El modelo TPACK-inteligente es transversalizado por principios éticos, que delimitan los alcances y las limitaciones del uso de la inteligencia artificial en la educación. Por lo tanto, lo ético es un componente fundamental del modelo TPACK-inteligente y se constituye en un nuevo conocimiento para el profesorado. En este sentido, los cuatro principios propuestos por el modelo son los siguientes:

1. Responsabilidad (accountability): Este principio ético empodera al docente a ser responsable del uso de la inteligencia artificial en el proceso de enseñanza y aprendizaje.
2. Transparencia (transparency): La transparencia y la explicabilidad se constituyen en condiciones fundamentales para garantizar el respeto, la protección y la promoción de los derechos humanos, las libertades fundamentales y los principios éticos.
3. Equidad (fairness): El uso de la inteligencia artificial debe fomentar la justicia social y combatir cualquier forma de discriminación, sea por edad, por lengua, por cultura, por ideología, entre otros.
4. Inclusión (inclusiveness): Este principio ético busca garantizar el acceso equitativo a la inteligencia artificial, superando cualquier tipo de brecha digital.

Por lo tanto, el modelo TPACK-inteligente fundamenta la integración de la inteligencia artificial en la formación y en la práctica del profesorado. Este modelo fundamenta toda falsa ilusión de creer que la propia inteligencia artificial suplantaría al propio docente, limitaría la capacidad del estudiante para pensar y crear, resolvería los

problemas de aprendizaje del estudiante y se convertiría en la única fuente de información y conocimiento. Este modelo TPACK realiza una reivindicación de la propia inteligencia humana en función de la toma de decisiones en el proceso educativo a partir de los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinarios del docente.

Por último, la UNESCO (2024b) propone un marco referencial de competencias en inteligencia artificial (IA) para docentes. El marco de competencia en IA para docentes se presenta en una matriz con cinco aspectos de competencia que se desarrollan a través de tres niveles de progresión: adquirir, profundizar y crear. En cambio, los cinco aspectos de las competencias en inteligencia artificial son: mentalidad centrada en el ser humano, la ética de la inteligencia artificial, las bases y aplicaciones de la inteligencia artificial, la pedagogía de la inteligencia artificial, y la inteligencia artificial para el desarrollo profesional. Cabe indicar que estos aspectos están relacionados entre sí ya que son complementarios, interdependientes y sinérgicos. Su relación contribuye al crecimiento cohesivo de la competencia en inteligencia artificial para el profesorado.

El aspecto de la mentalidad centrada en el ser humano define los valores y la orientación actitudinal hacia las interacciones humano-IA que los docentes necesitan fomentar. El aspecto de la ética de la IA delinea los principios éticos esenciales, regulaciones, leyes institucionales y reglas éticas prácticas que los docentes necesitan entender, aplicar y ayudar a adaptar. El aspecto de las bases y aplicaciones de la IA especifica el conocimiento conceptual y las habilidades transferibles que los docentes necesitan para entender y aplicar en la selección, aplicación y personalización creativa de herramientas de IA para servir en entornos de enseñanza y aprendizaje centrados en el estudiante y asistidos por IA. El aspecto de la pedagogía de la IA propone un conjunto de competencias necesarias para una integración pedagógica de la IA con propósito y efectividad. Esto abarca la capacidad para validar y seleccionar las herramientas de IA adecuadas e integrarlas en estrategias pedagógicas para apoyar la preparación de cursos, la enseñanza, el aprendizaje, la socialización, el cuidado social y la evaluación del aprendizaje. El aspecto de la IA para el desarrollo profesional esboza las competencias que los docentes necesitan desarrollar para usar la IA de manera adecuada en el impulso de su aprendizaje profesional continuo, apoyando el desarrollo profesional colaborativo y explorando la transformación profesional (UNESCO, 2024b).

A continuación, se presenta la siguiente tabla de las competencias en inteligencia artificial para la docencia:

Tabla 1: Marco referencial de competencias en inteligencia artificial para la docencia.

