

Foto: Shutterstock.

## La revolución tecnológica de la inteligencia artificial

**La inteligencia artificial (IA) ha dejado de ser ciencia ficción, y aunque todavía se encuentra en una fase inicial, está llamada a protagonizar una revolución como la que en su día supuso Internet**

**Mónica Ramírez**

El 63% de los presidentes y consejeros delegados de todo el mundo estiman que la inteligencia artificial va a tener un impacto mayor de lo que supuso en su día la revolución de Internet, y un 95% cree que en los próximos cinco años va a transformar significativamente la forma de hacer negocios. Sin embargo, sólo el 35% -el 26% en España- tiene previsto poner en marcha iniciativas de este tipo en los próximos tres años. Así lo revela la XXII Encuesta Mundial de CEOs, elaborada por PwC a partir de entrevistas con 1.378 máximos directivos de todo el mundo, y que ha sido presentada en el Foro Económico Mundial de Davos.

Estos datos demuestran el potencial de esta tecnología en la industria y cómo puede transformar las fábricas en plantas inteligentes que mejoren la eficiencia y la productividad. El sentido de la Inteligencia Artificial es facilitar que las

**La IA conllevará la aparición de nuevos empleos, por lo que se necesitarán trabajadores con determinadas capacidades**

operaciones se ejecuten con la menor intervención manual posible y al mismo tiempo lograr una mayor fiabilidad. Además, permite anticiparse y actuar antes de que surjan los problemas.

A ello hay que añadir el incremento del rendimiento y la calidad del resultado final. En el plano económico, se trata también de reducir costes, a través de flujos de trabajo automatizados, que permiten al trabajador centrarse en aquellas tareas en las que aporta ciertamente un valor añadido.

La importancia de la IA es indudable,

y los Gobiernos de los países lo tienen cada vez más claro. Emiratos Árabes Unidos (EAU) fue el primer país del mundo en crear un Ministerio de Inteligencia Artificial, en 2017. El emir de Dubái nombró a Omar Bin Sultan Al Olama, un joven de 27 años que previamente había ocupado el puesto de director adjunto de desarrollo dentro del gabinete del primer ministro del país, para ocuparse de este nuevo departamento. Según destacaron desde el gabinete de comunicación del Ejecutivo de EAU, el nuevo ministro se ocupa de preparar al país y a sus ciudadanos para los cambios y evoluciones que implicarán la llegada de sistemas inteligentes en diferentes sectores. La IA conllevará la aparición de nuevos empleos, por lo que se necesitarán trabajadores con determinadas capacidades. El ministro deberá asegurarse también de que esos asalariados cuenten con las capacidades necesarias para integrarse

Escenario de la tecnologías IA más relevantes para su implementación en las diferentes áreas estratégicas priorizadas

IA para la Economía			
Industria Conectada 4.0	RRNN, Energía y MA	Seguridad	Turismo e industrias creativas y culturales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologías del lenguaje</li> <li>• Sistemas inteligentes de predicción</li> <li>• Robótica</li> <li>• Aprendizaje automático</li> <li>• Asistencia al conductor</li> <li>• Visión por computador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologías del lenguaje</li> <li>• Sistemas inteligentes de predicción</li> <li>• Aprendizaje automático</li> <li>• Sistemas multiagente</li> <li>• Modelizado basado en agentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologías del lenguaje</li> <li>• Sistemas inteligentes de predicción</li> <li>• Aprendizaje automático</li> <li>• Análisis de secuencias temporales de datos</li> <li>• Análisis de patrones</li> <li>• Visión por computador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologías del lenguaje</li> <li>• Sistemas inteligentes de predicción</li> <li>• Aprendizaje automático</li> <li>• Sistemas de recomendación</li> </ul>
IA para la Sociedad			
Administración Pública	Educación	Ciudades y Territorios Inteligentes	Salud
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologías del lenguaje</li> <li>• Sistemas inteligentes de predicción</li> <li>• Aprendizaje automático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologías del lenguaje</li> <li>• Sistemas inteligentes de predicción</li> <li>• Sistemas inteligentes de tutorización</li> <li>• Sistemas de recomendación</li> <li>• Aprendizaje automático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologías del lenguaje</li> <li>• Sistemas inteligentes de predicción</li> <li>• Aprendizaje automático</li> <li>• Algoritmos de planificación multimodal</li> <li>• Optimización multicriterio</li> <li>• Visión por computador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologías del lenguaje</li> <li>• Sistemas inteligentes de predicción</li> <li>• Interacción persona-computador</li> <li>• Diseño de asistentes cognitivos</li> <li>• Análisis de datos</li> <li>• Aprendizaje automático</li> <li>• Visión por computador</li> </ul>

