



Universidad Politécnica  
de Madrid

**Escuela Técnica Superior de  
Ingenieros Informáticos**



Grado en Administración y Dirección de Empresas

Trabajo Fin de Grado

# **Impacto de la Inteligencia Artificial en las Empresas**

Autor: Eduardo Tenés Trillo  
Tutor(a): Ziba Habibi Lashkari

Madrid, Junio 2023

Este Trabajo Fin de Grado se ha depositado en la ETSI Informáticos de la Universidad Politécnica de Madrid para su defensa.

*Trabajo Fin de Grado*

*Grado en Administración y Dirección de Empresas*

*Título:* Impacto de la Inteligencia Artificial en las Empresas

Junio 2023

*Autor:* Eduardo Tenés Trillo

*Tutor:* Ziba Habibi Lashkari

Departamento de Ingeniería de Organización, Administración  
de Empresas y Estadística

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos

Universidad Politécnica de Madrid

# Resumen

En el mundo digital actual en el que vivimos, una serie de tecnologías disruptivas están cambiando la forma en que funcionan nuestras sociedades y empresas. Estas tecnologías, que incluyen la realidad virtual, la blockchain, y especialmente la Inteligencia Artificial (IA), han provocado un auge tecnológico sin precedentes. La IA, siendo la protagonista de esta revolución, está remodelando sectores, desde la asistencia sanitaria hasta la finanzas, convirtiéndose en un elemento fundamental para cualquier organización que desee mantenerse competitiva. Para sobrevivir y prosperar en esta era de cambio constante, las empresas deben adaptarse a la IA, un proceso que trae consigo desafíos, limitaciones y retos, pero también enormes oportunidades.

Este Trabajo Fin de Grado realiza un estudio e investigación profundo del impacto de la Inteligencia Artificial en el entorno empresarial global. Busca entender cómo la IA está redefiniendo las operaciones y estrategias empresariales, explorando los desafíos y limitaciones de su adopción, tales como la carencia de conocimientos técnicos y la resistencia al cambio. Se destaca el potencial de la IA para mejorar la eficiencia y personalización de servicios, resaltando la necesidad de estrategias efectivas, formación y un marco ético para su uso óptimo. A pesar de los cambios significativos que ya ha provocado la IA, nos encontramos todavía en las primeras etapas de esta revolución tecnológica. Este estudio tiene como objetivo principal proporcionar una visión completa de la IA en el contexto empresarial, enfatizando la urgencia de adaptarse para mantener la competitividad.



# Abstract

In the present digital world, a range of disruptive technologies are transforming how our societies and businesses operate. These technologies, including virtual reality, blockchain, and particularly Artificial Intelligence (AI), have prompted an unprecedented technological boom. AI, as the protagonist of this revolution, is reshaping sectors from healthcare to finance, becoming an essential component for any organization wishing to stay competitive. To survive and thrive in this era of constant change, companies must adapt to AI, a process that brings with it challenges, limitations, and hurdles, but also vast opportunities.

This Final Degree Project conducts an in-depth study and investigation of the impact of Artificial Intelligence in the global business environment. It seeks to understand how AI is redefining business operations and strategies, exploring the challenges and limitations of its adoption, such as the lack of technical knowledge and resistance to change. It highlights AI's potential to enhance efficiency and service personalization, emphasizing the need for effective strategies, training, and an ethical framework for its optimal use. Despite the significant changes AI has already provoked, we are still in the early stages of this technological revolution. The primary aim of this study is to provide a comprehensive view of AI in the business context, underlining the urgency of adaptation to maintain competitiveness.



# Tabla de contenidos

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación y alcance . . . . .	1
1.2. Objetivos . . . . .	2
1.3. Contenido del trabajo . . . . .	3
<b>2. Evolución y estado actual de la IA</b>	<b>5</b>
2.1. Evolución histórica . . . . .	5
2.2. Estado del arte . . . . .	7
2.2.1. Introducción . . . . .	7
2.2.2. Crecimiento de la IA . . . . .	8
2.2.3. Adopción de la IA en las empresas . . . . .	10
2.3. Tecnologías de IA . . . . .	11
2.3.1. Aprendizaje automático . . . . .	11
2.3.2. Redes neuronales artificiales . . . . .	11
2.3.3. Procesamiento del lenguaje natural . . . . .	12
2.3.4. Sistemas de recomendación . . . . .	12
2.3.5. Robótica y automatización . . . . .	13
2.3.6. Visión artificial . . . . .	13
2.3.7. Análisis predictivo . . . . .	13
2.3.8. Agentes inteligentes . . . . .	14
<b>3. La revolución de la IA en las industrias</b>	<b>15</b>
3.1. Sector manufacturero . . . . .	15
3.2. Sector médico . . . . .	18
3.3. Sector financiero . . . . .	21
3.4. Sector e-commerce . . . . .	24
3.5. Sector logístico y del transporte . . . . .	27
<b>4. Desafíos y Estrategias en la Adopción de la IA</b>	<b>33</b>
4.1. Desafíos y Limitaciones de la IA en las Empresas . . . . .	33
4.1.1. Dificultades técnicas y tecnológicas . . . . .	33
4.1.2. Falta de habilidades y formación necesarias . . . . .	36
4.1.3. Retos regulatorios y de cumplimiento . . . . .	37
4.2. Estrategias para la Adopción de la IA en las Empresas . . . . .	40
4.2.1. Investigación y Desarrollo interno . . . . .	40

## TABLA DE CONTENIDOS

---

4.2.2. Casos de Uso . . . . .	41
4.2.3. Alianzas estratégicas . . . . .	42
4.2.4. Inversión en tecnología y formación . . . . .	43
4.3. Futuro de la IA en el Contexto Empresarial . . . . .	44
4.3.1. Previsión de tendencias tecnológicas . . . . .	44
4.3.2. Nuevas oportunidades y mercados globales . . . . .	45
4.3.3. Futuro del trabajo y las habilidades requeridas . . . . .	46
<b>5. Análisis del impacto</b>	<b>53</b>
5.1. Impacto de la IA en la Sociedad . . . . .	54
5.1.1. Impacto en la desigualdad y la justicia social . . . . .	54
5.1.2. Impacto ambiental de la IA . . . . .	55
5.2. Ética y Responsabilidad en el Uso de la IA . . . . .	55
5.2.1. Bias y justicia en los algoritmos . . . . .	57
5.3. Objetivos de Desarrollo Sostenible . . . . .	58
<b>6. Conclusiones</b>	<b>61</b>
6.1. Líneas futuras . . . . .	62
6.2. Evaluación personal del proceso de realización del TFG . . . . .	62
6.3. Sostenibilidad UPM . . . . .	63
<b>Bibliografía</b>	<b>65</b>



# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. Motivación y alcance

La Inteligencia Artificial es una de las tecnologías más revolucionaria de nuestro tiempo. Mientras que la IA ha sido un tema de investigación durante décadas, ha sido en los últimos años donde hemos visto avances significativos en su aplicación práctica. Según John McCarthy (McCarthy 2007), uno de los pioneros de la IA, se define como “la ciencia y la ingeniería de crear máquinas inteligentes, especialmente programas de computadora inteligentes. Está relacionada con la tarea similar de utilizar computadoras para comprender la inteligencia humana, pero la IA no tiene que confinarse a los métodos que son biológicamente observables” [1]. En otras palabras, la IA busca desarrollar sistemas y tecnologías que imiten la inteligencia humana y que permitan a las máquinas realizar tareas que normalmente requerirían la intervención humana.

Esta tecnología, considerada como uno de los grandes avances de la cuarta revolución industrial [2] del período actual, junto a otras tecnologías como el internet de las cosas (IoT), la computación cuántica o la nanotecnología, está experimentando un rápido crecimiento en las últimas décadas. A impactado en numerosas industrias, como la salud y la medicina, la logística y el transporte o la educación, entre otros [3]. Sin embargo, la Inteligencia Artificial ha sido un tema de discusión en el mundo empresarial en los últimos años. En este sentido, numerosos estudios han evidenciado su impacto positivo en los principales sectores económicos. Según un informe de McKinsey, las técnicas de IA tienen el potencial de crear entre 3.5 y 5.8 billones de dólares anualmente en nueve funciones empresariales de 19 industrias, lo que constituye alrededor del 40 % del impacto total anual [4].

El potencial de la IA es innegable, ha demostrado su capacidad de poder impulsar la eficiencia, la productividad y la innovación en todos los sectores. Desde la automatización de procesos empresariales hasta la personalización de la experiencia del cliente, la IA poco a poco se abre hueco en la bolsa presupuestaria

de cualquier empresa, liderando la era del cambio y buscando permanecer en un mercado competitivo y en constante evolución. Sin embargo, la adopción de esta tecnología conlleva una serie de desafíos, como son la inversión en infraestructura tecnológica, la privacidad y seguridad de los datos, la transformación de la fuerza laboral en materia de habilidad y conocimientos, y la necesidad de una cultura empresarial que favorezca la innovación [5]. Por lo tanto, las empresas deberán evaluar cuidadosamente los costos y beneficios que resulten de la implementación de esta tecnología.

Además de los desafíos mencionados anteriormente, la implementación de la IA en las empresas también puede presentar desafíos en términos de recursos humano. La automatización de tareas gracias a la IA puede hacer que algunas funciones de trabajo sean innecesarias, lo que cambiará la forma en que los empleados realizan sus tareas. Un análisis realizado por Goldman Sachs afirma que la inteligencia artificial dejará sin trabajo a 300 millones de personas. Además, aquellos que conserven sus trabajos verán reducida su carga de trabajo a la mitad [6].

A pesar de esto, todavía hay una falta de trabajos relacionados con la IA en muchas empresas. Esta falta de empleos se refiere específicamente a la escasez de oportunidades laborales que requieren habilidades especializadas en IA. Muchas empresas aún no han adoptado plenamente la IA en sus operaciones, lo que ha llevado a esta situación. En este sentido, la implementación de la IA no solo requiere habilidades técnicas, sino también habilidades empresariales y analíticas, lo que significa que puede ser difícil encontrar candidatos con la combinación correcta de habilidades y experiencia. Para superar estos desafíos, las empresas deben comenzar a pensar en cómo pueden prepararse para el futuro de la IA. Esto puede incluir la reorganización de la estructura de la empresa en adaptar la automatización, el fomento de la educación y el desarrollo de habilidades en áreas relacionadas con la IA, y la promoción de una cultura empresarial que fomente la innovación y la colaboración [7].

Este trabajo se centra en el estudio e investigación del impacto de la Inteligencia Artificial en el contexto empresarial. Concretamente, se analizarán las transformaciones que la IA está generando en diversos sectores, buscando comprender en profundidad los retos y las oportunidades que conlleva esta revolución tecnológica y su impacto en múltiples dimensiones.

### 1.2. Objetivos

A continuación se presentan los objetivos necesarios para la correcta realización y cumplimiento de la finalidad del trabajo:

- Estudio e investigación en profundidad de la materia que se trata.
- Comprender y evaluar el impacto de la inteligencia artificial en diferentes sectores.

- Identificar y comprender los modelos empresarial que adoptan inteligencia artificial.
- Conocer e identificar de forma clara los retos y oportunidades que enfrentan las empresas en la implementación de esta tecnología.
- Establecer un marco ético, social y legal para la adopción de la inteligencia artificial en empresas, alineándolo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

### 1.3. Contenido del trabajo

El contenido de este trabajo se divide en varias secciones, comenzando con una revisión histórica y análisis del estado actual de la IA en el Capítulo 2, el estudio explora cómo esta tecnología ha evolucionado y cómo se está adoptando en el mundo empresarial, además de proporcionar una visión general de las diversas tecnologías de IA.

En el Capítulo 3, se investiga cómo la IA está revolucionando varias industrias, desde el sector manufacturero hasta el e-commerce, pasando por el sector médico, financiero, y logístico. Luego, en el Capítulo 4, se abordan los desafíos y estrategias relacionadas con la adopción de la IA en las empresas, incluyendo tanto las dificultades técnicas y de formación como los retos regulatorios.

El análisis del impacto de la IA se aborda en el Capítulo 5, explorando cómo esta tecnología afecta a la sociedad, tanto en términos de desigualdad y justicia social como de impacto medioambiental, y se analizan las cuestiones éticas relacionadas con su uso. Se concluye con un análisis de cómo la IA puede contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Finalmente, en el Capítulo 6, se presentan las conclusiones del estudio, evaluando cómo se han cumplido los objetivos establecidos al inicio del trabajo y presentando posibles líneas de investigación futuras. Este último capítulo también incluye una reflexión personal sobre el proceso de realización del TFG y una consideración de cómo este trabajo contribuye a los compromisos de sostenibilidad de la UPM.



## Capítulo 2

# Evolución y estado actual de la IA

### 2.1. Evolución histórica

El nacimiento de la IA no es totalmente claro, se remonta a la década de 1940, al año 1942 cuando el escritor estadounidense Isaac Asimov publicó su relato “Runaround” [8]. En este relato el escritor de ciencia ficción presenta las Tres Leyes de la Robótica, que posteriormente inspiraron a grandes científicos en el campo de la informática, la robótica y la inteligencia artificial. Entre estos científicos encontramos a Alan Turing, quien además de trabajar en la máquina descifradora de códigos “The Bombe” por el gobierno británico durante la segunda guerra mundial, publicaría su artículo “Computing Machinery and Intelligence” [9], en el que describía como crear máquinas inteligentes y probar su inteligencia. Además, desarrolló un test para probar la inteligencia de las máquinas, el test de Turing, según el cual, si una máquina puede mantener una conversación indistinguible de una conversación con un ser humano, entonces es razonable afirmar que la máquina es inteligente. Este test se considera hoy en día como un punto de referencia en el campo de la IA.

Muchos expertos hablan de que la IA ha pasado por varias olas o períodos a lo largo de su historia. Un primer período se inició con la conferencia de Dartmouth en 1956, donde John McCarthy, uno de los organizadores de la conferencia, acuñó el término, convirtiéndose en el nombre del campo científico [1]. A partir de ese momento, se produjeron muchos avances en el campo de la IA, como el programa informático ELIZA o el programa General Problem Solver (GPS) [10].

Sin embargo, se experimentó una falta de progreso inicial debido a la forma en que estos programas representaban la inteligencia humana, ya que utilizaban sistemas expertos basados en reglas “si-entonces”. Estos sistemas permitían a los programas procesar grandes cantidades de datos y proporcionar respuestas

## Capítulo 2. Evolución y estado actual de la IA

---

útiles, pero su enfoque no se consideraba verdadera inteligencia artificial, ya que no eran capaces de aprender de forma autónoma y adaptarse a situaciones nuevas y cambiantes de la forma en que lo hacen los seres humanos. Es decir, no era capaz de desarrollar la capacidad de aprendizaje y evolución que conocemos hoy en día. A raíz de esto, la teoría que desarrolló el psicólogo canadiense Donald Hebb llamada “Aprendizaje Hebbiano” en 1949, que reproduce el proceso de las neuronas en el cerebro humano, abrió nuevas puertas para la investigación en el campo de la IA. A pesar de que la teoría de Hebb era anterior a la conferencia de Dartmouth, su impacto en el campo de la IA se produjo posteriormente a través de su influencia en el desarrollo de nuevas técnicas y la sugerencia de un enfoque más biológico para la creación de máquinas inteligentes [11].

Posteriormente, un hito importante en la historia de la inteligencia artificial fue la creación del robot Shakey en 1972, puesto que fue el primer robot móvil generalista construido. Fue un gran avance en el campo de la robótica ya que era capaz de realizar tareas de forma autónoma y tomar decisiones basadas en su entorno[12]. Previamente los robots habían sido diseñados para operar en entornos controlados. Sin embargo, el auge de la robótica no fue hasta la década de 1980, cuando se produjo un aumento significativo en el uso de robots en la industria manufacturera. Los robots comenzaron a ser utilizados para tareas repetitivas y peligrosas en fábricas y plantas de producción, lo que permitió aumentar la eficiencia y la seguridad en el trabajo. La IA en este campo permitió que los robots se adaptaran a diferentes entornos y tareas, a partir del cual se comenzaron a desarrollar muchos algoritmos y técnicas de aprendizaje automático en las décadas posteriores, y que comentaremos más adelante. Además, la década de 1980 destaca por el surgimiento de la programación lógica, el desarrollo de la visión por computadora, el surgimiento de las redes neuronales, el desarrollo de sistemas de procesamiento de lenguaje natural y la creación de chatbots y asistentes virtuales, como el desarrollado por Rollo Carpenter, Jabberwacky [10], entre otros logros.

