

# INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A LA EDUCACIÓN: EL FUTURO QUE VIENE

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLIED TO EDUCATION: THE UPCOMING FUTURE

**José Pertusa Mirete**

Pedagogo e inspector de educación. Murcia.

### **Resumen**

La inteligencia artificial (IA), lleva varias décadas implementándose en nuestra sociedad. Tanto es así, que tenemos asumidas sus aplicaciones en ciertos campos de la vida cotidiana, como la automatización de procesos productivos y empresariales, tecnologías de la información y comunicación, marketing y publicidad, atención al cliente y diagnósticos médicos, etc. Al igual que ocurre con otras innovaciones, la esfera educativa sigue unos patrones de asimilación más lentos. La evolución en la incorporación a nivel educativo de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), TAC (Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento), TEP (Tecnologías del Empoderamiento y la Participación) y TRIC (Tecnologías de la relación, Información y Comunicación), tiene una consecuencia lógica: la aplicación de la inteligencia artificial en las aulas en el futuro más próximo. En este artículo analizaremos algunos aspectos clave de la introducción de la inteligencia artificial en el contexto escolar,

valorando posibilidades y posibles riesgos. También analizaremos el papel de la IA en el marco metodológico del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), así como su utilidad en la atención al alumnado con necesidad específica de apoyo educativo, finalizando con una mirada hacia los retos, límites éticos y posible futuro de la IA en el ámbito educativo.

**Palabras clave:** : inteligencia artificial, Diseño Universal para el Aprendizaje, atención a la diversidad, alumnado con necesidad específica de apoyo educativo, tecnología educativa, inspección educativa, calidad educativa, funciones ejecutivas, metodologías activas, innovación educativa.

### **Abstract**

Artificial Intelligence (AI) has been implemented in our society for several decades to such an extension that we have assumed as common its applications in certain fields of daily life, like the automation of production and business processes, information and communication technologies, marketing and advertising, customer service and medical diagnoses, and more. As other innovations, the field of education follows slower assimilation patterns. The evolution of the incorporation of ICT (Information and Communication Technologies), LKT (Learning and Knowledge Technologies), ETP (Empowerment and Participation Technologies) and RIC (Relationship, Information, and Communication) at the educational level has a logical consequence: the application of artificial intelligence in the classroom in the very near future. In this article we will analyze some key aspects of the introduction of artificial intelligence in the school context, assessing possibilities and possible risks. In this article we will analyze some key aspects of the introduction of artificial intelligence in the school context, assessing possibilities and possible risks. We will also analyze the role of AI in the Universal Design for Learning (UDL) methodological framework, as well as its usefulness in serving students with a specific need for educational support, ending with a look at the challenges, ethical limits, and possible future of AI in education.

**Keywords:** artificial intelligence, Universal Design for Learning, attention to diversity, students with specific needs for educational support, educational technology, educational inspection, educational quality, executive functions, active methodologies, educational innovation.

## 1. APROXIMACIÓN AL CONCEPTO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El nacimiento de la inteligencia artificial la podemos fechar en la década de 1950, cuando un grupo de investigadores y científicos comenzaron a explorar la idea de crear máquinas que pudieran pensar y aprender de manera similar a los seres humanos. Uno de los primeros hitos en el desarrollo de la inteligencia artificial fue el programa denominado Logic Theorist, desarrollado por Allen Newell y Herbert Simon en 1955. Este programa utilizó un sistema de reglas lógicas para resolver problemas matemáticos complejos y se considera el primer programa de inteligencia artificial capaz de demostrar teoremas matemáticos. En la década de 1960, el término inteligencia artificial comienza a utilizarse con más frecuencia y los investigadores continúan desarrollando nuevos algoritmos y programas para resolver una gran variedad de problemas, desde el procesamiento del lenguaje, hasta el reconocimiento de patrones y la toma de decisiones en algunos campos. Entre 1970 y 1980, la inteligencia artificial experimentó un aumento en su popularidad y en el interés mostrado por la población, especialmente en el ámbito empresarial. Las empresas comenzaron a utilizar la inteligencia artificial para optimizar la producción y mejorar la eficiencia de sus trabajadores, se desarrollan así sistemas expertos para ayudar en la toma de decisiones en una gran variedad de campos. A partir de 1980, la inteligencia artificial experimenta un gran avance en múltiples aspectos, gracias al desarrollo de la capacidad del procesamiento de la información de las computadoras y la complejidad de los algoritmos y técnicas de aprendizaje automático. Entre los hitos más destacados en la evolución de la inteligencia artificial en este período destacamos:

1980-1990: Durante esta década, se produjeron importantes avances en la creación de sistemas expertos, que eran programas informáticos diseñados para imitar la toma de decisiones de un experto humano en un campo específico. Los sistemas expertos se utilizaron en aplicaciones como la medicina, la ingeniería y la gestión empresarial.

1990-2000: En esta década, la inteligencia artificial comenzó a aplicarse a programas más complejos como el reconocimiento de voz y la visión por computadora. También se desarrollaron algoritmos de aprendizaje profundo, como las redes neuronales convolucionales y recurrentes, que permiten que los sistemas de IA aprendan a partir de grandes conjuntos de datos.

2000-2010: Durante este periodo se produjeron importantes avances en la robótica y la capacidad de los sistemas de inteligencia artificial para interactuar con el mundo físico. Se desarrollaron robots capaces de realizar tareas complejas, como caminar sobre terreno irregular y se crearon sistemas de inteligencia artificial capaces de entender el lenguaje natural y mantener conversaciones con los humanos.

2010-2020: En esta última década, la inteligencia artificial ha experimentado un auge sin precedentes gracias al desarrollo de técnicas de aprendizaje profundo y al aumento de la cantidad de datos disponibles. Los sistemas de inteligencia artificial se han utilizado en una amplia variedad de aplicaciones, desde el reconocimiento facial, hasta la conducción autónoma de vehículos. También se ha producido un aumento en el uso de la inteligencia artificial en la industria, la medicina y otros campos, encontrándonos con aplicaciones en el ámbito educativo.