Escenario de las tecnologías de IA más relevantes para su implementación en las diferentes áreas estratégicas priorizadas. Fuente: Estrategia Española de I+D+I en Inteligencia Artificial (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, 2019).

en el mercado laboral. El Gobierno de EAU invirtió, en 2017, hasta 8.000 millones de euros en la investigación de esta materia.

### ¿Qué es la Inteligencia Artificial?

La expresión "inteligencia artificial" nació en 1956. John McCarthy fue el responsable de introducir el término, concretamente en la Conferencia de Dartmouth. También se le atribuye el concepto de cloud computing. Este destacado informático norteamericano la definió como "la ciencia e ingenio de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cómputo inteligentes".

La inteligencia artificial (IA) se define, por tanto, como diferentes tecnologías capaces de detectar, comprender, aprender y actuar. En este sentido, la IA es la combinación de algoritmos planteados con el propósito de crear máquinas que presenten capacidades similares a las que posee el ser humano.

Los expertos en ciencias de la computación Stuart Russell y Peter Norvig, conocidos por sus contribuciones a la inteligencia artificial, diferencian varios tipos:

- Sistemas que piensan como humanos: automatizan actividades como la toma de decisiones, la resolución de problemas y el aprendizaje. Un ejemplo son las redes neuronales artificiales.
- Sistemas que actúan como humanos: se trata de computadoras que realizan tareas de forma similar

a como lo hacen las personas. Es el caso de los robots.

- Sistemas que piensan racionalmente: intentan emular el pensamiento lógico racional de los humanos, es decir, se investiga cómo lograr que las máquinas puedan percibir, razonar y actuar en consecuencia. Los sistemas expertos se engloban en este grupo.
- Sistemas que actúan racionalmente: idealmente, son aquellos que tratan de imitar de manera racional el comportamiento humano, como los agentes inteligentes. Está relacionado con conductas inteligentes en artefactos.

Los avances en IA están impulsando, además, el uso del *big data* debido a su capacidad para procesar grandes cantidades de datos y proporcionar ventajas comunicacionales, comerciales y empresariales, en ámbitos tan diversos como el transporte, la educación, la sanidad, etc. Todo ello contribuirá a que esta tecnología sea esencial en las próximas décadas.

Un estudio realizado por la consultora Accenture destaca que la Inteligencia Artificial podría impulsar las tasas de rentabilidad en casi 6 puntos porcentuales en 2035, en 16 sectores de 12 economías diferentes. Y es que esta tecnología, más allá de potenciar la productividad, permite la automatización de procesos y de la producción, el mantenimiento predictivo, la gestión inteligente de inventarios y del consumo energético, así como la planea-

Los avances en IA están impulsando el uso del *big data* debido a su capacidad para procesar grandes cantidades de datos

ción de la demanda y la optimización de toda la cadena de suministro.

### Principales aplicaciones de la IA

Las aplicaciones de la Inteligencia Artificial abarcan numerosos ámbitos, a los que se irán sumando más, a medida que transcurra el tiempo.

#### • Chatbots interactivos

En el área de los asistentes personales virtuales, conviviremos cada vez más con chatbots interactivos que podrán sugerirnos diferentes servicios, productos, restaurantes, hoteles, espectáculos, actividades culturales, etc., según nuestro historial de búsquedas.