A partir de la década de 1990 cuando la IA comenzó a abordar problemas complejos en diferentes ámbitos de aplicación, como la minería de datos, los sistemas de recomendación, los motores de búsqueda, la robótica industrial y la logística, entre muchos otros. Los investigadores de la IA empezaron a utilizar herramientas cada vez más sofisticadas, lo cual permitió una mayor colaboración con los campos establecidos e hizo de la IA una disciplina científica más rigurosa. Uno de los hitos más destacados de esta década fue el desarrollo del programa Deep Blue de IBM, que en 1997 venció al campeón mundial de ajedrez Garry Kasparov [13].

Ya en el siglo XXI, durante la década de los 2000, la IA comenzó a tener un impacto significativo en la sociedad. Surgen técnicas como el Deep Learning, y crece el uso del aprendizaje automático debido al crecimiento exponencial de la disponibilidad de los datos. Además, durante esta década destaca el uso de Google como motor de búsqueda, que utiliza técnicas de IA para analizar y ordenar los resultados de búsqueda[14]. En la década del 2010, destacamos la llegada de

asistentes virtuales como Siri de Apple y Alexa de Amazon[15]. Otro hito importante de esta década es el programa desarrollado por DeepMind, AlphaGo[16], que venció al campeón mundial del juego de mesa Go.

## 2.2. Estado del arte

### 2.2.1. Introducción

El ámbito de la Inteligencia Artificial ha experimentado un cambio asombroso durante las dos últimas décadas, cambio que ha sido posible gracias a una serie de factores decisivos que han influido en el desarrollo y la adopción de estas tecnologías en el mundo empresarial y más allá.

El crecimiento exponencial de los datos generados es el primer factor a considerar. Este crecimiento, impulsado por la digitalización de la información, y la proliferación de dispositivos conectados a internet, ha permitido a las empresas y a los investigadores aprovechar el poder del aprendizaje automático y la minería de datos. Estas técnicas se han vuelto cada vez más fundamentales para procesar y obtener significado de enormes volúmenes de datos, permitiendo a las organizaciones tomar decisiones basadas en información precisa y relevante en tiempo real y de forma oportuna. Además, el progreso en tecnologías de hardware, como procesadores más rápidos y unidades de procesamiento gráfico, ha facilitado que los algoritmos de la IA se ejecuten de manera más eficiente. Este avance tecnológico ha impulsado la creación de modelos más complejos y potentes, lo que ha aumentado la aplicabilidad y el alcance de la IA. Por último, ha habido un mayor enfoque en el desarrollo de técnicas de aprendizaje profundo o “Deep Learning”. Esto ha resultado en avances significativos en la visión por computadora, el procesamiento del lenguaje natural y la robótica, ampliando el panorama de posibilidades y aplicaciones para la IA [2].

Para comprender mejor estos cambios y su impacto, se ha querido representar mediante una imagen presnete en la figura 2.1 y formada por varias esferas, cada una de ellas representando un aspecto de la transformación digital: “Trabajo y Ocio”, “Negocios y Relaciones”, “Datos y Digitalización”, “Seguridad y Privacidad”, e “Investigación y Desarrollo”.

En primer lugar, el “Trabajo y Ocio” representa cómo la IA está revolucionando nuestras vidas, tanto en el ámbito profesional como en el personal. Desde asistentes virtuales inteligentes hasta recomendaciones personalizadas de productos o contenidos, la IA transforma nuestras rutinas y comportamientos diarios. Después, los “Negocios y Relaciones” simbolizan el papel importante que tiene la IA en la mejora de las operaciones empresariales, la toma de decisiones y la interacción con los clientes. Es decir, las empresas que adoptan la IA pueden personalizar la experiencia del cliente, prever tendencias de mercado y optimizar su cadena de suministro, entre otras cosas. Por otro lado, los “Datos y Digitalización” se centran en la importancia de la recopilación, el análisis y el uso de los datos en la era digital. Los datos son el combustible de la IA, y la gestión

## Capítulo 2. Evolución y estado actual de la IA

adecuada de esros fundamental para obtener beneficios significativos. También, la “Seguridad y Privacidad” representa cómo la IA está impactando de manera significativa la seguridad digital y la privacidad de los datos. Las tecnologías de IA pueden ser herramientas poderosas para detectar amenazas y ataques cibernéticos, pero también plantean cuestiones sobre la privacidad y el manejo de los datos personales. Por último, la “Investigación y Desarrollo” pone de manifiesto cómo la IA está impulsando avances en diversas áreas de investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías. Las técnicas y algoritmos de IA son un área de estudio activo en la actualidad y que está da lugar a numerosos descubrimientos y aplicaciones innovadoras.



Figura 2.1: Transformación digital en los negocios. *Elaboración propia basada en: (Fuente: [17])*

En resumen, cada esfera representan un componente integral de la transformación digital, y la IA juega un papel central en este proceso. En las diferentes secciones de este trabajo se explorará en profundidad la interacción de estas esferas y cómo la IA está facilitando la transformación digital en los negocios y más allá.

### 2.2.2. Crecimiento de la IA

En los últimos años, la Inteligencia Artificial ha transformado la forma en que las empresas operan y compiten en la economía global. Según una investigación de Grand View Research [18], el mercado global de IA alcanzó un valor de 136 mil millones de dólares en 2022, y se espera que crezca a una tasa compuesta anual del 37.3 % entre 2023 y 2030.

Para ilustrar este crecimiento proyectado, la figura 2.2 gráfica muestra cómo el valor del mercado de la IA, que era de 96 mil millones de dólares en 2021, se prevé que llegue a la increíble cifra de 1848 mil millones de dólares en 2030,



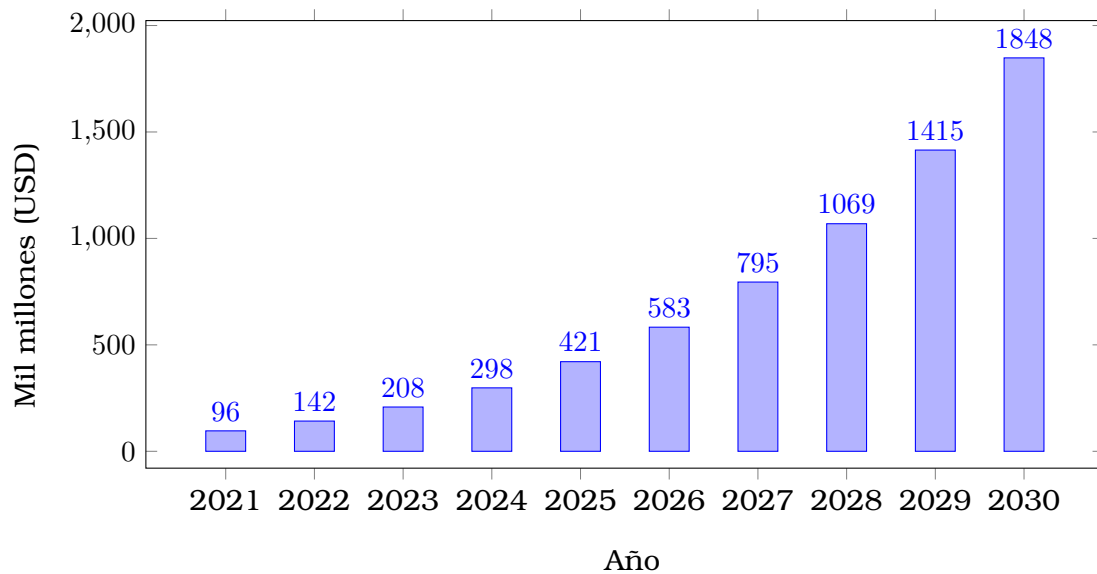


Figura 2.2: Tamaño del mercado mundial de la inteligencia artificial en 2021 con previsión hasta 2030. *Elaboración propia basada en Statista (Fuente: [19])*

marcando una fuerte tendencia al alza año tras año, lo que significa que este valor se multiplique por veinte para 2030, llegando a casi dos billones de dólares, tal como señalan los datos de Next Move Strategy Consulting.

Este gran crecimiento se debe a la investigación y la innovación continua lideradas por los gigantes tecnológicos, como son Amazon, Google, Apple, Facebook, International Business Machines Corporation y Microsoft. Estas empresas están impulsando la adopción de tecnologías avanzadas en varios sectores, incluyendo el sector automotriz, la salud, el comercio minorista, las finanzas y la fabricación.

Además, uno de los factores que está acelerando la innovación en la IA es la accesibilidad a conjuntos de datos históricos. Esta accesibilidad es posible debido a que el almacenamiento y recuperación de los datos es cada vez más económico, permitiendo a investigadores el acceso a conjuntos ricos de datos, como los registros médicos, transacciones financieras, imágenes satélites, datos de tráfico y patrones de comportamiento del consumidor, entre otros. Estos datos se pueden utilizar para entrenar los modelos de IA y, por lo tanto, acelerar la innovación en este campo [18].

Además, la IA ha recibido una atención y una inversión significativa de las empresas y los gobiernos de todo el mundo, lo cual ha impulsado la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías y aplicaciones de IA. Grandes empresas de tecnología, como Google, Microsoft y Amazon, han creado divisiones de IA y han invertido en startups de IA en todo el mundo [20].

### 2.2.3. Adopción de la IA en las empresas

Las empresas que están adoptando la IA están desarrollando un enfoque integral que implica trabajar en tres ámbitos o aspectos al mismo tiempo: la transformación del negocio, la mejora en la toma de decisiones y la modernización de los sistemas y procesos. Este enfoque involucra a líderes de diferentes áreas de la organización y permite una mayor escalabilidad y el intercambio de datos de manera más eficiente [21].

Por otro lado, las grandes empresas del mercado se están centrando en aumentar el número de sus clientes y es por eso por lo que están tomando iniciativas estratégicas, como fusiones, adquisiciones o asociaciones con otras empresas. Por ejemplo, en septiembre de 2019, IBM Watson Health firmó un acuerdo con Guerbet, una empresa francesa de imágenes médicas, para desarrollar una solución de software de inteligencia artificial para diagnóstico y monitoreo de cáncer [22]. Otro ejemplo es la alianza en 2020 entre NVIDIA y Mercedes-Benz, que se unieron para desarrollar una plataforma de inteligencia artificial para vehículos autónomos, previsto para lanzarla en 2024 [23].

En los últimos años, muchas son las empresas que están apostando por la adopción de la IA en sus núcleos empresariales [20]. Según una encuesta realizada por la empresa de consultoría estratégica, New Vantage Partners, el 97 % de las organizaciones encuestadas están invirtiendo en iniciativas de datos y el 91 % en actividades de IA [24]. Además, el 92 % de las grandes empresas están obteniendo retornos de sus inversiones en datos e IA. Por otro lado, la encuesta muestra que el número de iniciativas de IA continúa en aumento, pero el número se mantiene bajo debido a que la cultura empresarial en torno al uso y gestión de los datos es un obstáculo. Esto se debe al importante papel que juega la cultura empresarial en la implementación de la IA en la empresa, ya que la aceptación y adopción de la tecnología depende en gran medida de la cultura y la actitud de los empleados hacia ella.

Además, la implementación de la IA en las empresas conlleva una serie de cambios tanto internos como externos en las organizaciones. En términos externos, la IA mejora la experiencia del cliente, optimizando la interacción entre cliente y empresa desde el inicio hasta el servicio postventa. Internamente, la IA altera la estructura y funcionamiento de las organizaciones, influyendo en los objetivos empresariales, las relaciones laborales y de liderazgo, y las estructuras jerárquicas. Esta transformación, que se ha vuelto imperativa y no una opción, ha impulsado una nueva dimensión en todas las organizaciones. Aquellas empresas que no se adapten a este nuevo entorno tendrán dificultades para sobrevivir [17].

Por otro lado, cabe mencionar que de cara a 2025, se estima que el impacto de la IA en la economía española representará un 1.8 % del Producto Interno Bruto total según un estudio de McKinsey [25]. Este dato evidencia la importancia de la transformación digital para las empresas en los próximos años, hasta el punto de que la Agenda Digital de España se ha propuesto que, para 2025, las pymes

alcancen el 25 % del crecimiento del negocio en línea, frente al actual 10 %.

Además, se espera un aumento significativo en el uso de modelos de aprendizaje basados en IA en los próximos años. Según un informe del Boston Consulting Group, en 2023, el 40 % de los equipos de desarrollo utilizarán servicios basados en aprendizaje automático para desarrollar modelos con capacidades de IA, en contraste con el 2 % en 2019. Para 2025, se estima que la mitad de las actividades realizadas por científicos de datos serán automatizadas mediante IA.

En resumen, la adopción de la IA en las empresas es evidente, cada vez más son las empresas que están adoptando por su desarrollo y aplicación. Esto conducirá en los próximos años a un crecimiento exponencial en diversos sectores empresariales e industrias, cuyo impacto de la IA es importante, y de las que hablaremos más adelante.

## 2.3. Tecnologías de IA

Existen una gran cantidad de tecnologías o ramas dentro de la inteligencia artificial, sin embargo, en este capítulo explicaremos brevemente las principales, que nos ayudaran a comprender mejor los capítulos posteriores.

### 2.3.1. Aprendizaje automático

El aprendizaje automático o “Machine Learning”, es una rama de la inteligencia artificial que busca desarrollar algoritmos y técnicas que permitan a las máquinas aprender y mejorar a partir de los datos. En otras palabras, el objetivo del aprendizaje automático es que las máquinas sean capaces de aprender y tomar decisiones como lo haría un ser humano, mejorando automáticamente a medida que se les suministra más información, sin necesidad de ser programadas específicamente para cada tarea en particular [26].

A su vez, el machine learning está compuesto de una serie de subcampos, las redes neuronales y el aprendizaje profundo. Podemos decir que el aprendizaje profundo es un subcampo del aprendizaje automático, y las redes neuronales conforman la estructura básica de los algoritmos de aprendizaje profundo [27].

### 2.3.2. Redes neuronales artificiales

Las redes neuronales, y más específicamente, las redes neuronales artificiales (ANNs), imitan el cerebro humano a través de un conjunto de algoritmos. Se consideran una subcategoría dentro del aprendizaje automático, ya que tienen la capacidad de aprendizaje [27].

Son una herramienta de modelado computacional, que como hemos dicho, se inspira en el funcionamiento del cerebro humano y se utilizan para resolver problemas complejos del mundo real en diversas disciplinas, como la inteligencia artificial, la robótica, la medicina, la ingeniería y la ciencia de datos. Aunque las

ANN son diferentes de las redes neuronales biológicas, se basan en el mismo principio: la conexión entre múltiples nodos para realizar operaciones complejas.

Las ANNs tienen numerosas aplicaciones en la inteligencia artificial, como el procesamiento del lenguaje natural, el reconocimiento de imágenes y vídeo, los sistemas de recomendación y en análisis de sentimientos, entre otros. Además, pueden utilizarse para predecir la demanda de productos, analizar el comportamiento de los clientes y detectar el fraude en transacciones financieras. En términos generales estas redes son de muy útiles para procesar grandes cantidades de datos y encontrar patrones que no son evidentes a simple vista [28].

### 2.3.3. Procesamiento del lenguaje natural

El Procesamiento del Lenguaje Natural o “Natural Language Processing” (NLP) es un conjunto de técnicas computacionales que tienen como objetivo analizar y representar textos que ocurren naturalmente, en uno o varios niveles de análisis lingüístico. Estas técnicas están diseñadas para lograr un procesamiento de lenguaje similar al humano, permitiendo a las máquinas entender y procesar el lenguaje de manera efectiva para una variedad de tareas y aplicaciones [26].

En este sentido, nos referimos al proceso de analizar y transformar el texto escrito o hablado en una forma que pueda ser procesado por una computadora. Esto implica la identificación de palabras, frases y estructuras gramaticales, así como la extracción de información y el análisis del significado y contexto del texto. Por lo tanto, el objetivo principal del NLP es poder utilizar la información del texto para llevar a cabo tareas específicas, como la clasificación de documentos, la detección de sentimientos y la traducción automática, entre otras.