En la actualidad, entendemos la inteligencia artificial como la capacidad de una máquina para llevar a cabo tareas que requieran inteligencia humana, como el razonamiento, la percepción, la toma de decisiones, la comprensión del lenguaje y los propios procesos de aprendizaje. Pero ¿puede una máquina aprender? Existen diferentes enfoques para desarrollar la inteligencia artificial, pero uno de los más populares es el aprendizaje automático (*machine learning*), que implica el uso de algoritmos y modelos matemáticos para que las máquinas

aprendan a partir de los datos y mejoren su desempeño con la experiencia. La inteligencia artificial se ha utilizado en diversas aplicaciones desde asistentes virtuales y sistemas de recomendación, hasta robots autónomos y diagnósticos médicos. Las máquinas con inteligencia artificial pueden aprender y adaptarse a medida que interactúan con el mundo. Hay diferentes tipos de IA, la denominada inteligencia artificial débil se enfoca hacia tareas específicas siguiendo patrones fijos de detección de datos (muy utilizada en la detección de fraudes financieros). También existe la denominada inteligencia artificial fuerte, que busca desarrollar sistemas que puedan igualar o incluso superar la inteligencia humana en una amplia variedad de tareas. La inteligencia artificial se basa en algoritmos y modelos matemáticos complejos que se ejecutan en computadoras para realizar las tareas. Estos algoritmos se pueden entrenar y ajustar para mejorar la precisión y el rendimiento de la máquina. El aprendizaje automático y el procesamiento de lenguaje natural son dos tareas de la inteligencia artificial que han avanzado significativamente en los últimos años y han encontrado aplicaciones prácticas en una amplia variedad de campos como la medicina, la seguridad, la fabricación, la atención al cliente y el marketing, entre otros.

Pero ¿qué es un algoritmo de inteligencia artificial? Lo podemos definir como una secuencia de instrucciones lógicas y matemáticas que un programa de inteligencia sigue para llevar a cabo una tarea específica. Es la base de cualquier sistema de inteligencia artificial. Los algoritmos de IA son creados por científicos y desarrolladores de software utilizando técnicas de aprendizaje automático, redes neuronales y otros métodos avanzados de procesamiento de datos. Estos algoritmos son diseñados para procesar grandes cantidades de datos y aprender de ellos para mejorar su rendimiento y precisión en la realización de tareas específicas. Los algoritmos de IA pueden ser supervisados o no supervisados. Los algoritmos supervisados utilizan datos de entrenamiento previamente etiquetados para aprender a realizar una tarea específica, como clasificar imágenes o reconocer el lenguaje natural. Por otro lado, los algoritmos no supervisados utilizan datos no etiquetados para encontrar patrones y relaciones en los datos y aprender de ellos. Estos algoritmos son utilizados en una gran

variedad de aplicaciones, incluyendo reconocimiento de voz, reconocimiento facial, procesamiento de lenguaje, análisis de datos y toma de decisiones automatizada. Para Crear un algoritmo de inteligencia artificial se requieren diferentes pasos, recopilar y preprocesar los datos, elegir un modelo de aprendizaje automático (árboles de decisión, redes neuronales, SVM, etc.), puesta en marcha del modelo con el consiguiente entrenamiento a partir de los datos recopilados, evaluación del mismo, ajuste del modelo e implementación.

## 2. INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EDUCACIÓN

En el ámbito educativo, hablar de inteligencia artificial supone ir más allá de la incorporación de la tecnología en las aulas. Conlleva dejar en manos de máquinas, determinadas tareas que habitualmente eran realizadas de forma manual o con una tecnología muy limitada. En esta progresión de la incorporación de la IA al terreno educativo, se ha comenzado con tareas más mecánicas (como procesar un volumen considerable de datos para procesos de admisión del alumnado o análisis estadístico de los mismos), a utilizarla en tareas más didácticas, que van desde el tratamiento del contenido curricular hasta otras más complejas que precisan procesos de asesoramiento o toma de decisiones por parte de la propia máquina. A continuación, mostramos algunas de las aplicaciones de la IA al ámbito educativo:

- Análisis de datos educativos: a través de la IA se pueden analizar grandes cantidades de datos educativos, como calificaciones del alumnado, perfiles del profesorado, puntuaciones para procedimientos selectivos o de admisión, etc. Esto, además de los aspectos administrativos, permite a los educadores identificar patrones y tendencias en el rendimiento del alumnado y personalizar la enseñanza para satisfacer la necesidad de estos.

- Reconocimiento de voz y de escritura: las herramientas de reconocimiento de voz y de escritura utilizan algoritmos de inteligencia artificial para transcribir el habla y la escritura de los estudiantes. Estas herramientas pueden ser utilizadas para evaluar el trabajo escrito de los estudiantes y proporcionar

retroalimentación en tiempo real. Las primeras aplicaciones de estos programas se han utilizado con alumnado neurodivergente por presentar alteraciones visuales y/o motoras, lo cual les ha permitido interactuar con el contenido de aprendizaje a través de estas herramientas. Un ejemplo de ello fue el sistema Dragon Dictate, desarrollado en la década de 1980, que permitió a los usuarios dictar texto en lugar de escribirlo. En la actualidad, la inteligencia artificial ha evolucionado hasta los asistentes de voz, los cuales permiten una interacción oral sin necesidad de escribir las preguntas en un ordenador o utilizar un buscador donde las respuestas se nos proporcionen de forma escrita. Entre los asistentes de voz más populares encontramos aplicaciones como Siri, Google Assistant, Alexa o Cortana. En el ámbito educativo, el uso de estos asistentes por voz no está generalizado, aunque pueden ser una herramienta muy eficaz para resolver dudas de los estudiantes, buscar información o incluso plantearles actividades adaptadas para su propio perfil cognitivo y de aprendizaje. Si analizamos las tendencias en este campo, podemos afirmar, sin caer en vaticinios futuristas, que los *chatbots* de Inteligencia artificial, serán en un futuro no muy lejano, una herramienta de tutorización personalizada para los estudiantes, ya que con la programación adecuada de sus algoritmos, puede ser capaces no sólo de proporcionar información sobre cualquier evento o suceso en tiempo récord, sino, proporcionar tareas graduadas por dificultad según el perfil del alumnado que acceda a este servicio, incluso, adecuando su forma de interactuar a las posibles características personales (alumnado con dislexia, TEA, TDAH, discalculia, etc). Uno de los primeros sistemas de tutoría inteligente fue desarrollado en la década de 1970 por la Universidad de Illinois para enseñar matemáticas a estudiantes universitarios. Además, los sistemas de reconocimiento de voz y/o escritura pueden analizar las respuestas de los estudiantes y proporcionar retroalimentación en tiempo real. Esto puede ser especialmente útil en la evaluación de tareas repetitivas y en la retroalimentación continua para el alumnado.

- Otra aplicación de la inteligencia artificial que se utiliza desde hace tiempo a nivel comercial, son los sistemas de recomendación. A nivel educativo, estos

sistemas utilizan algoritmos de inteligencia artificial para analizar los patrones de comportamiento de los usuarios y proporcionar recomendaciones personalizadas tales como libros, artículos y otros recursos de aprendizaje basados en las preferencias y el historial de lectura de los estudiantes. Además, también la IA puede ser utilizada para crear contenido educativo personalizado y adaptado a las necesidades de los estudiantes.