#### • Medio Ambiente

Los sistemas de inteligencia artificial, en particular, pueden proporcionar una contribución importante en la conservación de la biodiversidad, la lucha contra el cambio climático y la eficiencia energética.

La inteligencia artificial también se puede emplear para mejorar los pronósticos meteorológicos, analizando datos en tiempo real sobre eventos climáticos adversos, que sucedan en el mundo. Gracias a los modelos matemáticos, es posible ofrecer soluciones para prevenir desastres, proporcionar alertas tempranas y coordinar la gestión de las emergencias.

En el ámbito del medio ambiente, se pueden ver vehículos submarinos no tripulados para detectar fugas en oleoductos, edificios inteligentes diseñados para reducir el consumo energético, e incluso flotas de drones capaces de plantar mil millones de árboles al año para combatir la deforestación, etc.

#### • Logística y transporte

En este sector, la IA será útil a la hora de evitar atascos o colisiones entre vehículos, así como para optimizar el tráfico. Entre los cambios que podría experimentar la movilidad, destaca, por ejemplo, la integración de un sistema de inteligencia artificial para el control de

señales de los semáforos, o la creación de una plataforma para la manipulación interactiva de datos, a fin de supervisar y predecir la evolución del tráfico y probar distintos escenarios de planificación.

También se podrán buscar mecanismos para que los operadores de flotas y las ciudades colaboren, por ejemplo, compartiendo datos sobre los principales focos de congestión o contaminación y, de esta forma, poder ofrecer itinerarios alternativos en torno a los problemas antes de que se agraven.

Por otra parte, la Inteligencia Artificial (IA) es una tecnología que puede ayudar a las compañías de transporte y logística a diferenciarse de sus competidores, prestar un mejor servicio o reducir costes. En este sentido, la gestión de una flota de vehículos podría mejorarse de manera importante mediante el uso de sensores dentro de camiones, barcos y aviones conectados a programas de IA que monitorean el consumo de combustible, así como la implantación de programas que sugieran actividades de mantenimiento predictivo.

#### • Actividades agrícolas

En este ámbito, existen plataformas específicas que, por medio de análisis predictivos, mejoran los rendimientos agrícolas y advierten de impactos ambientales adversos. De este modo, se utiliza un conjunto de tecnologías aplicadas a la agricultura con el objetivo de reunir la información necesaria para la toma de decisiones que el agricultor debe anticipar. Así es como determinan qué plantar, dónde, cuándo, e incluso pueden predecir el volumen de sus cosechas.

Los datos para aplicar IA en la agricultura suelen tomarse por medio de sensores, en drones o tractores, para después sugerir a los agricultores las acciones que deben llevar a cabo a lo largo de todo su año agrícola. Un ejemplo, es tener en cuenta la forma en la que se han comportado las lluvias en distintos periodos y, en base a ello, elegir un método de riego o incluso un cambio de tipo de cultivo.

#### Un ejemplo de éxito

Accenture ha trabajado con Metro de Madrid para crear un sistema de ventilación con Inteligencia Artificial que ha reducido en un 25% los costes energéticos de ventilación. El reto era hacer que los pasajeros se sintieron cómodos en el transporte público durante los caluro-

sos meses de verano. Sin embargo, para mantener los sistemas de ventilación en marcha y refrescar el ambiente son necesarias grandes cantidades de energía, algo que en Metro de Madrid saben muy bien.

## La inversión en IA en Europa crecerá de forma muy significativa entre 2019 y 2023, con un crecimiento anual del 32%

Esta red de metro es la séptima más larga del mundo. Cada día una media de 2,3 millones de viajeros utilizan los 294 kilómetros de vía y sus 301 estaciones. Con el fin de mantener una temperatura ideal, especialmente en verano, Metro de Madrid emplea 891 ventiladores que, al cabo del año, consumen cerca de 80 GWh.