### 2.3.4. Sistemas de recomendación

Los sistemas de recomendación son herramientas y técnicas de software que proporcionan sugerencias de artículos útiles para un usuario. En este contexto emplearemos como término general la palabra “artículo” para referirnos a cualquier objeto o elemento que se recomienda a los usuarios.

Estos sistemas utilizan algoritmos avanzados para proporcionar sugerencias personalizadas a los usuarios en diversos contextos, como la compra de productos en línea, la selección de música y películas, la lectura de noticias y otros contenidos en línea. El objetivo principal de estos sistemas es ayudar a los usuarios a tomar decisiones informadas y ahorrar tiempo y esfuerzo en la búsqueda de información relevante [29].

En este contexto, son una herramienta muy valiosa para las empresas, ya que permiten a estas ofrecer a sus clientes recomendaciones personalizadas y relevantes sobre productos o servicios que podrían ser de su interés. Asimismo, aumenta la satisfacción y fidelidad del cliente, y aumenta las posibilidades de venta cruzada y de aumento de las ventas totales.

### 2.3.5. Robótica y automatización

En este aspecto nos referimos por un lado a la Automatización de Procesos Robóticos (RPA) y se trata de la automatización de tareas de servicios que reproducen el trabajo que realizan los humanos en entornos digitales.

Esta tecnología cuenta con múltiples beneficios en cuanto a la automatización de los procesos empresariales y organizativos. Además, el uso combinado de algoritmos y técnicas de Inteligencia Artificial proporciona una mayor precisión y eficacia en la ejecución de los procesos RPA, tanto en la extracción de información como en el reconocimiento, clasificación, pronóstico y optimización de procesos [30].

Por otro lado, tenemos a los robots industriales inteligentes que se enfocan en la automatización de procesos físicos y mecánicos. Son robots que tienen capacidades cognitivas y de aprendizaje para realizar tareas complejas y adaptarse a entornos cambiantes. Utilizan técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales, entre otras, mencionadas anteriormente. Además, pueden realizar tareas como la inspección de productos para detectar defectos, la identificación de patrones en los procesos de producción y la optimización de los procesos de producción.

### 2.3.6. Visión artificial

Una de las técnicas más poderosas y atractivas de la Inteligencia Artificial es la visión por computadora. También considerada una subárea del aprendizaje automático, esta técnica busca replicar la complejidad del sistema visual humano para permitir a las computadoras identificar y procesar objetos en imágenes y videos de manera similar a como lo hace el ser humano. Además, gracias a los avances en inteligencia artificial y el desarrollo de redes neuronales profundas, la capacidad de la visión por computadora ha mejorado significativamente, llegando incluso a superar a los humanos en algunas tareas de detección y etiquetado de objetos.

El uso de grandes cantidades de datos es esencial en esta técnica con la finalidad de entrenar a los sistemas y mejorar su capacidad de reconocimiento de objetos. En cuanto a aplicaciones de la visión artificial destacamos la capacidad de estos sistemas para inspeccionar la calidad de los productos en cualquier proceso de producción, la detección de enfermedades como el cáncer en la medicina y la detección de “intrusos” si lo llevamos al campo de la seguridad, entre otros [31].

### 2.3.7. Análisis predictivo

El análisis predictivo es una técnica que utiliza algoritmos estadísticos y datos internos y externos para prever tendencias futuras en una empresa. Esto permite optimizar el inventario, mejorar los tiempos de entrega, aumentar las ventas y reducir los costos operativos. Cuando se combina con inteligencia artificial, las ideas obtenidas de estos sistemas avanzados pueden ser más precisas y

oportunas en la predicción del futuro [32]. En este sentido, es muy útil para la predicción de la demanda y de los precios, también para la personalización del marketing a la hora de predecir los gustos y preferencias de los clientes, y al mantenimiento predictivo, es decir, predice cuando una máquina o equipo necesitará mantenimiento antes de producirse una falla.

### **2.3.8. Agentes inteligentes**

Los agentes inteligentes son entidades autónomas que actúan en un entorno utilizando sensores y actuadores (dispositivos que convierten una señal de control en movimiento físico) para lograr sus objetivos. Estos agentes inteligentes pueden aprender del entorno para alcanzar sus metas.

Asimismo, son una herramienta importante en la inteligencia artificial y tienen diversas aplicaciones en la vida cotidiana, como en la automatización de procesos empresariales, en la atención al cliente y en la industria manufacturera, entre otros. Además, se espera que su uso y desarrollo continúen creciendo en el futuro gracias a los avances en tecnologías como el aprendizaje profundo y el procesamiento del lenguaje natural [33]. Otros ejemplos de agentes inteligentes serían los vehículos autónomos o Siri (asistente virtual).

## Capítulo 3

# La revolución de la IA en las industrias

### 3.1. Sector manufacturero

La inteligencia artificial está transformando la industria manufacturera y revolucionando la manera en que se lleva a cabo la producción. Durante mucho tiempo, la automatización ha sido clave en mejorar la productividad y la eficiencia en este sector, pero la llegada de esta tecnología ha llevado estos conceptos a otro nivel [34].

En particular, el uso de la IA en la industria manufacturera ha permitido la implementación de fábricas inteligentes y altamente automatizadas, que aprovechan tecnologías como sensores inteligentes, la interconexión entre dispositivos, el análisis de datos y la automatización de procesos para optimizar la producción. Además, la IA también se está utilizando para mejorar la calidad del producto, prevenir defectos y reducir el tiempo de inactividad no planificado. A medida que la Industria 4.0 avanza, se espera que la adopción de la IA en la industria manufacturera siga aumentando para ayudar a mejorar la eficiencia y la rentabilidad de las operaciones de fabricación.

Para ilustrar el impacto y la adopción de la IA en el sector manufacturero, hemos tomado como ejemplo la figura 3.1, que muestra los resultados de una encuesta realizada a nivel global, a más de 1000 participantes. Los participantes incluían ejecutivos de alto nivel, directores, jefes de IA, jefes de datos o análisis, y aproximadamente el 15% de ellos pertenecían al sector manufacturero.

Como se puede observar en la gráfica los encuestados están aprovechando la IA en una variedad de maneras en la industria manufacturera. Dado que la suma de los porcentajes excede el 100%, podemos decir que los encuestados tenían la opción de seleccionar más de un caso de uso, reflejando buenos porcentajes en cada uno de ellos.

### Capítulo 3. La revolución de la IA en las industrias

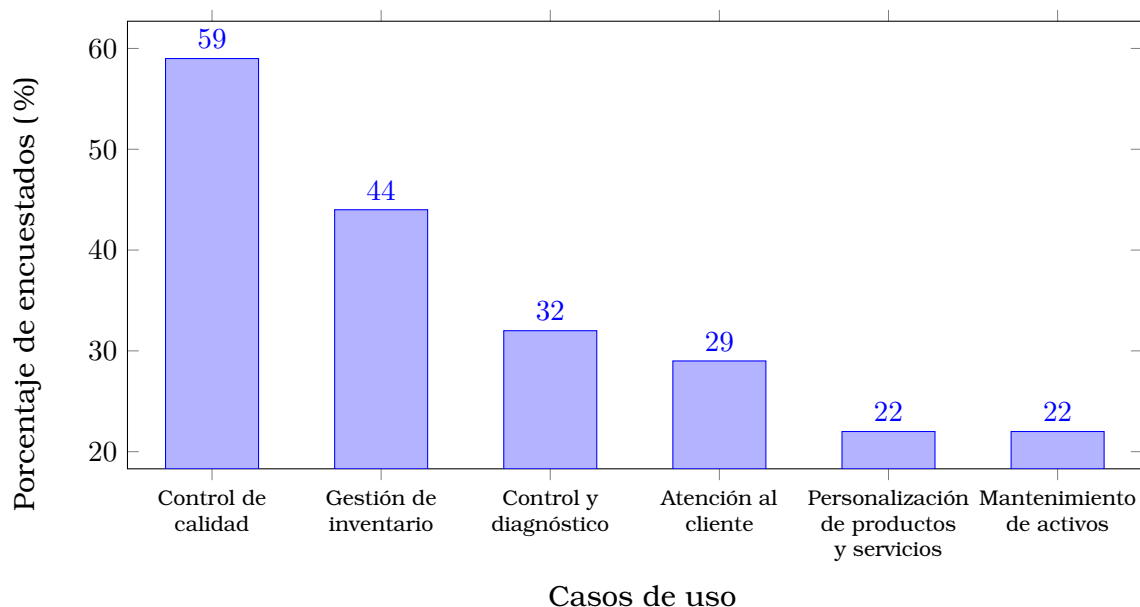


Figura 3.1: Casos de uso de la IA en la industria manufacturera a partir de 2020. *Elaboración propia basada en Statista (Fuente: [35])*

El control de calidad encabeza la lista con un 59 % de los encuestados utilizándolo o considerándolo como un aspecto calve en este sector, lo que demuestra cómo la IA está mejorando la detección de defectos y asegurando la calidad en las líneas de producción. Además, La gestión de inventario, elegida por el 44 % de los encuestados, es otra área crítica donde la IA está generando valor al prever la demanda, optimizar el inventario y detectar ineficiencias en su mayoría. Por otro lado, el control y diagnóstico, la atención al cliente, la personalización de productos y servicios, y el mantenimiento de activos también se destacan como áreas de uso significativo a pesar de englobar un menor porcentaje.

Teniendo en cuenta los datos de la encuesta, cabe destacar que los profesionales en puestos ejecutivos y directivos de la industria manufacturera ya reconocen el valor y el potencial de la IA en una variedad de contextos específicos. Sin embargo, estos casos de uso representan solo una pequeña parte del conjunto. La IA tiene el potencial de revolucionar todas las áreas de la manufactura, no solo esos casos de uso específicos.

Para mostrar en profundidad como se plasma ese potencial, a continuación se presentan algunas de las áreas de aplicación más importantes de la IA en la industria manufacturera. Cada una de estas áreas incluye múltiples casos de uso específicos, y en conjunto, proporcionan una visión más completa de cómo la IA está transformando la manufactura o producción.

#### Optimización de procesos de producción

A través del uso de algoritmos de aprendizaje automático, los fabricantes pue-



den identificar patrones y analizar sus datos para mejorar la eficiencia y detectar problemas de calidad en tiempo real de sus productos. Por otro lado, la IA permite identificar cuellos de botella en la línea de producción y sugerir cambios para la mejora del rendimiento, así como reducir los tiempos de ciclo.

#### **Optimización de la cadena de suministro**

La IA permite la recopilación de datos a lo largo de toda la cadena de suministro, lo que permite un monitoreo constante del abastecimiento. Esto permite a los fabricantes gestionar el inventario, predecir la demanda futura y detectar ineficiencias, lo que se traduce en un aumento de la eficiencia y ayuda a reducir los costos de mantenimiento en el largo plazo.

La optimización de la cadena de suministro a través de la IA se ha convertido en una herramienta muy valiosa para la industria manufacturera. Por ejemplo, empresas como General Electric han utilizado la IA para optimizar su cadena de suministro. También, General Electric ha utilizado análisis predictivos para predecir la demanda de sus productos con mayor precisión y, en consecuencia, ha mejorado la eficiencia de su cadena de suministro.

#### **Mantenimiento predictivo**

Los sensores de red permiten la monitorización de los equipos de fabricación de manera muy detallada, siendo capaces de detectar pequeños cambios en las máquinas, como los niveles de ruido o la vibración, todo ello mediante algoritmos de aprendizaje automático. Estas señales son prueba de que una falla está por ocurrir en el futuro cercano y por lo tanto es esencial monitorearlas para evitar costes mayores. Por ejemplo, la empresa sueca SKF, líder mundial en tecnología de rodamientos y sistemas de lubricación ha desarrollado una herramienta de IA para evaluar automáticamente los daños en los rodamientos, lo que permite prolongar la vida útil de los componentes y maquinaria principales. [36] Por otro lado, General Electric ha utilizado la IA para monitorear el estado de sus equipos y prevenir problemas antes de que se conviertan en averías mayores.

#### **Automatización robótica**

La fabricación a través del uso de robots es una práctica habitual en cualquier cadena de montaje. A diferencia del uso de robots tradicionales que están pre-programados para la realización de tareas específicas en la línea de montaje como ensamblaje, soldadura etc. Sin embargo, los robots impulsados por la IA pueden adaptarse y aprender sobre la marcha, lo que les permite realizar una gama más amplia de tareas y controlar situaciones inesperadas de manera efectiva. Por ejemplo, un robot designado a ensamblar un producto, en la realización de la tarea, utiliza sensores y otros datos para identificar variaciones. Si durante el ensamblado detecta que una pieza no encaja correctamente, el robot puede ajustar los movimientos para lograr un ensamblaje correcto de la pieza, lo que permite una producción continua y aumenta la producción, sin necesidad de la

intervención humana. Además, la IA permite a los robots percibir las actividades humanas y colaborar con seguridad con ellas. [37] Por ejemplo, la compañía china socia de Apple, Foxconn, cuenta ya con más de 10.000 robots en sus fábricas para ensamblar el iPhone y otros productos. [38]

La colaboración entre IA e intervención humana se traduce en un mejor desempeño que trabajando de manera individual. Una de las tecnologías que se está empleando para ello es la realidad aumentada. Esta tecnología permite mostrar a los trabajadores información relevante mientras realizan una tarea. Por ejemplo, ver imágenes infrarrojas en condiciones de poca luz. Además, en industrias como la alimentaria es útil para detectar defectos en los productos. En resumen, la colaboración entre humanos y la IA a través de tecnologías como la realidad aumentada puede ser una herramienta buena para mejorar la eficiencia y calidad en el trabajo.

### Diseño generativo

La IA permite el diseño mediante técnicas generativas para simular el desempeño de productos o infraestructuras en la vida real, sin tener que fabricarlos y luego pasar por el proceso de modificaciones hasta llegar a obtener el diseño óptimo. El diseño generativo permite la mejora de las prestaciones del producto, la reducción de costos y el fomento de la innovación mediante la exploración de nuevas ideas de diseño. Un ejemplo es el caso de General Motors, que mediante el uso de Autodesk creó un soporte para el cinturón de seguridad, un 20 % más resistente y un 40 % más ligero que la pieza original [39].

## 3.2. Sector médico

La industria de la salud se enfrenta a múltiples desafíos para lograr el “cuádruple objetivo” de la atención médica: mejorar la salud de la población, mejorar la experiencia del paciente, mejorar la experiencia del cuidador y reducir el creciente costo de la atención [40]. La pandemia global ha puesto de manifiesto la necesidad de transformar la atención médica mediante la innovación y el uso de enormes cantidades de datos sobre los pacientes de forma eficiente.