Aspectos	Adquisición	Profundización	Creación
Mentalidad centrada en el ser humano	Conciencia humana	Responsabilidad humana	Responsabilidad social
Ética en inteligencia artificial	Principios éticos	Uso seguro y responsable	Co-creación de reglas éticas
Bases y aplicaciones de la inteligencia artificial	Técnicas y aplicaciones elementales con inteligencia artificial	Habilidades de aplicación de la inteligencia artificial	Capacidad de crear con inteligencia artificial

Pedagogía de la inteligencia artificial	Enseñanza asistida con inteligencia artificial	Integración de la pedagogía con inteligencia artificial	Transformación pedagógica fortalecida con inteligencia artificial
Inteligencia artificial para el desarrollo profesional	La inteligencia artificial habilita el aprendizaje profesional a lo largo de la vida	La inteligencia artificial mejora el aprendizaje organizacional	La inteligencia artificial contribuye a la transformación profesional

Fuente: UNESCO (2024).

Los marcos tecnopedagógicos brindan los fundamentos necesarios para orientar la formación del profesorado en el uso responsable de la inteligencia artificial para la enseñanza. Este factor de oportunidad permitirá mejorar la calidad educativa en los próximos años, y su vez, fomentar el pensamiento crítico y la creatividad en los estudiantes teniendo a la inteligencia artificial como un apoyo, un medio y un asistente para el desarrollo de su aprendizaje.

6. Conclusiones

La formación del profesorado tiene como reto el incluir conocimiento de la inteligencia artificial desde el TPACK-inteligente en la que se puedan generar prácticas docentes integrando las herramientas de inteligencia artificial generativa como medios y no como fines en sí mismos. En este sentido, la inteligencia artificial desafío a otro tipo de educación humana, donde lo humano esté por encima de lo artificial, y lo artificial sea mediación de la condición humana. Siempre estará latente el peligro de des-humanizar a la educación con instrumentos impersonales o de ser presa de círculos de poder manipulador. Pero la propia inteligencia artificial puede ser un aliado estratégico para persona en otro tipo de educación posible: una educación humana mediada con la tecnología.

Por otro lado, la transformación digital en la educación busca generar nuevas estrategias del proceso de enseñanza y aprendizaje a través de la digitalización, tanto dentro como fuera del aula de clase. A su vez, busca la eficiencia de sus procesos administrativos y comunicaciones. Además, las instituciones educativas priorizan su presencia en el internet y las redes sociales. Esta transformación digital incluye la integración de la inteligencia artificial en función del mejoramiento de la calidad educativa y en beneficio de los diferentes actores de la comunidad educativa.

Por último, el profesorado tiene como desafío el desarrollo de competencias digitales con inteligencia artificial. El modelo TPACK-inteligente es un referente del desarrollo de competencias docentes a partir de cada conocimiento. Así, la integración de la inteligencia artificial en el proceso educativo será instrumental, sino que tendrá los criterios pedagógicos, científicos y éticos para una integración efectiva que contribuye a una educación de calidad e inclusiva. En este sentido, la formación del profesorado se nutre de nuevos desafíos. Sin formación del profesorado, no cabría una transformación digital inteligente.