Gran número de Universidades utilizan también inteligencia artificial para la detección de plagio, así como sistemas de clasificación de preguntas, cuyos algoritmos sirven para generar bancos de preguntas clasificadas por dificultad y grado de complejidad, lo cual ayuda al profesorado a seleccionar aquellas más acordes con determinados perfiles o determinadas competencias profesionales.

- Otra de las aplicaciones educativas de la IA, son las plataformas de aprendizaje en línea, que utilizan tecnología de inteligencia artificial para adaptar las enseñanzas a las necesidades individuales de cada estudiante. Estas plataformas recopilan datos sobre el rendimiento de los estudiantes y utilizan esta información para adaptar el contenido y las actividades según las necesidades de cada usuario.

Finalmente, hay que decir que además de las *apps* mencionados anteriormente, existen multitud de programas que incluyen inteligencia artificial y que pueden ser aplicadas al terreno educativo. Algunas de ellas, como FaceApp o Prisma, son editores de imágenes capaces de modificar la apariencia de una persona en base a unos patrones dados o transformar una foto en una obra de arte inspirada en grandes pintores. Las posibilidades de estas herramientas son tan amplias como la capacidad de los docentes para utilizarlas de forma didáctica. En este sentido, nuestro sistema educativo, contempla un marco metodológico que no solamente da cabida a múltiples formas de acción y expresión, sino que lo recoge normativamente como una firme apuesta. Nos estamos refiriendo al modelo basado en el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) que a continuación desarrollamos.

### **3. DISEÑO UNIVERSAL PARA EL APRENDIZAJE (DUA) E INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

La Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, introduce importantes cambios, muchos de ellos derivados, tal y como indica la propia ley en su exposición de motivos, de la conveniencia de revisar las medidas previstas en el texto original con objeto de adaptar el sistema educativo a los retos y desafíos del siglo XXI, de acuerdo con los objetivos fijados por la Unión Europea y la UNESCO para la década 2020-2030. De acuerdo con este enfoque, el título preliminar del nuevo texto de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, incorpora entre los principios y fines de la educación el cumplimiento efectivo de los derechos de la infancia según lo establecido en la Convención sobre los Derechos del Niño de Naciones Unidas, la inclusión educativa y la aplicación de los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje. Por otro lado, el Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria, en su artículo 5, dedicado a los principios generales, establece en su punto 4 que "las medidas organizativas, metodológicas y curriculares que se adopten a tal fin se regirán por los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje". Asimismo, el artículo 21, dedicado a la autonomía de los centros, recoge en su punto 2 que las administraciones educativas deben contribuir al desarrollo del currículo "favoreciendo la elaboración de modelos abiertos de programación docente y de materiales didácticos que atiendan a las distintas necesidades de los alumnos y alumnas y del profesorado, bajo los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje." También en su Anexo III, dedicado a las situaciones de aprendizaje, se recoge que para que la adquisición de las competencias sea óptima, las situaciones de aprendizaje deben estar bien contextualizadas y ser respetuosas con las experiencias del alumnado y sus diferentes formas de comprender la realidad. Respecto a las situaciones de aprendizaje, se resalta en la normativa, que estas deben concretar y evaluar las experiencias de aprendizaje del alumnado y deben estar compuestas por tareas de creciente complejidad, en función de su nivel psicoevolutivo, fomentando así

la construcción de aprendizajes significativos. En este sentido, los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje ofrecen un escenario metodológico que permite adecuarse a las peculiaridades de todos y cada uno de los ritmos de aprendizaje del alumnado. En cuanto a la Educación Secundaria Obligatoria, el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece su ordenación y enseñanzas mínimas, establece en su artículo 20, referido al alumnado con necesidades educativas especiales, que "las administraciones educativas establecerán las condiciones de accesibilidad y diseño universal y los recursos de apoyo, humanos y materiales, que favorezcan el acceso al currículo del alumnado con necesidades educativas especiales". Al igual que ocurre en primaria, el artículo 26 del RD 217/2022, contempla como parte de la autonomía de los centros, la elaboración de propuestas curriculares basadas en el DUA. El Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato, en su Anexo III, recoge que, para una adecuada adquisición de las competencias, las situaciones de aprendizaje planteadas al alumnado deben estar alineadas con los principios del Diseño universal para el aprendizaje, ya que este planteamiento permite ofrecer experiencias de aprendizaje contextualizadas y respetuosas con las diferentes formas de comprender la realidad. En Bachillerato, además, resulta esencial que los procesos instruccionales permitan la construcción de nuevos aprendizajes y preparen al alumnado para su futuro personal, académico y profesional. Con estas situaciones se busca ofrecer al alumnado la oportunidad de conectar y aplicar lo aprendido en contextos de la vida real. Como vemos, la fundamentación normativa del DUA dibuja un panorama educativo donde vamos a tener que pensar en múltiples planos y perspectivas a la hora de programar los procesos instruccionales. En este escenario, el papel que puede jugar la inteligencia artificial es amplísimo. Para hacernos una idea de las dimensiones de esta propuesta, vamos a ir desglosando cada principio del DUA, relacionando las pautas de cada uno de ellos con posibilidades ofertadas por la IA. Lo primero que tenemos que delimitar son los tres principios en los que se basa el Diseño Universal para el Aprendizaje y las pautas que componen cada uno de ellos:

## PRINCIPIOS DEL DISEÑO UNIVERSAL PARA EL APRENDIZAJE

<p><b>PRINCIPIO 1:</b> Proporcionar múltiples formas de representación.</p>	<p><b>PAUTA 1:</b> Facilitar la percepción de la información.</p> <p><b>PAUTA 2:</b> Facilitar la decodificación del lenguaje y los símbolos.</p> <p><b>PAUTA 3:</b> Facilitar la comprensión del contenido.</p>
<p><b>PRINCIPIO 2:</b> Proporcionar múltiples formas de acción y expresión.</p>	<p><b>PAUTA 1:</b> Facilitar el uso de diferentes espacios y materiales para el acceso a la información y su tratamiento: teclados, pantallas táctiles, software accesible, etc.</p> <p><b>PAUTA 2:</b> Proponer opciones para la expresión y la comunicación como las <b>metodologías activas</b> que utilicen múltiples medios: texto, voz, dibujos, cine, música, movimiento, arte, etc.</p> <p><b>PAUTA 3:</b> Favorecer la ejercitación de las <b>funciones ejecutivas</b>.</p>
<p><b>PRINCIPIO 3:</b> Proporcionar múltiples formas de implicación.</p>	<p><b>PAUTA 1:</b> Utilizar estrategias y recursos para captar el interés.</p> <p><b>PAUTA 2:</b> Proporcionar opciones para mantener el esfuerzo y la constancia.</p> <p><b>PAUTA 3:</b> Favorecer la autorregulación.</p>