Antes de la era de los dispositivos móviles, las tecnologías médicas se conocían principalmente como dispositivos médicos clásicos, como prótesis o implantes. Sin embargo, con la aparición de teléfonos inteligentes, dispositivos portátiles, sensores y sistemas de comunicación, la medicina ha experimentado una revolución al permitir herramientas impulsadas por inteligencia artificial, como aplicaciones, en tamaños muy pequeños. La IA ha transformado las tecnologías médicas y se entiende comúnmente como la parte de la informática que puede abordar problemas complejos relacionados con la mejora la precisión y la velocidad del diagnóstico médico, ayuda en la personalización del tratamiento y

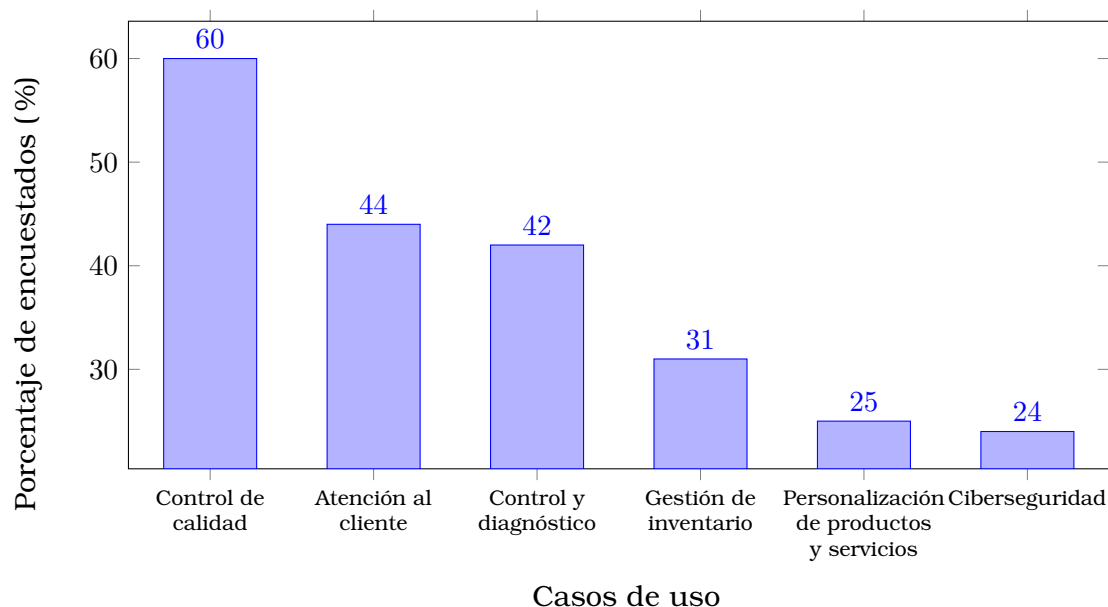


Figura 3.2: Casos de uso de la IA en la industria farmacéutica y sanitaria a partir de 2020. *Elaboración propia basada en Statista (Fuente: [42])*

mejora de la eficiencia de los sistemas de atención médica. Además, la computación en la nube está siendo cada vez más utilizada en la entrega de atención médica, permitiendo el uso de sistemas de IA seguros y efectivos. La nube proporciona una capacidad de procesamiento y velocidad superior a la infraestructura médica previa. Por ello, son muchos los proveedores de esta tecnología los que buscan asociarse con organizaciones médicas para impulsar la innovación médica con esta tecnología.

A pesar de más de una década de desarrollo, el uso y la adopción de la IA en la práctica clínica sigue siendo limitado, con muchos productos de IA para la atención médica todavía en la etapa de diseño y desarrollo. A menudo hay intentos de aplicar soluciones de IA a problemas de atención médica sin una debida consideración del contexto local, como los flujos de trabajo clínicos, las necesidades del usuario, la confianza, la seguridad y las implicaciones éticas [41].

Del mismo modo que en el sector manufacturero se ha querido reflejar en la figura 3.2 la opinión sobre los principales casos de uso en la industria farmacéutica y sanitaria. Igual que el caso anterior esta encuesta realizada por el MIT Technology Review Insights fue realizada a más de 1000 profesionales de los cuales el 10 % pertenecen a este sector de la salud.

Podemos observar en el gráfico que el control de calidad es mencionado por el 60% de los encuestados. Esto indica la importancia de la precisión en la atención médica, desde la administración de medicamentos hasta los diagnósticos que también tienen un peso importante en la figura. Además, este resultado se

puede entender como la necesidad actual existente de mantener altos estándares de calidad en la industria farmacéutica.

Las áreas de menor enfoque, como la gestión de inventario, personalización de productos y servicios, y ciberseguridad podrían reflejar áreas de oportunidad emergentes para la IA en el sector sanitario. Aunque estas áreas reciben menos atención en comparación con los otros casos de uso, siguen siendo fundamentales para el funcionamiento eficaz de las organizaciones y centro sanitarios y farmacéuticos. Además, la ciberseguridad es importante y podría ser un área principal de enfoque en los próximos años debido a la relación con los datos sensibles de los pacientes.

En resumen, la IA se está convirtiendo cada vez más en una herramienta importante en el campo de la salud y de la medicina. En este contexto, profundizaremos en algunas de las aplicaciones más importantes y de mayor impacto de la IA en la en el sector médico, teniendo en cuenta tanto el panorama actual reflejado en la encuesta, como las oportunidades emergentes para la implementación de la IA en este sector crítico [43]:

#### **Soporte en decisiones clínicas**

En la práctica, los médicos deben considerar toda la información disponible en los registros médicos para diagnosticar a los pacientes. Sin embargo, esta información no esta estructurada y ser difícil de encontrar al poder estar en formatos diferentes. Si se comete un error en el diagnóstico, es un grave problema para el paciente. Es por eso que con la combinación de IA y la asistencia del Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP) es posible extraer la información relevante de los registros y presentarla de manera clara a los médicos, ayudando a mejorar la toma de decisiones y a detectar factores de riesgo en los pacientes.

#### **Cirugías robotizadas**

La combinación de IA y robots han revolucionado las cirugías en términos de velocidad, precisión y profundidad al realizar incisiones delicadas. Además, al ser máquinas se reduce la posibilidad humana de fatiga o cansancio. En este contexto, hablamos de robots médicos impulsados por IA. Estos robots, pueden utilizar datos de operaciones pasadas para desarrollar nuevos métodos quirúrgicos y ayudar a los cirujanos a tomar decisiones informadas mediante el análisis de grandes cantidades de datos, incluyendo imágenes médicas. Además, ayudan a los cirujanos a realizar procedimientos complejos con mayor precisión y control, y también pueden reducir los tiempos de recuperación y los riesgos de complicaciones postoperatorias para los pacientes. Un ejemplo de ello es el robot Da Vinci Surgical System, que utiliza tecnología de visión 3D y algoritmos de aprendizaje automático para permitir que los cirujanos realicen procedimientos con mayor precisión y control [44].

#### **Análisis de imágenes médicas**

En el campo de la imagenología médica el uso de la IA está siendo ampliamente elevado. La IA ha demostrado una muy buena precisión y sensibilidad en la identificación de anomalías en imágenes y tiene el potencial para mejorar la capacidad de detectar y caracterizar cambios y anormalidades en los tejidos del cuerpo mediante el análisis de imágenes médicas. Algunas de las aplicaciones de la IA en este aspecto incluyen la identificación de enfermedades en la piel, la detección de tumores y la evaluación de la progresión de enfermedades neurodegenerativas. Sin embargo, la implementación de la IA en el análisis de imágenes médicas también presenta desafíos, como la necesidad de un gran volumen de datos de entrenamiento y la interpretación y validación adecuadas de los resultados.

#### **Medicina personalizada**

La inteligencia artificial y el big data están transformando el campo de la medicina al permitir análisis de alta capacidad para enfermedades complejas. La medicina personalizada utiliza datos genéticos, biomarcadores y otros datos fisiológicos como sus antecedentes familiares, sus hábitos de vida y los resultados de pruebas genéticas, para desarrollar tratamientos específicos que se adapten a las necesidades individuales del paciente. Además, la tecnología puede ayudar a reducir el uso de tratamientos innecesarios, evitar reacciones contrarias o adversas y disminuir los costos de hospitalización y atención médica. [45]

#### **Monitorización de la salud**

En este aspecto nos referimos a la monitorización remota o telemedicina. Este campo de la medicina está experimentando un crecimiento exponencial debido al incremento de consultas médicas remotas a raíz de la pandemia del Covid-19. Para mejorar la eficiencia de estas consultas, son muchas las entidades que han comenzado a integrar la inteligencia artificial, proporcionando diagnósticos cada vez más precisos y personalizados de manera remota. Todo ello es posible gracias a dispositivos portátiles que pueden monitorear la frecuencia cardíaca o el sueño, o análisis de datos en tiempo real que permita alertar a los médicos si se detectan anomalías, entre otras aplicaciones [46].

### **3.3. Sector financiero**

La inteligencia artificial se está implementando cada vez más por los proveedores de servicios financieros en diversas industrias dentro del sector financiero: en banca minorista y corporativa, en la gestión de activos, en el trading y en los seguros.

El despliegue de técnicas de IA en finanzas puede generar eficiencias al reducir los costos de fricción (como las comisiones) y mejorar los niveles de productividad, lo que a su vez se traduce en una mayor rentabilidad. Además, puede mejorar la calidad de los servicios y productos ofrecidos a los consumidores,

### Capítulo 3. La revolución de la IA en las industrias

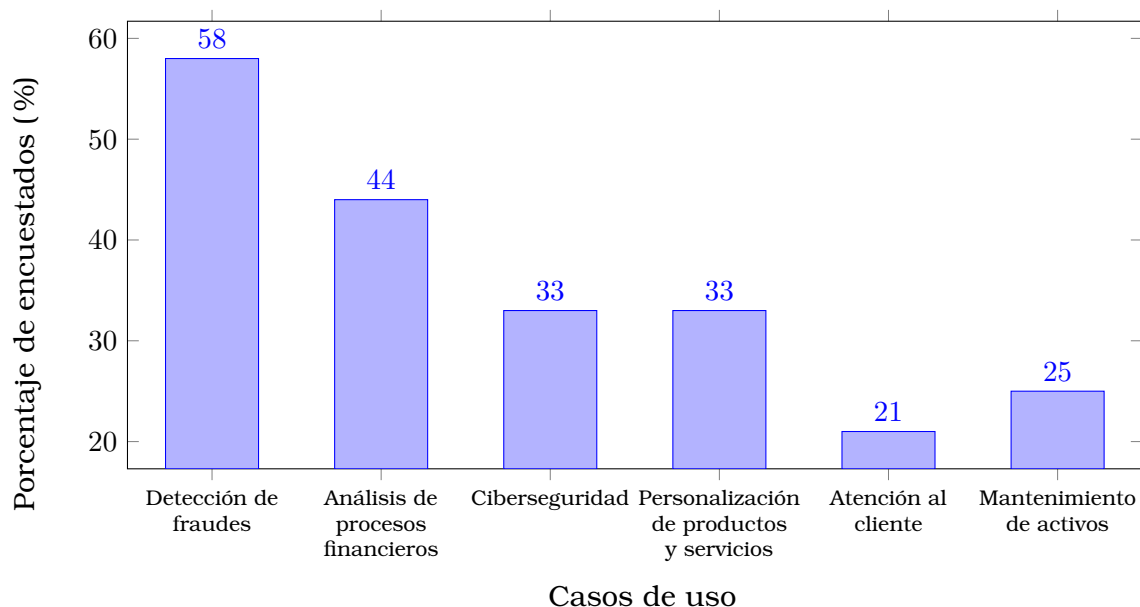


Figura 3.3: Casos de uso de la IA en el sector de los servicios financieros a partir de 2020. *Elaboración propia basada en Statista (Fuente: [47])*

aumentar la personalización de dichos productos y diversificar la oferta de productos. Por otro lado, la IA ayuda a interpretar miles de acuerdos y actos, y recopila y evalúa datos de evaluación de riesgos y otros aspectos. También se utiliza para detectar el robo de identidad y reclamaciones falsas de seguros.

En el lado opuesto, el uso de la IA en el sector financiero puede aumentar los riesgos ya presentes en los mercados financieros o dar lugar a nuevos desafíos y riesgos. El uso inadecuado de datos o la baja calidad de estos podría conducir a resultados discriminatorios e injustos. Además, la dependencia de proveedores de terceros y la tercerización de modelos o conjuntos de datos de IA plantean problemas de gobernanza y responsabilidad.

A pesar de ello, cada vez son más las empresas financieras que buscan aprovechar la abundancia de los datos para el empleo de modelos de aprendizaje automático con el fin de identificar señales que van más allá de la capacidad humano. Estos modelos pueden reducir los costos operativos y mejorar la calidad de los productos y servicios financieros ofrecidos a los consumidores. Una investigación publicada por Autonumus NEXT estima que la implementación de la IA tiene potencial para reducir los costos operativos en la industria de los servicios financieros en un 22 % para el año 2030.

Al igual que en los sectores anteriores, una encuesta realizada por MIT Technology Review Insights, presente en la figura 3.3 ofrece una perspectiva de gran importancia sobre como se está implementando la IA en el sector financiero.

La encuesta indica que la “detección de fraudes” y el “análisis de procesos finan-

cieros” son los usos más comunes de la IA en el sector financiero, con un 58 % y 44 % respectivamente. Esto es debido a que el sector financiero ha sido pionero en el uso de tecnología para mejorar la eficiencia y reducir riesgos. Además, la IA puede proporcionar herramientas eficaces y de gran potencia para detectar fraudes y analizar datos financieros para identificar tendencias y optimizar procesos.

Por otro lado, por debajo encontramos la “personalización de productos y servicios” y la “ciberseguridad”. Esta personalización se está convirtiendo en un factor de importancia a la hora debido a que los consumidores buscan y valoran más experiencias personalizadas que se ajusten a sus necesidades. Otro aspecto a tener en cuenta en relación a la ciberseguridad es la importancia de proteger los datos financieros. Esto es muy importante en la era digital actual en la que vivimos con el fin de mantener la confianza del cliente y proteger sus activos.

A diferencia de los anteriores casos de uso importantes en los servicios financieros, a continuación se exploraran algunas de las aplicaciones más importantes de la IA en el sector financiero, desde aquellas que ya están en uso hasta las que aún están emergiendo [48]

#### **Asesoramiento financiero**

El asesoramiento en términos financieros es útil para facilitar y ayudar a los inversores en la gestión de carteras. Para ello existen los asistentes virtuales y chatbots de IA que pueden ayudar a gestionar las finanzas personales, proporcionando información sobre los ingresos y gastos. Además, ofrecen asesoramiento personalizado basado en el perfil de riesgo y experiencia del inversor, incluso recomendado activos como acciones y bonos.

#### **Operaciones en el sector financiero**

Las instituciones financieras utilizan la IA para agilizar multitud de operaciones como la recolección de deudas, la automatización de sistemas de facturación y el proceso de reconciliación de cuentas bancarias en la banca comercial. Por ejemplo, la plataforma de software y agencia de cobranza digital TrueAccord, utiliza aprendizaje automático y análisis del comportamiento para cobrar deudas de tarjetas de crédito. La plataforma utiliza datos para automatizar un sistema de contacto constante con los clientes, y de esta manera la empresa aumenta la tasa de pago de la deuda [49].

#### **Seguros**

La IA es capaz de evaluar los perfiles de riesgo de los consumidores y determinar un plan de seguros apropiado. Además, como comentábamos, su capacidad para administrar y procesar gran cantidad de documentos permite detectar reclamos fraudulentos y asegurar que se adhieran a las regulaciones. Por ejemplo,

la empresa tecnológica Tractable es capaz de evaluar los daños en seguros utilizando inteligencia artificial y deducir los gastos de reparación. [50] En general, la IA está transformando la industria de seguros al permitir una personalización de las ofertas, una toma de decisiones más informada y una mejor experiencia del cliente.

### **Auditoría y cumplimiento normativo**

Con el creciente uso de la IA en el sector financiero, se abren nuevas posibilidades a áreas como la auditoría y el cumplimiento normativo. Las instituciones financieras están implementando sistemas de IA para detectar fraudes y mejorar la precisión en la revisión de documentos, y reducir los costos asociados al cumplimiento normativo. Los ciberataques es uno de los principales desafíos que enfrentan los bancos en la actualidad. Según una encuesta realizada por KMPG, más de la mitad de los encuestados habían sufrido algún tipo de ciberataque y revelaban que no podían recuperar mas de 25 % de esas pérdidas [51]. Por otro lado, la tecnología de procesamiento del lenguaje natural puede ser adoptada por la IA para escanear documentos regulatorios y detectar cualquier problema de cumplimiento. Esto permite la navegación y supervisión rápida de documentos sin la intervención manual humana.

En general, la IA está cambiando la forma en que las empresas abordan los desafíos de auditoría y cumplimiento, permitiendo a las empresas ahorrar tiempo y recursos, mientras cumplen con los estándares y con las regulaciones.

### **3.4. Sector e-commerce**

La pandemia del COVID-19 ha tenido un impacto significativo en la forma en que las personas hacen sus compras. Después del cierre de muchos locales y tiendas, muchos establecimientos fueron los que abrieron sus puertas el comercio electrónico y con ello la IA se ha convertido en la herramienta fundamental para estos negocios en línea.