Conscientes de la necesidad de ahorrar energía y reducir costes; se decidió buscar una solución con un claro objetivo: mantener la temperatura óptima de la manera más eficiente posible.

#### Estrategia y solución

Los expertos de Ventilación de Metro de Madrid trabajaron con Accenture Applied Intelligence para desarrollar un sistema inspirado en un original recurso: el comportamiento coordinado de una colonia de abejas en búsqueda de alimento.

El sistema utiliza un algoritmo de optimización capaz de movilizar grandes cantidades de datos para obtener todas las combinaciones posibles en cuanto a temperatura del aire, arquitectura de la estación, frecuencia de los trenes, carga de pasajeros y precio de la electricidad a lo largo del día.

El algoritmo utiliza tanto datos históricos como simulados, y tiene en cuenta la temperatura externa y la del subsuelo durante las siguientes 72 horas. Además, como utiliza machine learning, el sistema va mejorando a la hora de predecir el balance óptimo para cada estación de la red a lo largo del tiempo.

El sistema también incluye un motor de simulación y un módulo de mantenimiento, que permite, entre otras cosas, detectar los fallos en el funcionamiento de los ventiladores. Esto permite a Metro de Madrid monitorizar y gestionar fácil-

mente el consumo de energía, identificar y responder a las deficiencias del sistema y llevar a cabo el mantenimiento de los equipos de manera proactiva.

El sistema, basado en Inteligencia Artificial (IA), ha permitido que Metro de Madrid reduzca su consumo de energía por ventilación un 25% anual -el consumo energético en ventilación es el segundo capítulo de consumo tras la energía de tracción- y 1.800 toneladas anuales de sus emisiones de CO<sub>2</sub>.

#### Inversión en Inteligencia Artificial

La inversión en Inteligencia Artificial en Europa va a crecer de manera muy significativa entre 2019 y 2023. La empresa International Data Corporation (IDC), proveedor mundial de inteligencia artificial, ha realizado una estimación sobre la inversión prevista en este ámbito, en la que se indica que de los más de 7.000 millones de dólares que se destinaron en 2019, se llegará a los casi 21.000 millones de dólares en 2023, lo que supone una tasa de crecimiento anual en dicho periodo del 32%.

Según las previsiones, los sectores en los que se va a producir un mayor crecimiento de la inversión desde ahora hasta 2023 en Europa son la banca, el retail (empresas especializadas en la comercialización masiva de productos o servicios uniformes a grandes cantidades de clientes), y la manufactura discreta (metalmecánica, autopartistas, etc.).

Los tres sectores concentrarán el 39% del gasto en sistemas de Inteligencia Artificial. También se espera una expansión en el ámbito de la sanidad, que sigue siendo también un mercado muy atractivo para esta tecnología.

En la actualidad existen numerosos proyectos en centros hospitalarios, pero todavía no se ha complementado por completo. El aumento de la inversión en el diagnóstico asistido por IA y los sistemas de tratamiento que utilizan esta tecnología serán los impulsores de un importante impulso a la inversión en Inteligencia Artificial en el sector sanitario, que está previsto que sea del 38% de crecimiento anual entre 2019 y 2023.

En general, las inversiones en este campo estarán impulsadas por los esfuerzos centrados en la mejora de la experiencia de cliente y la transformación digital. En este sentido, todo parece indicar que la recomendación de productos será uno de los tres casos de uso que crecerá con más rapidez hasta



2023. Los retailers están adoptando ya enfoques inteligentes y centrados en el consumidor, de tal manera que les permite recopilar datos de los clientes y proporcionarles recomendaciones personalizadas con base en sus preferencias individuales.

En España, tenemos el ejemplo del grupo Iberdrola, que prevé invertir 4.800 millones de euros entre 2018 y 2022 en transformación digital, y centrará su esfuerzo inversor en mejorar la operación y el mantenimiento de sus activos gracias a la analítica de datos y a la inteligencia artificial, así como en incrementar la disponibilidad de sus plantas de generación.