A continuación, mostraremos algunas aplicaciones de inteligencia artificial a cada uno de estos principios:

**PRINCIPIO 1, pauta 1 “Facilitar la percepción de la información”:** La inteligencia artificial puede resultar muy útil a la hora de facilitar la percepción de

la información a los estudiantes con programas que permiten cambiar el tamaño del texto, de la letra o el tipo de fuente, medir el contraste entre fondo, texto e imagen, utilizar el color como medio de información o para resaltar algún elemento o variar el volumen o la velocidad con la que se presenta la información sonora o escrita. También puede ofrecer alternativas para la información auditiva (utilizar subtítulos, usar diagramas, gráficos, facilitar transcripciones escritas de videos o de documentos sonoros, así como ofrecer alternativas para la información visual (usar descripciones texto-voz en imágenes, gráficos y videos, utilizar modelos espaciales en 3D, facilitar claves auditivas para las ideas principales, convertir el texto digital (PDF) en audio, etc.).

**PRINCIPIO 1, pauta 2 "Facilitar la decodificación del lenguaje y los símbolos":** Si en la pauta anterior nos referíamos a la importancia de proporcionar al alumnado múltiples formas de percibir el contenido curricular, esta pauta hace referencia a la importancia que tiene el facilitar la adecuada decodificación del lenguaje o los símbolos a través de los cuales se expresa el contenido a aprender. De esta manera, la inteligencia artificial puede ayudar al educando a entender el vocabulario y los símbolos que se están empleando, facilitar la decodificación de textos, notaciones matemáticas y símbolos (mostrando listas de términos o palabras clave, o acompañando el texto con voz digitalizada). Además, los traductores de significado y fonéticos resultan una herramienta fundamental para la decodificación de lenguaje en otros idiomas o incluso en el propio, en caso de alumnado con alteraciones en estos procesos.

**PRINCIPIO 1, pauta 3 "Facilitar la comprensión del contenido":** Una vez que el alumnado ha percibido la información y la ha decodificado, el paso siguiente es la adecuada comprensión del mensaje. Para ello, se deben activar los conocimientos previos, que van a permitir enlazar lo que el alumnado ya conoce, con el nuevo material a aprender, estableciendo vínculos significativos entre ambos que le permitan la realización de aprendizajes significativos. Para ello, la IA puede ayudar a clarificar la sintaxis y la estructura de los textos, estableciendo las relaciones entre los elementos, por ejemplo, a través de mapas conceptuales, conexiones con estructuras previas, resaltando las palabras de

transición en un texto, enlazando las ideas principales e ilustrándolas a través de múltiples medios (imágenes, movimiento, tablas, videos, fotografía, simulaciones 3D, etc.). Los Chatbots, pueden además proporcionar apoyo específico, fraccionar la información, adaptarla al nivel evolutivo y cognitivo del alumnado, temporalizar el contenido, proporcionar técnicas y herramientas para la memorización del contenido, así como para la autoevaluación (plantillas, listas de comprobación, etc.).

**PRINCIPIO 2, pauta 1 "Favorecer el uso de múltiples espacios y materiales":** Cuando pensamos en espacios educativos, solemos visualizar estancias reales de un centro donde habitualmente se desarrollan los procesos de enseñanza y aprendizaje (aulas, laboratorio, patios, biblioteca, salón de actos, etc.), pero cada vez más, se están incorporando a la enseñanza el uso de espacios virtuales como herramientas didácticas y pedagógicas. Por ejemplo, es muy habitual encontrar simuladores de realidad virtual en enseñanzas de formación profesional, sobre todo para modalidades a distancia y semipresenciales. Pero las aplicaciones de estos espacios simulados, va mucho más allá. A través de la inteligencia artificial, podemos acceder a entornos de aprendizaje con un nivel de realidad tal, que permite al alumnado pasear literalmente por una ciudad, un museo, adentrarse en el cuerpo humano o visitar la antigua Grecia. Existen en el mercado multitud de productos dirigidos a proporcionar este tipo de experiencias como: Microsoft Hololens, Oculus Quest, Oculus Quest 2, HTC Cosmos y otras en desarrollo como las Project Alloy de Intel, las Daydream Standalone de Qualcomm y Google, o las Exynos VR de Samsung. Respecto a los materiales, la lista de tecnologías que se están introduciendo en los centros educativos es muy larga (pizarras digitales, ordenadores, tablet, proyectores, dispositivos móviles, aplicaciones informáticas, etc.) y cada vez más el uso de las mismas, se está haciendo parte del día a día de los centros. Tanto es así, que han surgido y siguen surgiendo multitud de conceptos que hacen referencia a la incorporación de estas herramientas electrónicas y sus diferentes aplicaciones. Estamos hablando de conceptos como TIC (Tecnologías de la Información y de la Comunicación), TAC (tecnologías de

aprendizaje y el conocimiento), TEP (Tecnologías del Empoderamiento y la Participación) o TRIC (Tecnologías de la Relación, Información y Comunicación), que, en resumen, lo que representan es el proceso que se ha ido siguiendo en la incorporación de las nuevas tecnologías al terreno educativo. La utilización de estos conceptos dependerá de hacia dónde se oriente el uso de estas tecnologías (obtener información, aprendizaje, participación, trabajo en equipo, etc.).

**PRINCIPIO 2, pauta 2 “Utilización de metodologías activas”:** Entendemos por metodologías activas el conjunto de procedimientos, técnicas e instrumentos que generan situaciones de aprendizaje motivadoras y permiten al alumnado interactuar con compañeros y docentes, produciendo aprendizajes en múltiples planos (curriculares, sociales, emocionales, intelectuales...), con el fin de conseguir aprendizajes significativos no solo en cuanto a la adquisición de conocimientos, sino sobre el desarrollo de procesos ejecutivos.

Entre los múltiples ejemplos de metodologías activas, la inteligencia artificial tiene una gran presencia en multitud de gamificaciones a través de aplicaciones informáticas o juegos de ordenador. Así, juegos como Quick, draw o programas como Learning ML, Machine Learning for kids, Teachable Machine, Cámara de Inteligencia Artificial, Stable Diffusion, Dalle-2 o Clip Interrogator, entre otros, enfrentan al alumnado a retos de diferente índole, desde generar textos, imágenes, programar el funcionamiento de un robot o crear producciones artísticas propias, todo ello interactuando con la inteligencia artificial con fines puramente educativos. Otras metodologías activas que se suelen utilizar en las aulas, tales como ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos), ABR (Aprendizaje Basado en Retos), AS (Aprendizaje Servicio), sin estar directamente vinculadas al uso de la IA, pueden proporcionar oportunidades para entrenar al alumnado en procesos de búsqueda y análisis de la información, categorización, síntesis y aplicación de la misma. En el caso de las MUSAS (metodologías que utilizan soportes artísticos), la inteligencia artificial ofrece un abanico de posibilidades muy amplio, sobre todo en cuanto al tratamiento de imágenes por ordenador para realizar presentaciones, videos, material audio visual, etc. (tales como

Khroma Key, Dall-e 2, Hotpot, Deep Dream Generator, Stability AI, Deep AI), entre otros.