La IA en el comercio electrónico se puede definir como el uso de técnicas, sistemas, herramientas o algoritmos para apoyar actividades relacionadas con la compra y venta de productos y servicios a través de internet [29]. Además, la combinación de IA y aprendizaje automático permiten al sector del comercio electrónico interactuar con los clientes de manera personalizada, creando interfaces sencillas para el usuario y por lo tanto mejorando su experiencia de navegación. La IA también ayuda a construir relaciones más sólidas entre la marca y el consumidor, lo que a su vez fomenta la lealtad del cliente. Todo esto es especialmente relevante en un mercado cada vez más competitivo, donde los consumidores esperan mayor consistencia y personalización en la experiencia de compra en línea, lo que significa encontrar productos o servicios de manera fácil y rápida, recibir recomendaciones personalizadas y promociones basadas en sus intereses, tener una experiencia de pago y envío sin problemas, y tener



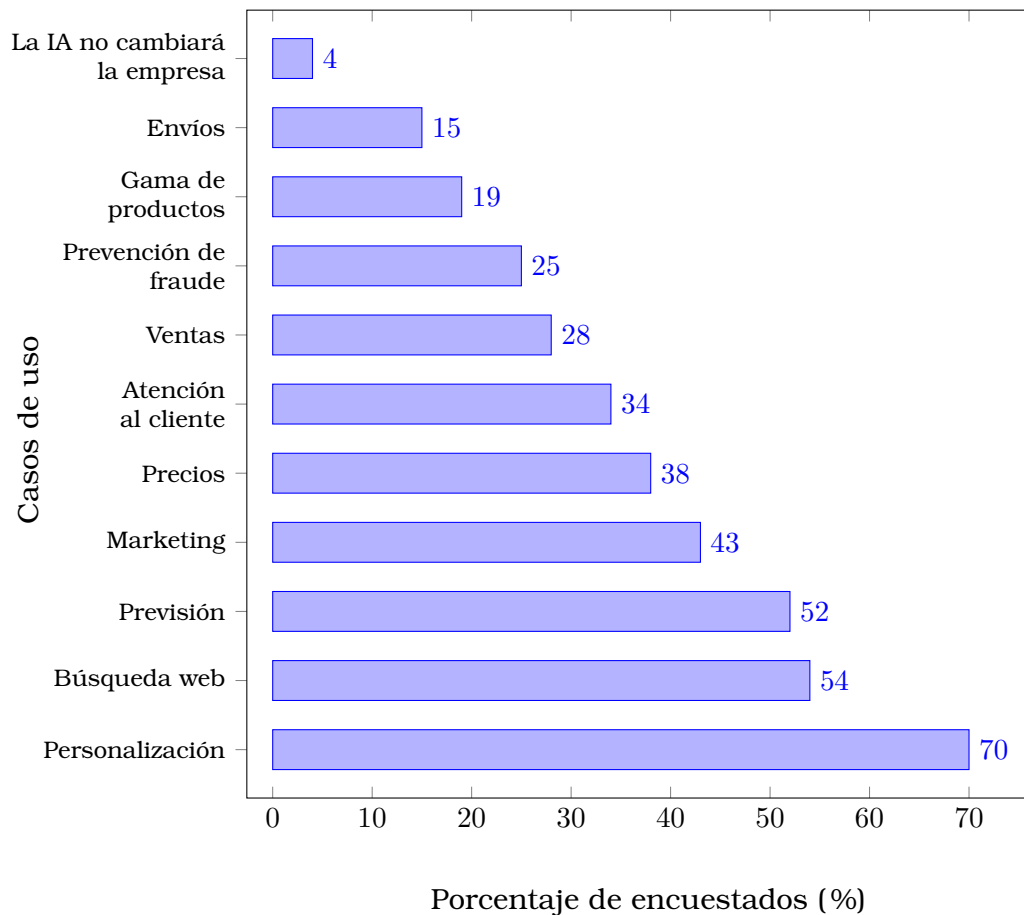


Figura 3.4: Áreas futuras en las que la IA ayudará a empresas de e-commerce según responsables de toma de decisiones. *Elaboración propia basada en Statista (Fuente: [52])*

un buen servicio al cliente en caso de que el usuario necesite cualquier tipo de ayuda.

En adición con lo que acabamos de comentar sobre cómo la IA ha transformado el comercio electrónico, podemos observar una gráfica presentada en la figura 3.4 que nos proporciona una visión más detallada de cómo se espera que la IA afecte al sector del comercio electrónico en el futuro. Esta gráfica está basada en las respuestas de 100 líderes en empresas de e-commerce, a quienes se les denomina “e-commerce decision makers”. Estas personas son responsables de tomar decisiones estratégicas y operativas en sus respectivas organizaciones, y su perspectiva proporciona un valioso indicador de las tendencias emergentes en la industria.

De la encuesta, se puede observar que la “Personalización” es vista por el 70% de los encuestados como el caso de uso más relevante de la IA en el e-commerce. Esto respalda nuestra afirmación anterior de que la IA y el aprendizaje automático permiten una mayor interacción personalizada con los clientes, mejorando

su experiencia de navegación y fortaleciendo las relaciones entre la marca y el consumidor.

En segunda posición, con un 54 %, encontramos la “Búsqueda web”, seguida muy de cerca por la “Previsión” con un 52 %. Estas dos áreas resaltan la utilidad de la IA en la mejora de los motores de búsqueda dentro de las tiendas online y en la anticipación de tendencias y demanda de los consumidores. Además, es interesante señalar que solo un 4 % de los encuestados creen que la IA no cambiará su empresa, lo que indica un fuerte reconocimiento de la influencia de la IA en el sector.

Después de analizar los casos de uso de la IA en el comercio electrónico según la percepción de los líderes de decisión en el sector, es evidente que estas aplicaciones no serían posibles sin tres áreas clave de la IA: Minería de Datos, Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP) y Aprendizaje Automático. A continuación, presentaremos cómo estas tres áreas de la IA se aplican en el dominio del comercio electrónico y sus diversas aplicaciones:

### **Sistemas de recomendación**

Los motores de recomendación mediante el uso de aprendizaje automático son capaces de analizar el comportamiento del cliente o usuario para realizar recomendaciones acordes con sus gustos y preferencias. Esto en un mundo con una cantidad creciente y masiva de datos es esencial para abordar el problema de sobrecarga de datos. Estos sistemas utilizan datos basados en patrones de búsqueda, compras anteriores, productos vistos y valoraciones, entre otros. A partir de estos datos emplean una serie de algoritmos que analizan y procesan los datos de manera efectiva para generar recomendaciones que se ajusten de la mejor manera al consumidor. Un ejemplo de ello es Amazon, que está continuamente recomendando productos mientras navegamos por su interfaz web. Otro ejemplo, es la solución Recommendations AI de Google que incluye nuevas funciones de inteligencia artificial que mejoran la organización y los paneles de recomendaciones de productos en su sitio web [29].

### **Asistentes y chatbots**

Son asistentes virtuales que ayudan a responder las consultas y preguntas de los usuarios. Mediante el Procesamiento del Lenguaje Natural son capaces de procesar el lenguaje humano en tiempo real, interactuar con los usuarios y entender sus preguntas o necesidades. Podemos decir que, al estar disponible en cualquier momento del día, crea procesos comerciales más eficientes. En relación con los sistemas de recomendación podemos decir que es un sistema del mismo estilo, pero con la capacidad de poder interactuar a través de un chat, creando una experiencia personalizada y a su vez ayudando a aumentar la experiencia del cliente. Por ejemplo, la unidad de negocio RJP dentro de eBay ha desarrollado un chatbot llamado “ShopBot” que ayuda a los compradores a encontrar productos relevantes y hacer compras en su sitio web [53].

#### **Búsqueda visual y por voz**

En algunas ocasiones resulta difícil buscar de manera textual lo que un usuario desea. Incluso puede ser incómodo preguntar a alguien por la calle cuando se quiere encontrar información sobre un producto. Con la búsqueda visual los usuarios pueden buscar imágenes de productos o buscar productos a partir de fotografías tomadas. Según una encuesta, el 85% de los encuestados le dan más importancia a la información visual que a la información de texto a la hora de comprar ropa o muebles en línea. Además, hay más de 600 millones de búsquedas visuales en Pinterest cada mes [54].

Por otro lado, la búsqueda por voz permite a los usuarios realizar búsquedas en la web utilizando su voz y lenguaje natural, lo que hace que la experiencia sea más fácil e intuitiva. A partir del reconocimiento de voz y procesamiento del lenguaje natural es capaz la IA de entender y responder las consultas de los usuarios realizando recomendaciones que se ajusten de la mejor manera posible a las preferencias de los consumidores. Un ejemplo de aplicación de búsqueda por voz es Alexa, de Amazon, a partir del cual los usuarios pueden hacer búsquedas por voz de productos en Amazon, agregar artículos al carro de la compra, hacer pedidos etc.

#### **Análisis de los sentimientos**

El estudio del comportamiento de los usuarios y la comprensión de sus sentimientos se han convertido en aspectos relevantes para las empresas con el aumento de usuarios en las plataformas en línea [55]. El análisis de sentimientos es una técnica que permite identificar a partir de texto las emociones de los usuarios plasmadas en una opinión mediante el procesamiento del lenguaje natural. Esto es fundamental en el comercio electrónico a la hora de realizar recomendaciones, ya que muchas recomendaciones se basan en la opinión que la multitud tiene acerca de un producto. Esta técnica permite clasificar las valoraciones y por tanto ayudar a comprender a las empresas lo que sienten los consumidores de sus productos o servicios, y cambiar los productos o servicios al determinar qué aspectos son más importantes para los clientes.

### **3.5. Sector logístico y del transporte**

La IA está revolucionando el sector logístico y del transporte, permitiendo solucionar muchos de los problemas que enfrentan estas industrias. Como comentábamos en el punto anterior, el comercio electrónico se ha disparado con la pandemia y unido a ello están estas dos industrias, que con este crecimiento acelerado que estamos experimentando y con el crecimiento global recuperándose rápidamente, es momento para que estas industrias avancen hacia transformaciones digitales más inteligentes. Según McKinsey esta industria deber ser completamente digital en un futuro [56]. A diferencia de lo hablado en el punto 3.1, nos centraremos en todo lo que engloba la cadena de suministro sin incluir

### **Capítulo 3. La revolución de la IA en las industrias**

---

la etapa de producción, es decir, la red que mueve el producto a través de los proveedores, almacenes, transporte, centros de distribución y minoristas hasta que llega al consumidor final. Además, incluiremos algún aspecto relevante de la IA en cuento al transporte de personas.

Las empresas están invirtiendo en iniciativas digitales para aumentar la visibilidad, reducir los costos, automatizar procesos y obtener ideas analíticas [57]. Todo esto debido a la gran cantidad de problemas a los que se enfrenta la industria como la planificación deficiente de la demanda, infraestructura débil, demasiados procesos manuales, falta de transparencia en toda la cadena de suministro etc. Sin embargo, la IA llega para dar solución a estos problemas, posibilitando la identificación de los problemas de interrupción en la cadena de suministro, la automatización de tareas administrativas y el análisis del tráfico y del clima para ahorrar combustible, tiempo y dinero, entre otros.

Como un punto de partida hacia la exploración del impacto de la IA en el sector logístico y de transporte, presentamos los resultados de una encuesta realizada por Gartner en la figura. Esta encuesta fue aplicada a unas 400 personas, todas ellas involucradas en el ámbito de la cadena de suministro, y su objetivo era recoger sus percepciones sobre el uso actual y futuro de la IA en este sector.

La figura 3.5 muestra la distribución de respuestas de los encuestados en relación a la implementación de la IA en diversas áreas de la cadena de suministro. Los resultados revelan que la planificación, el transporte y el almacenamiento son áreas donde se espera ver un aumento significativo en la automatización de la toma de decisiones en los próximos tres años. Esto respalda la afirmación de McKinsey de que esta industria deberá ser completamente digital en un futuro [56]. Sin embargo, este pronóstico de aumento está presente en todos los aspectos de la cadena de suministro.

A continuación, se presentan algunas las aplicaciones que las empresas están adoptando en su cadena de suministro así como un enfoque más centrado en el transporte de personas al final de este capítulo:

#### **Optimización de rutas**

La utilización de la IA en la optimización de rutas es sinónimo de garantizar rutas de reparto de manera exitosa y con un costo mínimo, según Red Wood Logistics. La utilización de software de inteligencia artificial en logística permite recolectar y aprender de los datos para analizar constantemente las mejores rutas disponibles para los conductores, lo que conduce a una organización más eficiente de las rutas de reparto.

Del mismo modo, los centros de distribución pueden proporcionar información sobre su capacidad y los tiempos de carga y descarga, lo que ayuda a determinar la mejor manera de organizar las rutas de reparto y el tiempo necesario para entregar los productos. Los sistemas de planificación de rutas también pueden

### 3.5. Sector logístico y del transporte

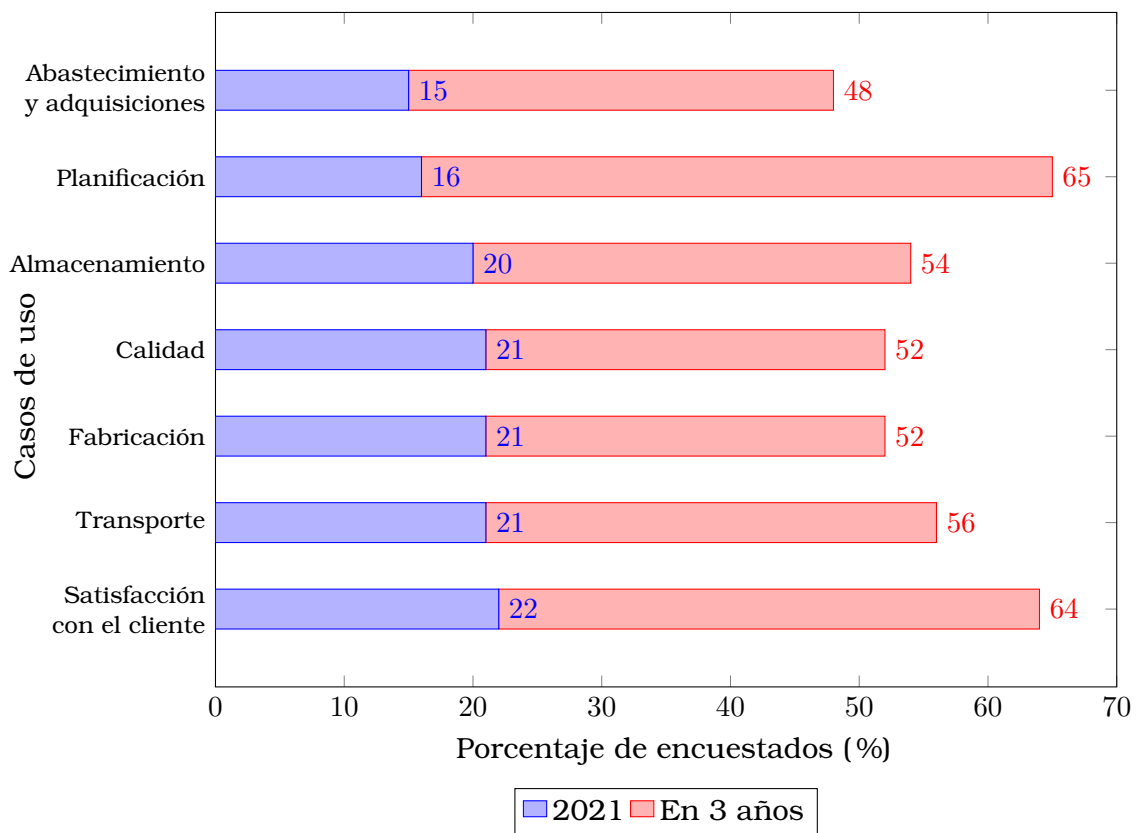


Figura 3.5: Aumento del nivel de toma de decisiones automatizadas en 3 años (Encuesta de 2021). *Elaboración propia basada en Gartner (Fuente: [58])*

utilizar datos de tráfico históricos para predecir el momento en que los conductores deben salir a la carretera y analizar las coordenadas geográficas para determinar la ubicación exacta del vehículo en la ruta. Además, estos sistemas pueden recomendar lugares para descansar, estacionar, comer, entre otros criterios establecidos por el conductor. Todo esto ayuda a optimizar las rutas y mejorar la seguridad de los conductores. [59]

### **Mantenimiento predictivo**

Mediante el uso de algoritmos de aprendizaje automático la IA es capaz de hacer predicciones y recomendaciones, mediante el uso de datos actuales e históricos, sobre el estado de los vehículos, posibilitando el aumento de la vida útil de los mismos y reduciendo el tiempo de inactividad. Por ejemplo, La empresa tecnológica Uptake utiliza una combinación de Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático para analizar datos provenientes de dispositivos IoT, GPS y registros de vehículos, con el objetivo de predecir fallos mecánicos en vehículos como camiones, aviones y vagones de ferrocarril.