En lo que respecta a Europa, más de la mitad de la inversión en Inteligencia Artificial para 2023 lo acapararán Reino Unido, Alemania y Francia, que cuentan con hubs de startups centradas en IA en Londres, Berlín y París, sobre todo en fin-tech, salud y marketing y publicidad.

Por su parte, en el resto de países de Europa Occidental, que concentrarán un tercio de la inversión, los que más invertirán serán Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Grecia, Irlanda, Holanda, Noruega, Portugal, Suecia y Suiza. Según las previsiones de los expertos, Italia y España sólo llevarán a cabo una pequeña parte de esa inversión.

En cuanto a Europa Central y Oriental, aunque cuentan con un mercado relativamente pequeño en lo que se refiere a inversión en Inteligencia Artificial, en 2018 era del 6,5 %, las organizaciones y empresas de ambas regiones están adoptando la Inteligencia Artificial de forma progresiva. Por sectores, los de la banca y la manufactura se llevan la mayor parte de las inversiones. En el campo de las finanzas, los principales proyectos que se están acometiendo en esta zona de Europa están relacionados con la automatización del servicio al cliente, la protección contra el fraude y la optimización de procesos.

### Normativa europea para regular la Inteligencia Artificial y la Robótica

La vertiginosa irrupción de la IA y de la robótica en nuestra sociedad ha llevado a los organismos internacionales a plantearse la necesidad de crear una normativa para regular su uso y evitar, de este modo, posibles problemáticas que puedan surgir en el futuro.

Los expertos aseguran que esta cuarta revolución industrial generará cambios muy positivos, pero también que

Esta cuarta revolución industrial generará cambios muy positivos, pero también planteará problemas de índole legal

El Parlamento Europeo exige a la Comisión que promueva un entorno favorable para el desarrollo de la IA con principios éticos

planteará problemas de índole legal. Y es que la tecnología avanza más rápido que el legislador, y la Unión Europea trabaja para ser el referente mundial de la robótica y adelantarse a potencias como EEUU o China.

En respuesta a determinadas dudas jurídicas que se han planteado, el Parlamento Europeo ya respondió negativamente al *Informe sobre Personas Electrónicas*, presentado por la Comisión, donde se planteaba que las máquinas inteligentes pagaran impuestos y cotizaran a la Seguridad Social. No obstante, se ha solicitado a la Comisión Europea el desarrollo de una regulación sobre robótica que plantee un escenario legal claro, y establezca los límites de la industria de la inteligencia artificial y la robótica.

Aunque el Ejecutivo europeo todavía no ha desarrollado la nueva normativa relacionada con dicho sector, sí ha establecido siete principios éticos que esta nueva industria deberá respetar, así como cualquier futura ley que se plantee sobre esta materia:

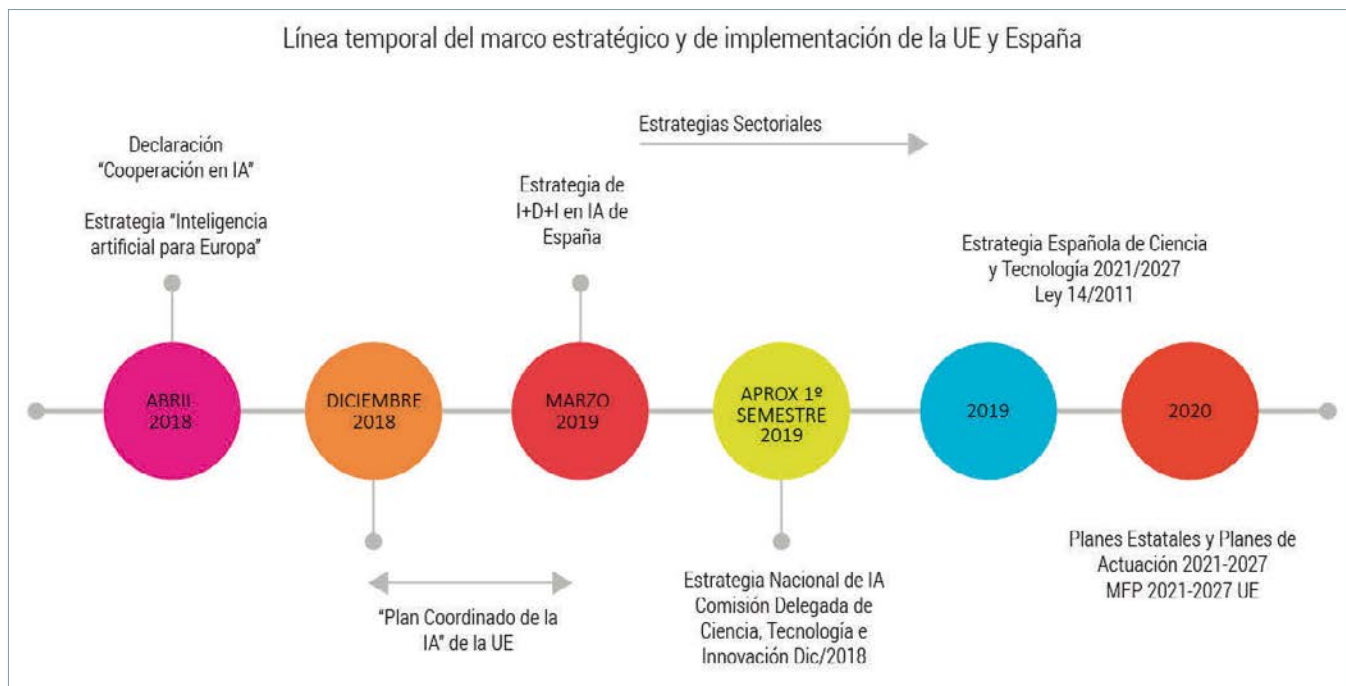
- **Intervención y supervisión humanas.** Los sistemas de inteligencia artificial deberán facilitar sociedades equitativas, apoyando la intervención humana y los derechos fundamentales, y de ninguna manera deberán disminuir, limitar o desorientar la autonomía humana.
- **Robustez y seguridad.** La fiabilidad de la inteligencia artificial requiere que los algoritmos sean suficientemente seguros, fiables y técnicamente sólidos para resolver errores o incoherencias durante todas las fases del ciclo de vida útil de los sistemas de inteligencia artificial desarrollados.

- **Privacidad y gestión de datos.** Los ciudadanos de la Unión Europea deberán tener pleno control sobre su información personal, al mismo tiempo que los datos que les conciernen no deberán utilizarse para perjudicarles o discriminarlos.
- **Transparencia.** La inteligencia artificial deberá ser transparente, lo que supone poder comprobar cómo y por qué se comporta de una determinada manera, y las personas que interactúan con esos sistemas deben saber que se trata de inteligencia artificial, así como quiénes son sus responsables.
- **Diversidad, no discriminación y equidad.** La inteligencia artificial debe tener en cuenta la diversidad social desde su desarrollo para garantizar que los algoritmos en que se base no tengan sesgos discriminatorios directos o indirectos.
- **Bienestar social y medioambiental.** Los sistemas de IA deben utilizarse para mejorar el cambio social positivo y aumentar la sostenibilidad y la responsabilidad ecológicas.
- **Rendición de cuentas.** Deben implantarse mecanismos que garanticen la responsabilidad y la rendición de cuentas de los sistemas y de sus resultados.

Además, según esta propuesta, Europa nunca debería fabricar armas letales autónomas, lo que servirá para que la producción futura cumpla un marco regulatorio específico.

Otro aspecto que señala el Ejecutivo europeo es la falta de profesionales en el ámbito de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), que sean especialistas en inteligencia artificial, por lo que solicita a la Comisión Europea que fomenta cambios en la normativa educativa para revertir esta situación. En este sentido, hace hincapié en la urgente necesidad de incorporar habilidades digitales en todos los niveles de la educación.