Podemos afirmar que la inteligencia artificial puede ser un complemento muy útil para favorecer el aprendizaje activo de los discentes. A través de estas técnicas y herramientas de IA, se pueden crear entornos de aprendizaje personalizados que involucren activamente a docentes y alumnado, además de permitir la adaptación a los diferentes perfiles del alumnado, proporcionando una retroalimentación continua que ayude a desarrollar habilidades y conocimientos de manera más motivadora y efectiva.

**PRINCIPIO 2, pauta 3 “Favorecer la ejercitación de funciones ejecutivas”:**

Las funciones ejecutivas son habilidades cognitivas superiores que permiten a las personas planificar, organizar, regular y evaluar la propia conducta para realizar acciones dirigidas a un fin. Funciones ejecutivas como la planificación (visual, procedimental y temporal), la atención sostenida (visual y auditiva), el pensamiento divergente y la creatividad, la memoria de trabajo (visual y auditivo-verbal), el razonamiento social, la fluidez verbal, la motivación o la autorregulación y control de impulsos, son habilidades susceptibles de ser entrenadas a nivel educativo y que constituyen el andamiaje del desarrollo intelectual. Por muchos conocimientos que un alumno tenga, si no es capaz de establecer relaciones entre ellos, organizar la información, estructurarla, generar alternativas de respuestas, verbalizarlas y controlar todos esos procesos, difícilmente va a poder ejecutar las tareas con éxito. Pero ¿qué papel puede jugar la inteligencia artificial en el desarrollo de estas habilidades tan complejas? La aplicación de la IA al desarrollo de las funciones ejecutivas no consiste en que la máquina planifique por el individuo, ni que sea capaz de tomar decisiones por él. El planteamiento que aquí exponemos se refiere al uso de estas herramientas de IA para entrenar las habilidades en el alumnado. Así, aplicaciones de planificación basadas en la IA pueden ayudar a los sujetos a aprender a priorizar tareas o asignarles el tiempo adecuado. También pueden hacerle recomendaciones basadas en información fiable para ayudarlo en la toma de decisiones o incluso utilizar los asistentes virtuales para favorecer la autorregulación en las tareas,

proporcionando recordatorios y consejos que le ayuden a controlarse a sí mismos y controlar el propio proceso. También la IA puede resultar muy útil para ofrecer información sobre la marcha de las actividades, favoreciendo así los procesos metacognitivos del alumnado.

Es adecuado nombrar también en este punto, la relación entre neuroaprendizaje e inteligencia artificial, ya que son dos campos que se han relacionado estrechamente en los últimos años. El neuroaprendizaje se refiere a cómo funciona el cerebro y cómo aprendemos, mientras que la inteligencia artificial se refiere al desarrollo de algoritmos y sistemas neuronales artificiales que imitan la inteligencia humana. La inteligencia artificial utiliza técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales artificiales, que se inspiran en la estructura y función de las redes neuronales del cerebro. Esto ha llevado a avances significativos en la comprensión del cerebro humano y el aprendizaje. Por otro lado, el conocimiento del cerebro humano y la forma en que aprendemos se puede utilizar para mejorar la inteligencia artificial. Por ejemplo, la comprensión de cómo procesamos la información visual en cerebro se ha utilizado para desarrollar algoritmos de reconocimiento de imágenes más efectivos. Además, la Inteligencia artificial puede ser utilizada como herramienta para estudiar el cerebro humano. Por ejemplo, los modelos de redes neuronales artificiales pueden utilizarse para simular procesos cognitivos específicos y compararlos con los procesos cerebrales reales. En general, la relación entre el neuroaprendizaje e inteligencia artificial es bidireccional. El neuroaprendizaje puede ayudar a mejorar la inteligencia artificial y esta, puede proporcionar información valiosa sobre cómo funciona el cerebro cuando aprendemos. Este enfoque interdisciplinar es prometedor y tiene el potencial de conducir a avances significativos en la comprensión del cerebro y el desarrollo de sistemas de IA más eficaces y eficientes.

**PRINCIPIO 3, pauta 1 “Utilizar estrategias y recursos para captar el interés”:** Las nuevas tecnologías y por extensión las herramientas que incorporan inteligencia artificial tienen todos los componentes necesarios para cumplir esta pauta referida a captar el interés del alumnado. Además de ser muy atractivos,

los programas de IA favorecen que el alumnado tenga un papel activo no solo en el manejo de la herramienta, sino también en la elección de contenido y tipo de tarea. Otra forma de captar el interés tiene que ver con la capacidad de la IA de graduar los niveles de dificultad y planificar las recompensas, en función del perfil del alumnado que esté utilizando el programa.

**PRINCIPIO 3, pauta 2 "Proporcionar opciones para mantener el esfuerzo y la constancia":** Una vez que se ha conseguido captar el interés por la tarea, resulta esencial que el profesorado sepa cómo mantener activo este interés, para generar así una dinámica de funcionamiento donde el alumnado se esfuerce por conseguir los objetivos propuestos en esa tarea. ¿Cómo puede la inteligencia artificial favorecer estos procesos? Los programas de IA tienen la ventaja de poder mostrar situaciones reales referidas al contenido que se está trabajando, reflejando así la funcionalidad del aprendizaje y posibilitando la transferencia de lo aprendido. Otra forma de mantener la constancia en el alumnado es potenciar el aprendizaje cooperativo frente al competitivo, variar los niveles de exigencia, enfatizar la importancia del proceso y no solo del resultado, fomentar la colaboración con la comunidad a través de la realización de tareas útiles para la misma y proporcionar un *feedback* positivo de los logros conseguidos y de sus beneficios, aspectos que la IA puede conseguir, a través de la personalización de las tareas, la retroalimentación inmediata que proporcionan sus algoritmos, la cooperación que supone el uso de plataformas de aprendizaje en línea o las múltiples gamificaciones existentes.