### **Almacenes automatizados**

La implantación de sistemas de automatización en almacenes utiliza la inteligencia artificial para coordinar los procesos robóticos de almacenamiento, transporte interno y control de mercancías, sin requerir intervención humana. Estas soluciones automatizadas son controladas por un avanzado software de gestión de almacenes (WMS). [60] Gracias a la IA, los almacenes pueden ser inteligentes y emplear soluciones digitales y automatizadas para optimizar la productividad en diversas operaciones logísticas, como la recepción de mercancías, la ubicación de productos y la preparación de pedidos.

Por ejemplo, los sistemas de almacenamiento robotizado pueden utilizar IA para analizar y aprender de los patrones de demanda de los productos, lo que les permite optimizar la colocación de estos en los estantes y reducir los tiempos de acceso y preparación de los pedidos. Además, los sistemas de transporte interno pueden utilizar la IA para optimizar la programación y el enrutamiento de los vehículos autónomos, lo que permite una distribución de carga más eficiente.

### **Transporte de personas**

En este aspecto, podemos mencionar el papel de la IA en los automóviles sin conductor, sin embargo, representa un campo que aún sigue desarrollándose pero opta a convertirse en el futuro del transporte. Aun así, muchas empresas están optando por incorporar conducción autónoma en los vehículos a través de técnicas de aprendizaje automático, como es el caso del Audi AI:ME [?].

Asimismo, una aplicación de la IA interesante en el transporte de personas es la gestión de flotas de taxis y vehículos de transporte privado. Empresas como Uber y Cabify utilizan algoritmos de IA para asignar viajes a conductores en

### **3.5. Sector logístico y del transporte**

---

función de la ubicación, el tiempo de espera y la demanda de pasajeros en tiempo real. Estos sistemas también pueden analizar datos históricos para predecir la demanda futura y ajustar la cantidad de conductores en una determinada área para maximizar la eficiencia y reducir los tiempos de espera para los pasajeros. Además, la IA también puede utilizarse para mejorar la seguridad del conductor y del pasajero, como la detección de fatiga del conductor o la identificación de situaciones de riesgo en la carretera.





## Capítulo 4

# Desafíos y Estrategias en la Adopción de la IA

Como hemos comentado a lo largo del trabajo en la era actual que vivimos de la transformación digital, la Inteligencia Artificial se ha convertido en una herramienta indispensable para el desarrollo y crecimiento empresarial. Sin embargo, su adopción no está exenta de desafíos. En los siguientes puntos de este capítulo se abordarán los desafíos, riesgos, oportunidades y estrategias en la adopción de la IA en las empresas de manera primaria, para finalizar con una exploración de las tendencias futura de la IA en el contexto empresarial.

### 4.1. Desafíos y Limitaciones de la IA en las Empresas

#### 4.1.1. Dificultades técnicas y tecnológicas

Las dificultades técnicas y tecnológicas representan obstáculos significativos en el camino hacia la completa integración de la IA en los negocios. El crecimiento del mercado de la IA dependerá en gran medida de la capacidad de las empresas y sectores para superar estos desafíos técnicos. Aunque la factibilidad técnica y los avances tecnológicos son relativamente altos en algunos sectores, las soluciones de ingeniería para casos de uso específicos siguen siendo un desafío importante.

Según un artículo de discusión de McKinsey [61], una vez que las empresas cuenten con capacidades para producir insights a través de la IA, es esencial y necesario que estos se integren en sus operaciones para aprovechar los beneficios prometidos en el caso de negocio. Esto implica, por lo general, un rediseño de procesos para incorporar las percepciones de la IA en el flujo de trabajo. Por otro lado, en algunos casos, esto implicará la automatización y se requerirá que los insights correctos lleguen a las manos adecuadas dentro de la organización. Además, optimizar la interacción entre humanos y máquinas es fundamental en este proceso, requiriendo una consideración cuidadosa de qué tareas se auto-

matizan y cómo se gestiona la colaboración entre humanos y máquinas.

### **Adquisición y preparación de datos**

En segundo lugar, se presenta un gran problema en la adquisición y preparación de los datos. Algunos sectores, como los servicios financieros y las telecomunicaciones, disponen de grandes volúmenes de datos estructurados, pero otros, como la construcción y los viajes, se quedan atrás y no disponen de tantos ni buenos datos. Por lo tanto, se requiere tanto de datos como de talento especializado para desarrollar soluciones efectivas de IA para cada industria. Este último punto sobre el talento o falta de profesionales lo abordaremos en el siguiente punto más adelante (ver 4.1.2).

Sabemos que los datos son importantes, y actualmente pueden ofrecer una gran ventaja competitiva en los negocios, además son el combustible de la IA. Sin embargo, no garantizan un éxito de negocio por sí mismos. Factores como la utilidad y relevancia de los datos, la velocidad de depreciación de los datos, la calidad y cantidad de estos y otros como la propiedad exclusiva de los datos, son elementos esenciales para aprovechar realmente el potencial de los datos en el mundo de los negocios [62]. La alimentación con datos erróneos a algoritmos de IA no funcionaría, además los modelos de aprendizaje automático dependen de datos precisos y de alta calidad para realizar predicciones precisas, por lo tanto las empresas deben asegurarse de que sus datos estén limpios, completos, actualizados y libres de sesgos, lo cual es una tarea que requiere tiempo y recursos significativos. Además, con la inmensa cantidad de datos que tenemos cada día es esencial disponer de la información lo más actualizada posible para poder generar esta ventaja competitiva de la que hablábamos.

### **Seguridad y privacidad de los datos**

En relación a los datos, encontramos una barrera técnica de gran importancia: la seguridad y privacidad de los datos. Los riesgos asociados con las brechas de seguridad de los datos, el robo de datos y el uso indebido de los datos son preocupaciones significativas en todas las industrias. Es necesario que las empresas establezcan protocolos de seguridad sólidos y eficaces para proteger los datos sensibles y cumplir con las regulaciones de privacidad y protección de datos. Con todo esto lo que se quiere decir es que es importante tener en cuenta que, por ejemplo, al recolectar grandes cantidades de datos es necesario que estos modelos de IA no sobrepasen barreras que puedan incluir datos personales sensibles, engañar a modelos de IA para que tomen decisiones incorrectas o simplemente superar barreras de privacidad y conseguir que modelos de aprendizaje automático revelen datos con los que fueron entrenados.

Además, en relación con la preocupación con la seguridad y privacidad de los datos podemos añadir que ya mencionamos aspectos relativos a la seguridad y privacidad de los datos en el sector médico y en el de los servicios financieros y en general en la preocupación por las personas en mantener sus datos personales

#### 4.1. Desafíos y Limitaciones de la IA en las Empresas

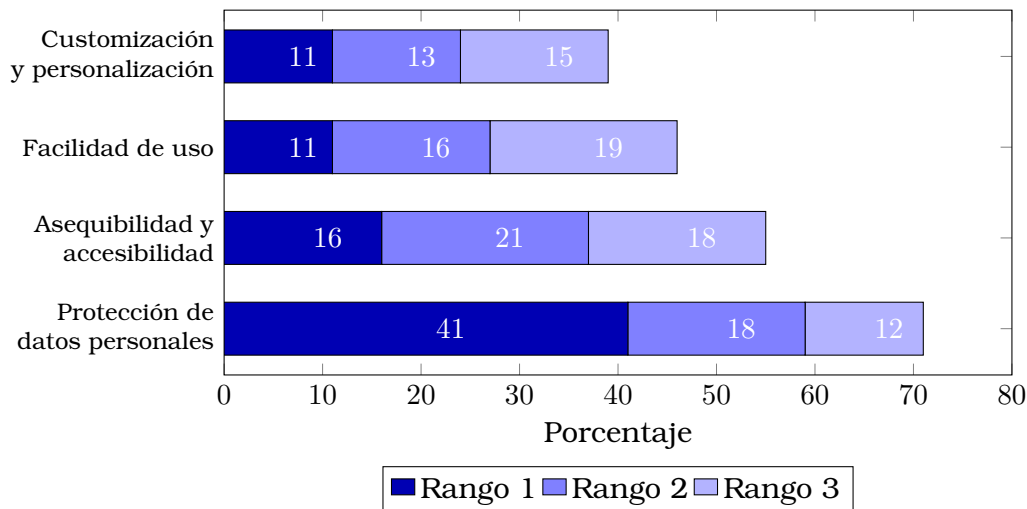


Figura 4.1: Las mayores preocupaciones de los consumidores con la Inteligencia Artificial. *Elaboración propia basada en The Integer Group (Fuente: [63])*

a salvo, sea en el ámbito que sea. Por lo tanto, añadir que la IA desempeña un papel fundamental en la detección y prevención de brechas de seguridad y estas soluciones de pueden analizar patrones de comportamiento en tiempo real y generar alertas cuando detectan actividad sospechosa o anómala. Con esto nos referimos a técnicas de malware en general.

En resumen, la privacidad y seguridad de los datos resulta esencial y un desafío importante de la Inteligencia Artificial en todas las empresas por lograr el objetivo común de conseguir proteger sus datos, los datos de sus clientes y que todo ello no deje brechas por su paso. En la figura 4.1 se ha querido ilustrar con un gráfico reducido las principales preocupaciones de una serie de encuestados acerca de la IA , alrededor de 3500 de nacionalidad estadounidense, un estudio realizado por “The Integer Group”. Cada uno de los rangos que podemos observar en la figura hacen referencia a las puntuaciones en orden que dieron los encuestados, es decir, el Rango 1 corresponde al porcentaje de respuestas que los encuestados marcaron como su primera y principal preocupación.

Este estudio revela que la protección de la información personal es la principal preocupación de los consumidores en relación con la IA. Esto refleja la creciente conciencia de los riesgos que implica el acceso y uso indebido de los datos por parte de las empresas y los sistemas de IA. Como comentábamos anteriormente la recopilación masiva de datos personales necesarios para entrenar y mejorar los algoritmos de IA plantea preocupaciones en términos de privacidad.

#### Infraestructura tecnológica

Otro gran desafío a la hora de implementar IA en empresas es el alto costo operativo que está estrechamente relacionado con el coste de la infraestructura tecnológica. Esn este sentido, construir y mantener sistemas de IA puede ser

## Capítulo 4. Desafíos y Estrategias en la Adopción de la IA

---

costoso debido a la necesidad de “entrenar” estas tecnologías en conjuntos de datos extensos.

Tras establecer la necesidad de entrenar a las IA con grandes conjuntos de datos, debemos añadir que para que estos sistemas proporcionen los resultados esperados, requieren procesar cantidades masivas de información rápidamente. Sin embargo, muchas empresas trabajan con infraestructuras obsoletas que no están a la altura de la demanda de la IA. En consecuencia, las empresas que aspiren a implementar IA deben estar preparadas para invertir en tecnología avanzada [64].

A este desafío se suma el consumo intensivo de recursos para el funcionamiento diario de los sistemas de IA, que a menudo necesitan GPUs de alto rendimiento. Se ha estimado que una operación impulsada por IA puede requerir hasta diez veces más recursos que una operación tradicional, lo que amplifica aún más el coste operativo.

Por otro lado, aunque las pequeñas empresas o startups a menudo tienen una buena financiación inicial y acceso a recursos de cálculo de los proveedores, tanto el entrenamiento intensivo como la operación de los modelos de IA tienen un impacto significativo en los costes. Además, las startups suelen ser nativas de la nube y operan más en base a gastos operativos que a gastos de capital. Esto significa que en lugar de realizar inversiones iniciales grandes en hardware y software, prefieren incurrir en costos recurrentes mensuales por servicios como el alojamiento en la nube lo que les permitiría aprovechar la infraestructura de alto rendimiento sin enfrentarse a grandes gastos iniciales [65]. Este último aspecto podríamos decir que es un camino estratégico dentro del desafío o limitación que generan los costos de infraestructura y operacionales. Un desafío encaminado a controlar los costos y maximizar el retorno de inversión.

### 4.1.2. Falta de habilidades y formación necesarias

Uno de los principales obstáculos para la implementación de la IA en las empresas es la escasez de talento especializado en IA. Dada la novedad del concepto de IA en muchos campos, encontrar personas con el conocimiento y las habilidades necesarias es un desafío considerable. Además, muchas empresas evitan experimentar con IA debido a la falta de conocimientos internos. Por otro lado, aunque la opción de buscar un proveedor externo que pueda ayudar en la transición hacia la IA es viable, las empresas proactivas ven más beneficios a largo plazo en invertir en el conocimiento interno. Esto puede implicar formar a los empleados en el desarrollo e implementación de la IA, contratar talento especializado en IA o incluso adquirir licencias de otras empresas de tecnología para desarrollar prototipos de aprendizaje internamente [64].

Otro problema importante es la falta de comprensión de la IA entre los empleados no técnicos. Es decir, para implementar la IA, la dirección de la empresa necesita un entendimiento profundo de las tecnologías actuales de la IA, sus

#### **4.1. Desafíos y Limitaciones de la IA en las Empresas**

---

posibilidades, sus limitaciones etc. Desafortunadamente, son muchos los mitos y conceptos erróneos sobre la IA los que pueden obstaculizar su adopción. Por lo tanto, para resolver este problema, es fundamental empezar con la educación. No es necesario convertirse en un científico de datos, pero sí es útil familiarizarse con las posibilidades actuales de la IA en la industria correspondiente.

También el número de especialistas en IA con conocimientos técnicos y de negocios es muy limitado. Los altos ejecutivos a menudo carecen del conocimiento técnico necesario para la adopción de la IA, mientras que muchos científicos de datos no están interesados en cómo se aplicarán sus modelos en la vida real. Las empresas fuera del grupo de grandes tecnológicas, como Apple o Facebook, luchan por atraer a los mejores talentos, pero pueden encontrar muy difícil adoptar la IA debido a su presupuesto limitado. Sin embargo, la externalización de un equipo de datos es una opción cada vez más buena para este tipo de empresas [66].

##### **4.1.3. Retos regulatorios y de cumplimiento**

###### **Perspectiva europea**

Dentro del ámbito regulatorio, uno de los principales retos se encuentra en relación con el cumplimiento del Reglamento General de Protección de Datos (GDPR, por sus siglas en inglés). Este reglamento europeo es el relativo a la protección de datos personales y sus libre circulación dentro del Espacio Económico Europeo.

Antes de la implementación del GDPR, grandes tecnológicos como Google o Facebook recolectaban enormes cantidades de datos a diario. Este hábito era ideal para los sistemas de IA, que se alimentan constantemente de información actualizada. Sin embargo, con la entrada en vigor del GDPR, los datos ya no son simples conjuntos de piezas que antes parecían inútiles, sino que se han convertido en un bien valioso que debe ser manejado y tratado con cuidado. En relación a esto, Google y Facebook tuvieron que modificar sus métodos de recolección de datos, lo cual implicó un trabajo de desarrollo para adaptar la manera en que se recolecta la información [67].

A parte de la recolección de datos existe otra implicación bajo la cual se permite al usuario demandar una explicación sobre cómo se procesan sus datos. Por ejemplo, un usuario podría preguntarle a Netflix por qué se le recomendó determinada película o serie. Por lo tanto, este desafío se presenta porque la IA, tal como está diseñada hoy en día, a menudo funciona como una “caja negra”, lo que significa que incluso sus creadores pueden tener dificultades para explicar cómo llegó a una decisión o recomendación particular. Esto pone a las empresas en una situación difícil, ya que deben ser capaces de explicar sus decisiones y algoritmos de IA en términos claros y comprensibles para los usuarios.

En el sentido regulatorio, la Unión Europea ha estado particularmente activa en el campo de la IA, emitiendo documentos regulatorios clave, como el Libro Blan-

## Capítulo 4. Desafíos y Estrategias en la Adopción de la IA

---

co sobre Inteligencia Artificial (2020) y la propuesta para una Ley de Inteligencia Artificial (2021). Esta última se enfoca en regular los usos prohibidos de la IA y especialmente aquellos considerados de alto riesgo, imponiendo estrictos requisitos en áreas como uso y calidad de los datos, su gobernanza y transparencia, necesidad de supervisión humana, y ciberseguridad [17].