El Parlamento Europeo exige también a la Comisión que promueva un entorno favorable para el desarrollo de la IA, que incorpore principios éticos. Además, recomienda a los Estados miembros que pongan en marcha organismos de seguimiento y supervisión ética, así como que alienten a las empresas activas en el desarrollo de inteligencia artificial a instaurar un consejo de ética y a elaborar directrices para los diseñadores de estas herramientas.



Línea temporal del marco estratégico y de implementación de la inteligencia artificial en la UE y España. Fuente: *Estrategia Española de I+D+I en Inteligencia Artificial* (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, 2019).

### Estrategia Nacional en IA

En nuestro país, el Grupo de Trabajo Interministerial en Inteligencia Artificial, coordinado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, trabaja de forma activa en la elaboración de la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial. Este plan estratégico tiene como objetivo alinear las políticas nacionales destinadas a fomentar el desarrollo y el uso de la IA en España, aumentando la inversión, reforzando la excelencia en tecnologías y aplicaciones de IA, y fortaleciendo la colaboración entre el sector público y privado, de manera que se produzca un impacto significativo en la sociedad y la economía española.

Esta estrategia pretende ser un punto de encuentro entre las demandas de todas las partes interesadas, conciliando las inquietudes de la comunidad científica, la industria, la sociedad civil y las comunidades más vulnerables, pero sobre todo busca comprender y prevenir las implicaciones que plantea la rápida introducción de la inteligencia artificial en ámbitos sociales básicos.

En el documento *Estrategia Española de I+D+I en Inteligencia*, elaborado por la Secretaría General de Coordinación de Política Científica del Ministerio de Ciencia e Innovación y al Grupo de Trabajo en Inteligencia Artificial GTIA, se establece también unas áreas estratégi-

### La Estrategia Nacional en IA tiene como objetivo alinear las políticas nacionales destinadas al desarrollo y uso de la IA en España

cas donde desarrollar las actividades de I+D en IA. Una de ellas es el ámbito de la educación.

De este modo, se indica que la I+D+I puede contribuir al desarrollo de las tecnologías en las que se basa la IA, así como mejorar el aprendizaje y modernizar los sistemas educativos y formativos de nuestro país, planteándose como una nueva oportunidad para resolver viejos retos y nuevos desafíos en el campo de la educación. En este sentido, se explica que el uso de sistemas inteligentes permitiría transformar la educación española a partir de diferentes tecnologías, garantizando una formación inclusiva, renovada y adaptada a las necesidades de estudiantes y docentes en función de las preferencias, conocimiento y la evolución individual del estudiante. Se incide, así, en que su implementación a gran escala podría transformar completamente la educación actual.

Para los autores del documento, el aspecto clave es que las técnicas de IA

posibilitan la aplicación de nuevos modelos educativos orientados al aprendizaje personalizado. En primer lugar, los estudiantes desempeñarían un papel más activo en su proceso de aprendizaje al conocer su propia evolución y ser más conscientes de cómo optimizarlo. En segundo lugar, permitiría a los centros educativos y formativos identificar a aquellos estudiantes que requieren más apoyo. Este análisis permitiría poder mejorar las medidas y estrategias de retención y potenciación del talento. Además, se podrían afrontar aspectos como la evaluación e identificación de altas competencias en el alumnado (modelos predictivos de IA), el tratamiento de estudiantes con diversidad funcional (analítica del aprendizaje, sistemas adaptados basados en IA), los nuevos modelos de tutorización (sistemas inteligentes de tutorización), sistemas de recomendación y retroalimentación, predicción del fracaso temprano, y detección de estudiantes anómalos mediante sistemas de aprendizaje automático y la evaluación de competencias.

Estos beneficios no están exentos de riesgos y requieren de una aplicación adecuada. Para ello, es necesario disponer de docentes formados en competencias digitales y de un tratamiento ético de los datos analizados.