**PRINCIPIO 3, pauta 3 "Favorecer la autorregulación":** Para lograr que el alumnado sea capaz de autorregularse a nivel instruccional, es necesario promover la metacognición del propio proceso de enseñanza y aprendizaje, a través de tres elementos:

- 1.- Conocimiento de sí mismo.
- 2.- Conocimiento de la tarea.
- 3.- Conocimiento de la estrategia.

El conocimiento de sí mismo tiene que ver con la información que el alumnado tiene sobre sus propias capacidades, expectativas, intereses, motivación, situación emocional, etc. Respecto al conocimiento de la tarea, es esencial que el discente sepa qué tipo de ejecución tiene que hacer (examen tipo test, desarrollo, preguntas cortas, exposición oral, proyecto, trabajo en grupo, poster, etc.). Y finalmente, el conocimiento de la estrategia hace referencia al tipo de procedimiento, técnica o instrumento que va a emplear para resolver la tarea exacta que se le está pidiendo, bien sea a nivel cognitivo (memorización repetitiva, comprensiva, desarrollo de ideas clave, mapa mental, etc.), tipo de abordaje (individual, colectivo), o utilización de diferentes herramientas, donde entrarían los programas de inteligencia artificial, como por ejemplo el controvertido ChatGPT. Respecto a este programa, es adecuado decir, que las herramientas de IA no son buenas o malas por naturaleza, sino que depende del uso que hagamos de ellas. También es importante decir en este punto, que tampoco las tecnologías de inteligencia artificial pretenden sustituir la labor de los docentes, más bien redefinen su papel, para ser guías y generadores de situaciones de aprendizaje. El ChatGPT, como modelo de lenguaje entrenado, puede resultar muy útil para los estudiantes, ya que tiene una amplia gama de posibilidades a nivel educativo, debido a su capacidad para procesar y generar lenguaje natural. Algunas de las aplicaciones didácticas incluyen, entre otras:

- Responder a preguntas de los estudiantes, sobre temáticas que previamente hayan trabajado en clase y que dominen, con el fin de comprobar la precisión de la herramienta.
- Generar texto a partir de asociaciones de conceptos, con el fin de analizar la relación establecida entre ellos.
- Asistencia en la escritura, sobre todo para ayudar a personas con disgrafía o disortografía.
- Traducción de textos a otro idioma o simulación de diálogos para el aprendizaje de una lengua extranjera.

#### **4. INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y ATENCIÓN AL ALUMNADO CON NECESIDAD ESPECÍFICA DE APOYO EDUCATIVO**

Tal y como se recoge en el artículo 71.2 de la LOE, modificado por la LOMLOE, se entiende por alumnado con necesidad específica de apoyo educativo, aquel que requiere una atención educativa diferente a la ordinaria por presentar "necesidades educativas especiales, por retraso madurativo, por trastornos del desarrollo del lenguaje y la comunicación, por trastornos de atención o de aprendizaje, por desconocimiento grave de la lengua de aprendizaje, por encontrarse en situación de vulnerabilidad socioeducativa, por sus altas capacidades intelectuales, por haberse incorporado tarde al sistema educativo o por condiciones personales o de historia escolar".

La inteligencia artificial puede resultar una herramienta útil para ayudar a los educadores a intervenir ante determinadas necesidades educativas a través de los procesos de personalización que puede realizar, analizando los perfiles de los estudiantes y proporcionando recomendaciones de recursos y actividades adaptadas a cada uno de ellos. También la IA, puede ayudar en la detección temprana de problemas de aprendizaje, analizando las respuestas del alumnado para identificar patrones y tendencias que puedan indicar dificultades. Especialmente, la IA puede resultar muy beneficiosa a la hora de intervenir con el alumnado con dificultades lectoescritoras, proporcionando herramientas de lectura en voz alta (software de texto a voz), dictado por voz y corrección automática de gramática y ortografía. Para el alumnado con TEA (Trastorno del Espectro Autista), la IA puede aportar asistentes de comunicación y *chatbots* enfocados en el reconocimiento de emociones y traducción de comunicación no verbal. En los casos de alumnado con TDAH (Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad), existen aplicaciones de IA que realizan un seguimiento de los procesos atencionales e incorporan recordatorios de tareas. Para alumnado con discapacidad visual o auditiva existen audios descriptores, programas de traducción de lenguaje de signos y subtítulos, etc. Es importante apuntar, que las herramientas de inteligencia artificial a las que hacemos referencia no pueden

reemplazar el trabajo de los profesionales que atienden al alumnado. Los educadores y especialistas son una pieza clave a la hora de aplicar la IA, no solo en cuanto a la implementación racional de la misma, sino en los objetivos que perseguimos al utilizarla. También para el alumnado con altas capacidades la IA ofrece múltiples posibilidades, tales como el acceso a materiales de aprendizaje más avanzados, personalización de tareas, exploración de nuevas áreas de conocimiento y oportunidades de trabajo en temáticas científicas a través de métodos en línea donde puedan intercambiar información con estudiantes de otros países, etc. Las posibilidades como vemos son muy amplias y sus aplicaciones casi infinitas.

## **5. RETOS DE LA EDUCACIÓN ANTE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PAPEL DEL PROFESORADO EN RELACIÓN CON LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Las nuevas tecnologías están inmersas en el panorama educativo y lo están transformando sustancialmente. Pero esta incorporación tecnológica también presenta una serie de retos y desafíos que debemos balancear. Por un lado, a pesar de los avances en la difusión de las herramientas TIC, sigue existiendo una brecha digital significativa que condiciona el acceso de muchos estudiantes al uso de la inteligencia artificial. Por otro lado, como en todo proceso de innovación, es necesario un tiempo de acomodación y asimilación de los nuevos cambios o propuestas de cambio. Esto requiere inevitablemente una inversión de tiempo y recursos que no siempre están acordes con las necesidades del proyecto planteado. Asimismo, la inteligencia artificial, por mucho que simule inteligencia humana, no lo es y está sujeta a fallos y ataques cibernéticos que pueden dejar expuestos datos de carácter personal y de especial relevancia para la vida de los sujetos (diagnósticos médicos, información personal, laboral, etc). Ante esto, solo podemos decir que la confidencialidad absoluta, tampoco está plenamente garantizada si estos datos estuvieran metidos en un archivador, en vez de en una nube. Otro reto ante el que se enfrenta el profesorado en el uso de