Por otro lado, la realidad de la inteligencia artificial en la vida cotidiana de las personas ha dado lugar a debates públicos acerca de la necesidad de regular esta tecnología. La preocupación se enfoca en establecer límites para prevenir el desarrollo incontrolado de la inteligencia artificial general, es decir, un sistema de IA con capacidades intelectuales comparables o superiores a las humanas. A su vez, hay un creciente reconocimiento de la necesidad de establecer valores éticos en los sistemas de IA, para que reflejen y respeten los valores de la sociedad. La necesidad de regulación se vuelve aún más importante si consideramos el volumen de negocios que genera la inteligencia artificial. Según McKinsey, la aceleración de la digitalización podría generar un volumen de negocios adicional de dos billones de euros en Europa en la próxima década. Esta cifra deja ver claramente la creciente importancia económica de la IA, reforzando la urgencia de una regulación adecuada. Así, la magnitud de estos desafíos refleja la necesidad de un enfoque legal uniforme y sistemático que pueda proporcionar soluciones internacionales, dado que los métodos tradicionales de regulación no son plenamente aplicables a esta nueva era de tecnología avanzada [17].

En resumen, el impacto de la IA en las empresas no solo ha traído consigo ventajas competitivas y eficiencias operacionales, sino que también ha presentado desafíos significativos en términos de cumplimiento normativo y transparencia en el procesamiento de datos. Estos son obstáculos que las empresas deben superar para poder aprovechar plenamente el potencial de la IA.

### Perspectiva general

Este apartado dentro de las regulaciones quiero hacer referencia a 3 retos que plantea Sam Altam, director ejecutivo de la empresa OpenAI, sobre la supervisión de la IA [68]:

1. **Velocidad:** El primer reto en la supervisión de la IA es manejar su rápida evolución. La “carrera” de IA, impulsada por gigantes tecnológicos como Google y Microsoft, plantea el desafío de cómo proteger el interés público en una competencia que avanza a un ritmo bastante rápido y sin una supervisión adecuada. Las regulaciones existentes, basadas en supuestos de la era industrial, no son lo suficientemente ágiles para lidiar con el ritmo del desarrollo de la IA. Se necesita un enfoque de regulación más ágil, transparente y colaborativo, capaz de mantener el ritmo con la velocidad de cambio de la tecnología.
2. **¿Qué regular?:** Este desafío se centra en lo que se debe regular en la inteligencia artificial y se divide en tres áreas de análisis.

#### 4.1. Desafíos y Limitaciones de la IA en las Empresas

---

- Lidar con los abusos tradicionales: La IA puede amplificar actividades ilegales, como fraudes y discriminación, aumentando su productividad y sofisticación. Por ejemplo, la administración de Biden se concentra en aplicar las leyes existentes para abordar estos abusos potenciados por la IA.
- Lidar con los abusos digitales en curso: La IA puede amplificar abusos digitales, como violaciones de privacidad, mercados no competitivos y difusión de odio.
- Lidar con la IA misma: La IA tiene beneficios y riesgos desconocidos. Las empresas deben ejercer su Deber de cuidado y ser transparentes para evitar daños. La seguridad y la responsabilidad son fundamentales.

### 3. ¿Quién regula y cómo?:

- Ventaja del Primer Regulador: Así como una empresa puede obtener una ventaja al ser la primera en introducir una nueva tecnología en el mercado, un gobierno puede establecer el estándar para la regulación si es el primero en actuar. La UE ha demostrado esto con el GDPR como comentamos en el punto anterior.
- ¿Quién Regula?: Los líderes de las empresas tecnológicas, incluyendo a Sam Altman, han respaldado la idea de una agencia federal dedicada a la supervisión de la IA. Los legisladores de EE. UU. están considerando la creación de una agencia para supervisar la tecnología digital, incluyendo la IA.
- Cómo Regular: Se ha propuesto un sistema de licencias para regular la IA. Aunque las licencias han sido una herramienta efectiva de regulación en otros campos, pueden crear barreras de entrada y reforzar la posición de las empresas ya dominantes en el campo de la IA. Por lo tanto, se necesitan soluciones adicionales para una regulación efectiva y equitativa.

Para finalizar este apartado global referente a los desafíos y limitaciones de la IA en las empresas se ha querido presentar, a modo resumen de los diferentes apartados de este capítulo, los resultados finales de varias encuestas realizadas por O'Reilly con respecto a las dificultades para implementar la IA en las empresas.

El obstáculo más grande, como podemos observar en la figura 4.2, según un 23 % de los encuestados, es que las empresas no reconocen las necesidades de IA, indicando una falta de comprensión de sus beneficios. En segundo lugar, el 19 % presenta problemas con la falta o calidad de los datos, crucial para entrenar modelos de IA, como comentamos en el apartado 4.1.1. Por otro lado, un

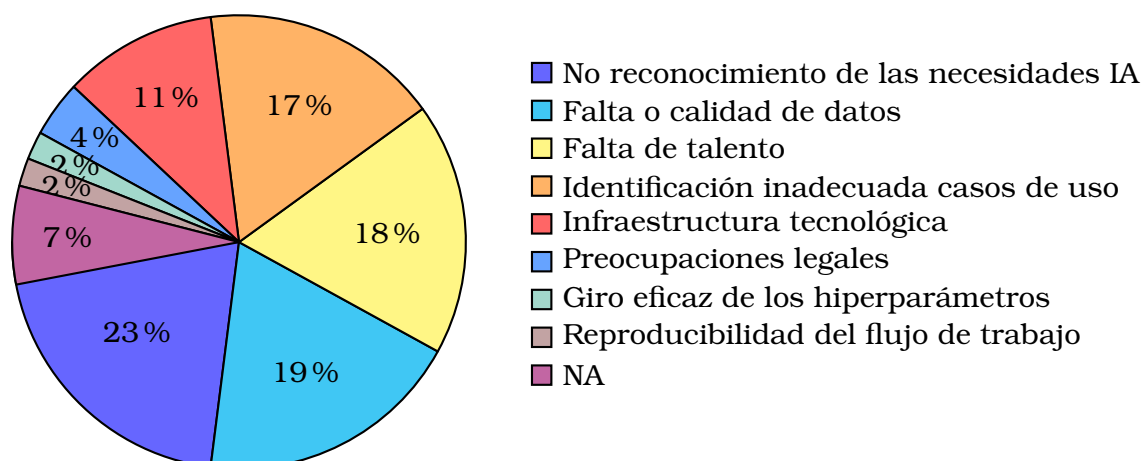


Figura 4.2: ¿Cuál es el principal cuello de botella que frena la adopción de la IA?. *Elaboración propia basada en O'Reilly (Fuente: [66])*

18% se ve limitado por la escasez de talento especializado en IA. Como vimos en el apartado 4.1.2 este es un obstáculo importante, ya que la IA es un campo altamente técnico y especializado, y es por eso que se sitúa en los principales desafío a la hora de implementar esta tecnología. Finalmente, el 17% de las empresas informa que tiene dificultades para identificar los casos de uso apropiados para la IA. Es decir, la identificación de casos de uso adecuados para la IA es un paso crítico en su implementación exitosa. Las empresas deben ser capaces de identificar dónde y cómo la IA puede agregar valor real a sus operaciones. Por lo tanto, este obstáculo también podemos definirlo como una estrategia que junto con otras veremos a continuación en la siguiente sección.

## 4.2. Estrategias para la Adopción de la IA en las Empresas

### 4.2.1. Investigación y Desarrollo interno

La investigación y desarrollo (I+D) juega un papel importante en la adopción de nuevas tecnologías como la IA. En este sentido, las empresas pueden optar por desarrollar I+D internamente, por ejemplo, colaborando con institutos de investigación o universidades, o externalizar su I+D. Sin embargo, la elección de la estrategia de I+D puede reflejar la naturaleza de la estrategia empresarial de la firma y afectar directamente su rendimiento.

El I+D interno puede resultar especialmente beneficioso al permitir a la empresa construir su propio conocimiento y acumular conocimientos y propiedad intelectual. Esto puede incrementar su capacidad para absorber tecnologías o conocimientos externos, un factor crítico para la adopción de IA. Sin embargo, dado que la IA aún está en una etapa temprana de desarrollo, puede que las empresas no tengan todavía los recursos y capacidades internas necesarios para



## **4.2. Estrategias para la Adopción de la IA en las Empresas**

---

generar complementariedad con la externalización del conocimiento de IA.

Al implementar IA, las empresas suelen preferir contratar expertos en IA para realizar la I+D internamente debido a los desafíos y problemas regulatorios que enfrentan comentados anteriormente. En relación con esto grandes empresas como Amazon o Google, invierten gran parte de su presupuesto de IA en I+D interno y en la contratación de talentos en IA [69]. Por lo tanto podemos decir que una estrategia de I+D interna puede ser mucho más beneficiosa que una externalización de esto.

### **4.2.2. Casos de Uso**

Los casos de uso representan escenarios prácticos y situaciones específicas en las que una empresa puede implementar la IA para mejorar sus operaciones, productos o servicios. Al centrarnos en los casos de uso, podemos tener una visión clara de cómo la IA puede agregar valor real a una empresa.

Podemos empezar esta sección con una frase de Cassie Kozyrkov, científica jefa de decisiones en Google: "No pierdas tiempo con la IA por el simple hecho de ser IA. Deja que te motive lo que puede hacer por ti, no lo futurista que suene". Esta perspectiva se refiere a la importancia de tener un enfoque práctico en la adopción de la IA, impulsado por las necesidades y objetivos concretos del negocio, en lugar de dejarse llevar por las novedades de esta tecnología.

Como comentábamos, el tema de los casos de uso es de gran importancia, muchas empresas subestiman el reto de definir y priorizar los casos de uso de la IA, suponiendo que el proceso no será muy diferente de las experiencias previas con otros programas digitales. Sin embargo, esta suposición suele resultar en prototipos fallidos. Para evitar estas dificultades, es necesaria una preparación adecuada y una comprensión clara de los desafíos específicos de los casos de uso de la IA, a través de la experiencia y conocimiento profundo del tema. Por lo tanto, esto se transforma en oportunidad una vez se supere el desafío de tener talento y habilidades en esta tecnología dentro de la empresa.

En este sentido, la definición y priorización de casos de uso específicos de IA es un proceso que debe estar en concordancia con la visión de IA de la empresa y que debe tener en cuenta el valor y la complejidad de cada caso. Esto incluye un proceso general de definición y priorización de casos de uso de IA, que incluye la preparación, la identificación de casos de uso alineados con la visión de IA, la evaluación de los casos de uso por valor y complejidad, la agrupación y priorización de casos de uso, y la ejecución de estos casos de uso [70]. Todos estos pasos se muestran de manera visual en la figura 4.3.

En resumen, este proceso permite a las empresas alinear la IA con sus objetivos, identificar las oportunidades de mayor valor, y realizar implementaciones exitosas. Se trata de un ciclo continuo que se adapta al crecimiento y cambio de la empresa, maximizando así el retorno de inversión de la adopción de IA.

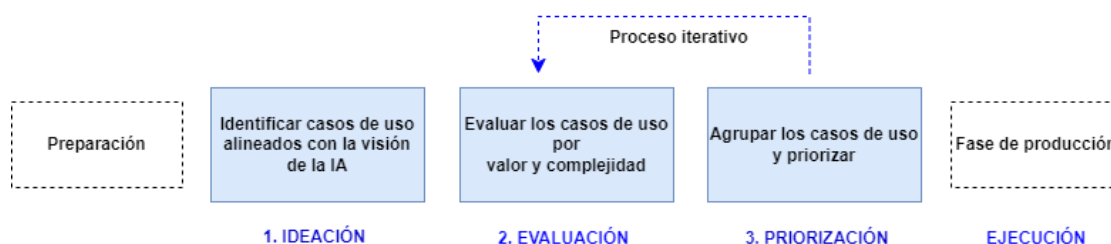


Figura 4.3: El proceso general de definición y priorización de los casos de uso de la IA. *Elaboración propia basada en: UnternehmerTUM. (Fuente: [70])*

### 4.2.3. Alianzas estratégicas

Las alianzas estratégicas son fundamentales para adoptar y avanzar en IA, gracias a la cooperación internacional y regional. Estas alianzas permiten beneficios mutuos, como la transferencia de conocimientos y la resolución de problemas regionales y globales en campos como el empleo, la movilidad y la salud mediante el uso conjunto de IA, entre otros muchos.

Luxemburgo, por ejemplo, apoya activamente redes de centros de investigación de IA de alta calidad y participa en iniciativas clave a nivel comunitario y transfronterizo, como la observación de la Tierra impulsada por IA (proyecto Copernicus). También aprende de las mejores prácticas de países con proyectos avanzados de IA y promueve la adopción de estándares internacionales en el campo de los datos abiertos [71].

En este aspecto, la adopción de IA, también exige alianzas estratégicas para asegurar acceso a datos de calidad, elemento, como hemos mencionado en numerosas ocasiones, fundamental para el funcionamiento y alimentación de estas tecnologías. Estas asociaciones permiten una mayor expansión de la IA en diversos sectores y además un buen socio y a la vez eficaz amplía la implementación de IA y aporta el conocimiento necesario para su correcta aplicación.

Como mencionamos en el punto anterior sobre los “casos de uso”, sin un buen proceso de definición de los mismos es posible que numerosos proyectos de IA acaben en fallidos, por lo que es crucial mantener control y visión clara para evitar ineficacia y daño que suponga perjudicar la reputación de la empresa. Por lo tanto, elegir correctamente a los socios, preparándolos y equipándolos con los recursos y conocimientos necesarios, puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso [72].

En resumen, la estrategia de alianzas debe estar alineada con la importancia de los datos y los objetivos de crecimiento a largo plazo. Además, los socios que aporten valor y se ajusten a los objetivos de la empresa, permitirán una escalabilidad exitosa de la IA a nivel internacional y regional.

## 4.2. Estrategias para la Adopción de la IA en las Empresas

### 4.2.4. Inversión en tecnología y formación

La inversión en tecnología de Inteligencia Artificial y formación es una estrategia fundamental para cualquier empresa que quiera mantenerse competitiva en el mercado actual. Estas inversiones puede dar lugar a una serie de beneficios significativos, como mejoras en la eficiencia operacional, la creación de nuevos productos y servicios, y la posibilidad de descubrir nuevas oportunidades de negocio.

En relación, con las inversiones en esta tecnología en la tabla 4.2 se ha querido reflejar las últimas inversiones en IA por las grandes tecnológicos actuales, y lo que podemos observar es que han invertido cantidades importantes.

Empresa	Inversión en IA (en miles de millones)	Uso de la IA
Google	30.7	Mejora de motor de búsqueda y Google Assistant
Facebook	22.1	Mejora de la experiencia del usuario
Amazon	10	Mejora de servicios de entrega y Alexa
Microsoft	10	Mejora de productos y servicios, reconocimiento de voz y NLP
IBM	200	Mejora de servicios de análisis de datos y desarrollo de Watson
Baidu	0.2	Mejora de motor de búsqueda y servicios de mapas
Intel	2	Desarrollo de tecnologías de IA para eficiencia energética y seguridad
Alibaba	17	Mejora de la plataforma de e-commerce y desarrollo de AliMe
Tencent	70	Mejora de servicios de mensajería y juegos en línea
SAP	2	Mejora de servicios de análisis de datos y desarrollo de Leonardo

Cuadro 4.1: Inversiones y usos de la IA por las empresas principales

Cuadro 4.2: Inversiones y usos de la IA por las empresas principales. *Elaboración propia basada en: (Fuente: [73])*

Por ejemplo, Google lidera la lista con una inversión de 30.7 mil millones de dólares en IA, utilizándola para mejorar su motor de búsqueda y Google Assistant. Esto demuestra la importancia de la IA en el desarrollo de servicios personalizados y experiencias de usuario mejoradas. Por otro lado, Facebook y Amazon, han invertido 22.1 mil millones y 10 mil millones respectivamente, aplicando IA para mejorar la experiencia del usuario y optimizar sus servicios de entrega y el asistente de voz Alexa. También, es importante señalar que las inversiones en IA no solo se limitan a las compañías basadas en los EE. UU. Empresas chinas

como Baidu, Alibaba y Tencent también han invertido cantidades significativas en IA para mejorar sus respectivos servicios y productos.