7. Bibliografía

- Ayuso-del Puerto, D., y Gutiérrez-Esteban, P. (2022). La Inteligencia Artificial como Recurso Educativo durante la Formación Inicial del Profesorado. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2), 347-362. <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.32332>
- Balladares Burgos, J. A. (2023). Principios y valores para una ética digital. *Oxímora. Revista Internacional De Ética Y Política*, (23), 1–16. <https://doi.org/10.1344/oxmora.23.2023.42325>
- Balladares Burgos, J.A (2017). Una ética digital para las nuevas generaciones digitales. *Revista PUCE*, 104. <https://doi.org/10.26807/revpuce.v0i0.81>
- Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>
- Chung, C. K. K., & Becker, S. E. (2024). Adopción de la inteligencia artificial ChatGPT en la educación superior: perspectiva de los docentes universitarios en Paraguay. *Company Games & Business Simulation Academic Journal*, 3(2), 23-30.
- Cruz, F., García, I., Martínez, J., Ruiz, A., Ruiz, P., Sánchez, A., & Turró, C. (2024). *La inteligencia artificial generativa en la docencia universitaria: Oportunidades, desafíos y recomendaciones*. Crue.org. Recuperado de https://www.crue.org/wp-content/uploads/2024/03/Crue-Digitalizacion_IA-Generativa.pdf
- Díaz, L. y Morales, S. (2024). El impacto de la IA en las relaciones laborales. *Revista Digital Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social*, 1(1), 163-185. <https://doi.org/10.18601/30283574.v01n01.09>
- Espinoza, A. R. F., Chávez, Z. R. M., Mescua, J. A. M., Viena, C. R., Mauricio, L. A. S., & Flores, H. H. V. (2023). *El futuro de la educación: cómo la inteligencia artificial transformará el aula*. Editorial Mar Caribe. <https://doi.org/10.17613/4phc-3k04>
- Gallent Torres, C., Zapata González, A., & Ortego Hernando, J. L. (2023). El impacto de la inteligencia artificial generativa en educación superior: una mirada desde la ética y la integridad académica. *RELIEVE - Revista Electrónica De Investigación Y Evaluación Educativa*, 29(2). <https://doi.org/10.30827/relieve.v29i2.29134>
- Hidalgo Contreras, L. (2024). El papel de la inteligencia artificial en la gestión eficiente de los procesos civiles. (Trabajo Fin de Máster Inédito). Universidad de Sevilla, Sevilla. <https://hdl.handle.net/11441/158748>
- Koh, J. & Chai, C. (2014). Teacher clusters and their perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) development through ICT lesson design. *Computers & Education*, 70, 222-232.
- Madrigal, B., Núñez, M., Cervantes, M. A. y Siorda, N. (coords.) (2023). *Emprendimiento, innovación y sustentabilidad: pilares para el desarrollo*. ITSON Universidad.

- Ministerio de Educación (2023). *Guía para Docentes: Cómo usar ChatGPT para potenciar el aprendizaje activo*. Gobierno de Chile.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Mora, Y. Y., y Rizzo, J. M. A. (2023). Influencia de la inteligencia artificial en los estudiantes universitarios. *South Florida Journal of Development*, 4(10), 3749–3762. <https://doi.org/10.46932/sfjdv4n10-001>
- Mouza, C., Karchmer-Klein, R., Nandakumar, R., Yilmaz Ozden, S. & Hu, L. (2014). Investigating the impact of an integrated approach to the development of preservice teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 71, 206-221.
- Ocaña-Fernández, Y., Valenzuela-Fernández, L. A., & Garro-Aburto, L. L. (2019). Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 536-568. <https://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.274>
- Pablo-Martí, F., & Mir, C. (2024). Enseñando Economía con inteligencia Artificial. .Una propuesta para dinamizar las aulas de la Generación Z. SCCS.
- Ríos Hernández, I. N., Mateus, J. C., Rivera Rogel, D., & Rosa Ávila Meléndez, L. (2024). Percepciones de estudiantes latinoamericanos sobre el uso de la inteligencia artificial en la educación superior. *Austral Comunicación*, 13(1), e01302. <https://doi.org/10.26422/aucom.2024.1301.rio>
- Rushkoff, D. (2013). *Present shock: when everything happens now*. Current.
- Teng Lye, L. (2013). Opportunities and challenges faced by private higher education institution using TPACK Model in Malaysia. *Procedia -Social and Behavioral Sciences*, 91, 294-305.
- Terrones, A. (2018). Inteligencia artificial y ética de la responsabilidad. *Cuestiones de Filosofía*, 4(22), 141-170. <https://doi.org/10.19053/01235095.v4.n22.2018.8311>
- Tovar Ruiz, C. J., Bustamante Bajaña, J. A., Bustamante Bajaña, X. A., & Vallejo Flores, K. M. (2024). IA y sus implicaciones en la educación superior. *RECIAMUC*, 8(1), 519-527. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.\(1\).ene.2024.519-527](https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.(1).ene.2024.519-527)
- UNESCO (2024a). *Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación*. UNESCO.
- UNESCO (2024b). *AI competency framework for teachers*. UNESCO.
- UNESCO (2022). *Ética de la inteligencia artificial*. UNESCO.
- Vélez-Rivera, R., Muñoz-Álvarez, D., Leal-Orellana, P., y Ruiz-Garrido, A. (2024). Uso de Inteligencia Artificial en educación superior y sus implicancias éticas. *Hachetetepé. Revista científica en Educación y Comunicación*, 28



Universitat de Lleida
Càtedra d'Organitzacions i Territoris
Saludables i Sostenibles (DOTSS)



Diputació de Lleida