las nuevas tecnologías en general y de la inteligencia artificial en particular, es la sobrecarga de información a la que se pueden ver expuestos los educandos. En este sentido, lejos de ser un problema, este hecho debe tomarse como una oportunidad para entrenar en el alumnado la capacidad crítica y saber diferenciar la información relevante de la que no lo es. A raíz de la pandemia mundial vivida por el COVID-19, se ha puesto de manifiesto la importancia que tienen las interacciones con los demás y las terribles secuelas que pueden derivarse del aislamiento social. En multitud de ocasiones, se culpabiliza a la tecnología de provocar aislamiento y falta de interacción social, pero paradójicamente, durante el tiempo que la población mundial ha tenido que estar confinada, la única ventana que ha posibilitado el contacto con nuestros seres queridos, han sido las herramientas tecnológicas. Esto no quiere decir que un uso inadecuado de estos recursos no pueda ocasionar aislamiento social, por eso es tan relevante que los educadores sepan habilitar formas de interacción en línea, para la adecuada colaboración entre los estudiantes. Como se ha apuntado anteriormente, el uso que le demos a estas herramientas es lo que las va a definir como adecuadas o no. Aquí es donde toma especial relevancia el papel del profesorado y su función como generador de situaciones de aprendizaje. Pero para ello, este debe estar preparado para enfrentar los retos de la sociedad del conocimiento. La formación del profesorado se hace inexcusable y obligatoria, lo cual le va a permitir, comprender por un lado los nuevos procedimientos y estar actualizado para poder responder de una forma capaz a los últimos desarrollos tecnológicos, sin olvidar obviamente, el marco pedagógico referencial donde se deben circunscribir las nuevas tecnologías y la inteligencia artificial. Teniendo esto en cuenta, la IA puede ofrecer al profesorado la oportunidad de crear contenidos educativos personalizados para el alumnado, atendiendo a sus fortalezas y debilidades, también los desarrolladores de IA pueden ayudarle a crear nuevas herramientas de enseñanza donde el profesorado pueda incluso diseñar gamificaciones interactivas para trabajar su materia (existen multitud de *apps* para ello tales como: Brainscape, Poll Everywhere, Plickers, Socrative, Elever, Super Teachers Tools, etc.). También en cuestiones de evaluación y

retroalimentación, la IA puede ofrecer estrategias para trasladar al alumnado un feedback más preciso e inmediato. El profesorado, en definitiva, puede hacer uso de la IA para mejorar la gestión del aula y optimizar el aprendizaje del alumnado, aunque es necesario que primero, cambien las formas de percibir la cultura escolar y los procesos y formas de enseñar.

## **6. LIMITES ÉTICOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

No cabe duda de que hablar de inteligencia artificial conlleva una serie de implicaciones éticas que se deben tratar con el fin de anticipar posibles problemas en su implementación a nivel educativo. En primer lugar, tal y como hemos abordado al inicio de este artículo, la inteligencia artificial funciona con algoritmos. Estos son diseñados por humanos y, por lo tanto, están sujetos a los propios sesgos y/o prejuicios de quien los elabora. Es imprescindible, por tanto, que exista una regulación que garantice el respeto a los derechos humanos y a las libertades fundamentales, con el fin de que dichos algoritmos no perpetúen o amplifiquen desigualdades. Por otro lado, los sistemas de IA, en muchas ocasiones, están diseñados para tomar decisiones que pueden afectar en mayor o menor medida a la vida de una persona (por ejemplo, cuando se llevan a cabo procesos de orientación académica, profesional o de otra índole), donde no solo los datos objetivos y cuantificables son fuente de decisión. En este sentido, es conveniente que siempre haya una supervisión de un profesional para aportar el aspecto "humano" en procedimientos tan importantes. Lo mismo sucede si pretendemos aplicar la IA a decisiones que impliquen juicios de valor sobre conductas y nos metemos en el terreno de la ética o la justicia. Es evidente que llegar a ese nivel de pensamiento, está todavía algo lejos de los procesadores de IA. En cuanto a la privacidad y seguridad de los datos, debemos ser conscientes que, para un adecuado funcionamiento de la IA, esta debe procesar grandes cantidades de datos con los que realizar los algoritmos necesarios para emitir una respuesta "inteligente". La forma de obtener estos datos y la autorización sobre el uso de los mismos es un tema de vital importancia hoy en día, ya que el futuro económico de las empresas y el marketing que utilicen se basará en la

información (datos), que dispongan de los posibles usuarios. Y no solo nos referimos al ámbito comercial, sino a procesos de participación de la población en la vida social (elecciones, votaciones, selección de personal, etc). En este sentido, el impacto de la IA a nivel laboral puede ser enorme, no solo por la automatización de muchos trabajos, sino por la propia selección de perfiles personales para determinados empleos. Es importante, por tanto, dedicar el tiempo necesario a reflexionar sobre estas y otras cuestiones, para establecer los límites idóneos en la incorporación de la inteligencia artificial en nuestras vidas.

## **7. EL FUTURO QUE VIENE**

Con un breve vistazo al futuro, podemos afirmar que la inteligencia artificial es una de las tecnologías más importantes y prometedoras del mañana. En los próximos años, probablemente, las aplicaciones de la IA tendrán un impacto muy significativo en todos los ámbitos de la vida, desde la atención médica, procesos industriales y de producción, transporte y por supuesto, la educación. La automatización de determinadas tareas que antes requerían intervención humana traerá una mayor eficiencia y una reducción de los costos de producción. La personalización de todo tipo de procesos facilitará la atención a toda clase de clientes ya sea a través de experiencias presenciales o en línea. La IA aplicada a la medicina, permitirá manejar grandes cantidades de datos que ayudarán en el diagnóstico y el tratamiento de múltiples enfermedades. Los avances en seguridad, tanto en los transportes como en el hogar y en las industrias, posibilitará una mayor eficiencia y disminución de riesgos a consumidores y empresas. En cuanto al futuro de la educación, la inteligencia artificial posee el potencial de transformar positivamente los espacios y procesos instruccionales, siempre que se implemente de forma adecuada. El papel del docente no se diluye con la IA, sino que cobra mayor relevancia que nunca, convirtiéndose en el organizador y generador de situaciones de aprendizaje, planificando cuándo, cómo y con qué fin se utilizan estos programas de inteligencia artificial. La personalización de la educación que ofrece la IA, podrá derivar en un futuro no muy lejano, en asistentes educativos (EducaBots), para cada alumna y alumno,

que programados con los parámetros adecuados, podrán individualizar tareas y proporcionar experiencias de aprendizaje adaptadas al perfil concreto de ese individuo, teniendo en cuenta sus preferencias, aptitudes, motivaciones, estilo de enseñanza, posibles dificultades de aprendizaje, etc., ofreciendo tutorías inteligentes en tiempo real, tareas de aprendizaje adaptativo, análisis de datos, estrategias de aprendizaje, organizadores mentales virtuales o entrenamiento en capacidades *top-down*. En este punto, resulta adecuado hablar no solo de las herramientas tecnológicas que se podrán utilizar en el futuro, sino de las consecuencias curriculares de estas herramientas. El acceso a la información y a los datos se ha generalizado a toda la población, el docente ya no es el "guardián de la sabiduría", transmitida a unos pupilos expectantes. La democratización de la información permite tener al alcance de un botón o de una orden de voz, millones de datos que antes tenían que ser extraídos de polvorientos libros y memorizados para poder disponer de ellos. En el momento actual y con mucho más sentido en este futuro que estamos dibujando, el aprendizaje de contenidos no debe ser el objetivo de la educación, ya que esta información está al alcance de la mano de cualquier persona. El reto está, desde mi punto de vista, en "enseñar procesos". Y para esto, la intervención del docente es esencial, porque es el que aporta alma al proceso educativo. Esto, además, tiene otra implicación, que, aunque nuestra normativa sí que lo contempla, no está lo suficientemente arraigada en el currículo escolar, me refiero a los aspectos emocionales implicados en el desarrollo humano y en el aprendizaje. Sin emoción no hay aprendizaje y para que exista emoción, debe haber detrás un ser humano que la transfiera al educando. La inteligencia artificial, puede suponer para el profesorado la liberación de tareas mecánicas y de la constante preocupación por transmitir "datos" y dejarle tiempo para desarrollar en el alumnado habilidades de pensamiento crítico, creativo, emocional e intelectual, que suponen el andamiaje del conocimiento y del desarrollo cognitivo.

Pero dentro de este futuro en el cual nos estamos aventurando, no solamente cambia el rol del docente, el papel del alumnado o el contenido y objetivo del aprendizaje, sino que afectará también al papel que tiene la

inspección educativa en el desarrollo de estos procesos. Las tareas de supervisión no se centrarán tanto en aspectos administrativos, pasando a ser más importantes las acciones encaminadas a valorar la aplicación pedagógica y didáctica de procedimientos, técnicas e instrumentos. En este sentido, la inteligencia artificial puede ayudar a automatizar y mejorar el tratamiento de datos educativos que ocupan gran parte del tiempo de las tareas inspectoras, desplazando el trabajo de despacho al centro educativo, convirtiendo a este profesional en una pieza clave para el desarrollo de funciones de supervisión, control, asesoramiento y orientación a toda la comunidad educativa. Como dato final, decir que el Comité de ministros del Consejo de Europa adoptó una recomendación en 2019 sobre educación para la ciudadanía digital, en la que un enfoque clave era la aplicación de inteligencia artificial en el contexto educativo. Este comité estableció que: "la inteligencia artificial, como cualquier otra herramienta, ofrece muchas oportunidades, pero también con lleva muchas amenazas, por lo que es necesario tener en cuenta los principios de derechos humanos en el diseño inicial de su aplicación. Los educadores deben ser conscientes de las fortalezas y debilidades de la inteligencia artificial el aprendizaje, para que la tecnología los empodere, no los domine, en sus prácticas de educación para la ciudadanía digital. La inteligencia artificial a través del aprendizaje automático del aprendizaje profundo puede enriquecer la educación. Del mismo modo, los desarrollos en el campo de la IA pueden afectar profundamente las interacciones entre educadores y alumnos y entre los ciudadanos en general. Los profesionales de la educación el personal escolar debe ser conscientes de la presencia de la inteligencia artificial y de los desafíos éticos que plantea en el contexto de las escuelas" (Consejo de Europa 2019).

## 9. REFERENCIAS

- Archilla, N. (2022). Ingeniería curricular para dummies: haciendo fácil lo difícil aproximación al nuevo marco curricular LOMLOE: actualización del modelo competencial en base a los principios del diseño universal de aprendizaje. *Supervisión* 21. N.º 66 (octubre 2022) <http://usie.es/supervision-21/>
- Azevedo, R. and Dimitrova, V. (2022). Artificial Intelligence and Education: Learning with or from Intelligent Machines? AIED 2022.
- Bengio, Y., Goodfellow, I. and Courville, A. (2017). Deep Learning.
- Burkov, A. (2019): The Hundred-Page Machine Learning Book. Andriy Burkov.
- Benedict du Boulay, Elizabeth Luckin y Wayne Holmes (2015): Artificial Intelligence and Learning Analytics in Education.
- Chang, M., Kravcik, M. and Kuo, R. (2022). Intelligence-Based Adaptive Learning Technologies: Algorithms, Applications, and Challenges. Athabasca University.
- Fadel, C., Holmes, W. And Bialik, M. (2019). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Independently published.
- Finlay, S. (2018). Artificial Intelligence and Machine Learning for Business: A No-Nonsense Guide to Data Driven Technologies. Relativistic.
- Fraillon, J., Thomson, S. and Hillman, K. The Coming Age of Artificial Intelligence in Education: What It Will and Won't Do. International journal of professional Business Review.
- Holmes, W., Persson, J., Chounta, I.A., Wasson, B. and 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.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE).

- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre (LOMLOE).
- Martin, K. (2017). *The Future of Learning: Redefining Readiness from the Inside Out*. Knowledge Works.
- Luckin, R. (2018). *Machine Learning and Human Intelligence: The Future of Education for the 21st Century*. UCL IOE Press.
- Ng, A. (2018): *Machine Learning Yearning*. DeepLearning.ai project.
- Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. OUP Oxford.
- Domingos, P. (2015). *The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World*. Basic Books.
- Pertusa, J. (2020). Metodologías activas: la necesaria actualización del sistema educativo y la práctica docente. *Revista Supervisión* 21. N.º 56 (abril 2020). <http://usie.es/supervision-21/>
- Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil.
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria.
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria.
- Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato.
- Recommendation CM/Rec(2019)10 of the Committee of Ministers to member States on developing and promoting digital citizenship education, [https://search.coe.int/cm/Pages/result\\_details.aspx?ObjectID=090000168098de08](https://search.coe.int/cm/Pages/result_details.aspx?ObjectID=090000168098de08).
- Robertson, G., McCracken, D., Newell, A. (1999). The ZOG Approach to Man-Machine Communication. In *International Journal of Human-Computer Studies*, 51 (2) pp. 279-306.
- Russell, S. (2019). *Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control*. Viking.

- Russell, S. and Norvig, P. (2016). Artificial Intelligence: A Modern Approach. Global Edition.
- Sutton, R. and Barto, A. (2018). Reinforcement Learning: An Introduction. MIT Press, Cambridge.
- Yao, M., Zhou, A. and Jia, M. (2018). Applied Artificial Intelligence: A Handbook for Business Leaders. TOPBOTS.
- Zmuda, A., Curtis, G. y Ullman, D. (2010): Learning Personalized: The Evolution of the Contemporary Classroom. Jossey-Bass.