Se puede suponer que estas inversiones masivas en IA vienen acompañadas de una inversión considerable en formación. Ya que de no ser así no podrían mejorar de manera eficiente los aspectos que se mencionan en la tabla acerca de cada empresa. Como hemos mencionado varias veces en este documento, es esencial que las empresas inviertan en formación para asegurarse de que sus empleados tienen las habilidades necesarias para implementar y aprovechar al máximo esta tecnología.

### 4.3. Futuro de la IA en el Contexto Empresarial

#### 4.3.1. Previsión de tendencias tecnológicas

Las previsiones de tendencias tecnológicas juegan un papel muy importante en la identificación de oportunidades y retos futuros en el ámbito empresarial. Estas predicciones se basan en un análisis de datos y tendencias actuales, y se utilizan para anticipar cómo las tecnologías emergentes, pueden evolucionar y afectar a las empresas y la sociedad en general.

En el contexto de la IA, una técnica importante que se utiliza para la previsión de tendencias es el Modelado de Temas Estructurados (STM). Esta técnica permite descubrir temas clave o no obvios en grandes volúmenes de texto. A partir de la utilización de esta técnica, en una investigación sobre la IA publicada en 2023 en TFSC (Technological Forecasting & Social Change), que es una revista académica revisada que publica investigaciones sobre la planificación y el desarrollo de tecnología, y el impacto de la tecnología en la sociedad, se identificaron ocho temas clave latentes del corpus de la investigación [74]. Estos ocho temas latentes resultantes de la investigación con sus respectivas proporciones podemos verlos en el diagrama circular representado en la figura 4.4.

Podemos observar que el uso de técnicas de minería de datos y de texto para la planificación tecnológica ha sido un tema importante y un área de enfoque para los contribuyentes de TFSC. La minería de texto en patentes usando enfoques automáticos impulsados por IA ha dado resultados prometedores para el descubrimiento de oportunidades tecnológicas y la predicción de los futuros caminos de convergencia tecnológica. Por tanto, este estudio descubre que alrededor del 21 % de la investigación en IA se dedica a la planificación tecnológica, minería de patentes, identificación de avances tecnológicos y descubrimiento de oportunidades tecnológicas.

El siguiente tema importante constituye alrededor del 15,5 % de la totalidad del corpus y está relacionado con el uso de análisis de Big Data habilitados por IA para la economía circular y la cadena de suministro sostenible. Por otro lado, el tercer tema latente significativo representa aproximadamente el 13 % del corpus, y se compone de investigaciones que explotan la IA para desarrollar modelos de

### 4.3. Futuro de la IA en el Contexto Empresarial

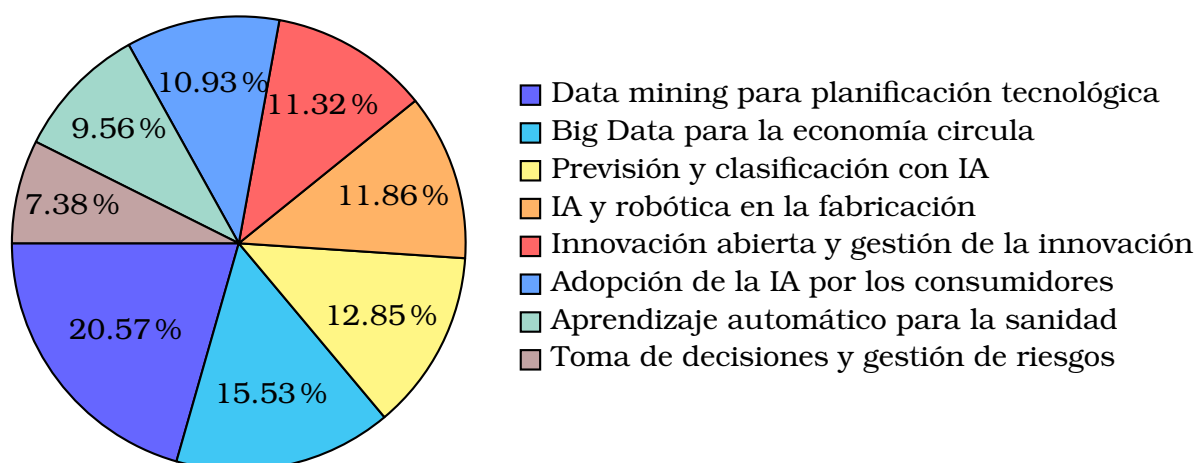


Figura 4.4: Temas latentes de una investigación publicada en TF&SC. *Elaboración propia basada en TF&SC (Fuente: [74])*

clasificación y predicción de propósito general.

#### 4.3.2. Nuevas oportunidades y mercados globales

El impacto de la Inteligencia Artificial en las empresas presenta un panorama doble en el sentido de creación de nuevas oportunidades, abarcando tanto aspectos positivos como desafíos. Por un lado, la adopción de IA en muchos sectores de la economía global resulta en mayor eficiencia, productividad y fiabilidad. Sin embargo, no todos los sectores a nivel global reciben con entusiasmo estas innovaciones. Se estima que hasta un tercio de las actividades laborales actuales podrían verse afectadas por la automatización para 2030 [74].

Por otro lado, varios son los estudios que han analizado el impacto de este cambio significativo. En este sentido, se prevé que el futuro laboral se inclinará más hacia roles creativos y cognitivos que complementen y apoyen las tecnologías de IA. Sin embargo, esta visión del futuro con la IA no es uniformemente aceptada en todos los mercados globales, tanto desarrollados como emergentes. La capacidad de la IA para reemplazar muchas tareas repetitivas y basadas en reglas, amenaza con desplazar una cantidad significativa de empleos que tradicionalmente se realizan en economías de mercados emergentes. Esto probablemente tenga un impacto significativo en Asia y África a medida que los trabajos tradicionales de baja cualificación sean reemplazados por máquinas inteligentes, lo que podría perjudicar el crecimiento y el sustento de los trabajadores en estas economías [75]. Sin embargo, está claro que habrá tanto ganadores como perdedores, por lo tanto se necesita adoptar una perspectiva estratégica de futuro.

Las oportunidades que la IA presentará en un futuro hemos querido presentarlas dentro del núcleo o áreas de la empresa, en lugar de entrarnos en futuros trabajos que consideramos, serán muy especializados. Por lo tanto, podemos agruparlas en los siguientes puntos [74]:

## Capítulo 4. Desafíos y Estrategias en la Adopción de la IA

---

- **Entorno Organizacional:** La IA, como hemos comentado en múltiples ocasiones, tiene el potencial de transformar la forma en que las empresas comprenden y utilizan la cantidad masiva de datos. Esto permite identificar oportunidades y amenazas en tiempo real, adaptándose de manera efectiva a las necesidades cambiantes del cliente y a los riesgos emergentes.
- **Operaciones:** En el ámbito operativo, la IA puede mejorar la eficiencia y fiabilidad al interpretar datos procedentes de diversas fuentes, como las operaciones internas, los socios y la cadena de suministro.
- **Interacción:** Gracias a las capacidades de procesamiento del lenguaje natural, la IA puede mejorar la interacción con las personas, incluyendo empleados, usuarios de servicios y clientes.
- **Automatización de la Gestión de Casos:** La IA puede identificar qué casos se pueden automatizar de manera rutinaria y cuáles requieren intervención especializada, mejorando así la eficiencia de los procesos.
- **Gobernanza:** Mejora la calidad de la información disponible para apoyar decisiones, ya sean automatizadas o humanas, potenciando la precisión en la toma de decisiones.
- **Adaptabilidad:** La IA puede mejorar la capacidad de respuesta de una organización a los cambios en el entorno, re-aprendiendo las reglas de negocio según sea necesario.

En resumen, la IA tiene el potencial de asistir a las organizaciones en el desarrollo de una perspectiva situacional, tanto a nivel operativo como estratégico. Esto permite una mayor capacidad para traducir esa comprensión en acciones, haciéndolo de manera cada vez más ágil, eficiente y efectiva.

### 4.3.3. Futuro del trabajo y las habilidades requeridas

El futuro del trabajo y las habilidades requeridas están en constante evolución debido al avance acelerado de la inteligencia artificial y la automatización. Se prevé una considerable transformación en la naturaleza de muchos empleos, aunque el alcance y la velocidad de estos cambios aún son temas de debate.

En términos generales, no estamos hablando de un fenómeno que afecte a un solo sector, como en revoluciones tecnológicas anteriores. Al contrario, la IA y la automatización tienen el potencial de impactar en prácticamente todas las industrias, como ya vimos en el capítulo 3. Además, el ritmo de estos cambios está siendo mucho más rápido que en transiciones tecnológicas anteriores. Esto supone un desafío adicional, ya que la necesidad de adquirir nuevas habilidades y reorientar las carreras profesionales puede impactar negativamente en muchos trabajadores en el sentido de la adaptación [76].

### 4.3. Futuro de la IA en el Contexto Empresarial

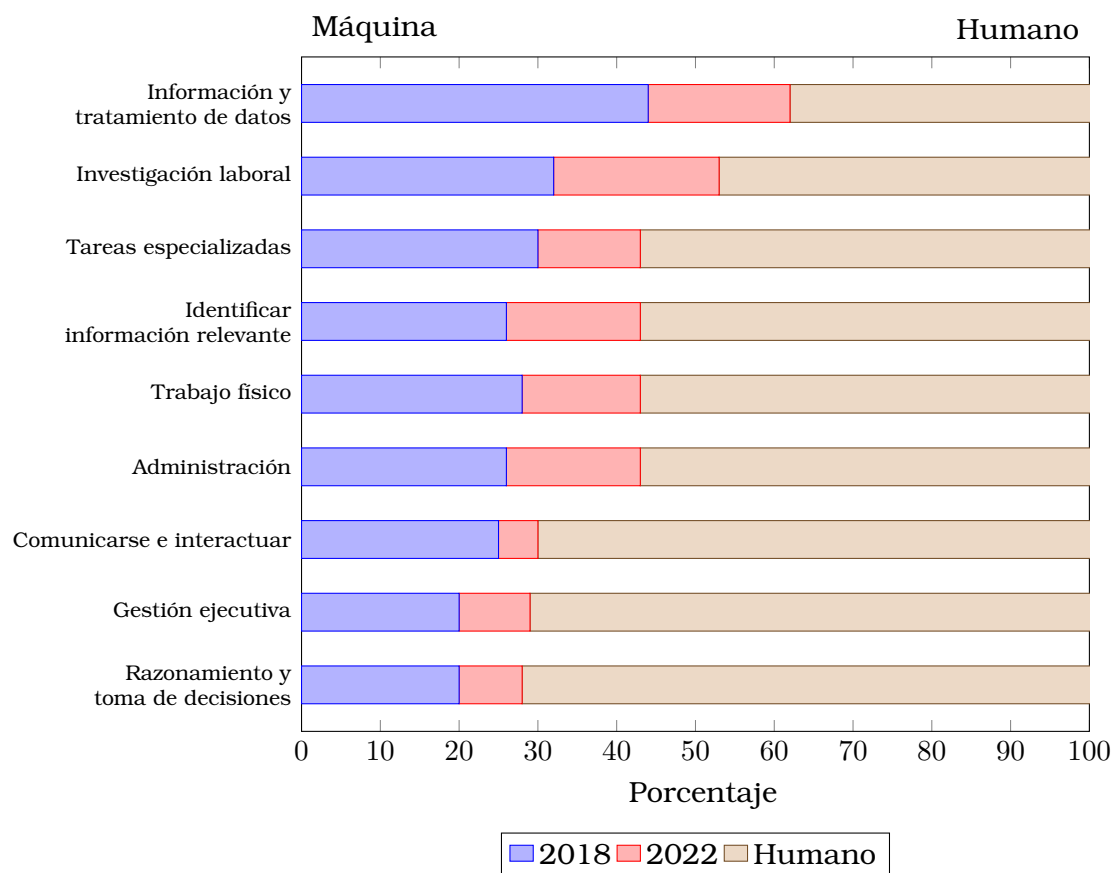


Figura 4.5: Horas de trabajo entre personas y máquinas *Elaboración propia basada en World Economic Forum (Fuente: [77])*

Con el fin de reflejar el futuro de los trabajos, se presenta un gráfico 4.5 basado en una encuesta realizada por el World Economic Forum en 2018, y que representa de manera clara la predicción de la evolución en el porcentaje de horas de trabajo que se estimaba serían realizadas por humanos y máquinas en distintas tareas para el año 2022. Cada barra horizontal se divide en tres segmentos. El primero, correspondiente a 2018, muestra el porcentaje de la tarea llevada a cabo por las máquinas en aquel año. El segundo segmento, que representa la proyección para 2022, refleja el incremento esperado en la participación de las máquinas. El último fragmento de cada barra denota la proporción de la tarea que se esperaba todavía sería realizada por humanos en 2022.

Analizando los datos presentados en el gráfico, se esperaba un aumento en la participación de las máquinas en todas las tareas entre 2018 y 2022. Esta predicción evidencia la transformación anticipada que la IA y la automatización podrían generar en nuestras formas de trabajo. Por un lado, el área de la “Información y tratamiento de datos” es especialmente destacable, ya que se preveía un notable crecimiento en la intervención de las máquinas. Esta predicción probablemente se basaba en la capacidad superior de las máquinas para procesar grandes volúmenes de datos con mayor rapidez y precisión que los hu-

## Capítulo 4. Desafíos y Estrategias en la Adopción de la IA

---

manos. Además, el gráfico también refleja que se esperaba que algunas tareas continuaran siendo dominadas por los humanos en 2022, como el “Razonamiento y toma de decisiones” y la forma de “Comunicarse e interactuar”. Esto podría interpretarse como un reconocimiento de que ciertas habilidades humanas, especialmente aquellas que implican una comprensión profunda y la gestión de relaciones interpersonales, así como la toma de decisiones complejas, seguirían siendo difíciles de automatizar.

Ahora, en la actualidad, en 2023, nos encontramos en una posición interesante para evaluar las predicciones hechas por el WEF en 2018. Los datos recientes del WEF [78] muestran que la automatización avanza, pero a un ritmo más lento de lo esperado. Aunque las máquinas realizan ahora el 34 % de las tareas empresariales, sólo hemos visto un aumento del 1 % desde 2020.

De manera contraria a las expectativas iniciales de 2018, que preveían una automatización del 47 % en cinco años, las proyecciones se han ajustado. Se espera que para 2027, las máquinas realicen el 42 % de las tareas, con una variación desde el 35 % en razonamiento y toma de decisiones hasta el 65 % en procesamiento de datos. A pesar de estos cambios, la capacidad humana para razonar, comunicarse y coordinar sigue siendo muy valorada. Sin embargo, la adopción de la inteligencia artificial, que podría ser implementada por cerca del 75 % de las empresas, se espera que cause una alta rotación de personal, generando nuevas oportunidades de trabajo para el 50 % de las organizaciones, pero también pérdidas de empleo para un 25 %.

### Habilidades requeridas

En este sentido, cabe preguntarnos sobre las habilidades que se requerirán para poder trabajar con la IA o las habilidades que se requieran porque no podrán ser suplidas por la IA y la automatización. Este último aspecto lo trataremos en el siguiente párrafo.

Con respecto a la habilidades requeridas diferenciadoras entre los humanos y las máquinas, destacamos las cinco más importantes en la figura 4.6. Como podemos ver estas habilidades del futuro no serán la codificación o la naturaleza técnica, sino que son las habilidades interpersonales las que importarán.

Sin embargo, en paralelo a las habilidades humanas, están las habilidades técnicas relacionadas directamente con la inteligencia artificial, siendo fundamentales para el desarrollo y mantenimiento de soluciones de IA. En este sentido, las cinco habilidades de IA de más rápido crecimiento en 2022 fueron: respuesta a preguntas, clasificación, sistemas de recomendación, visión por computadora y procesamiento del lenguaje natural.

Además, Microsoft ha destacado la emergencia de una nueva competencia central, la “delegación de IA”, que se refiere a la capacidad de asignar tareas de manera efectiva a las soluciones de IA. Este tipo de habilidad técnica puede



### 4.3. Futuro de la IA en el Contexto Empresarial



Figura 4.6: Habilidades humanas del futuro frente a las máquinas. *Elaboración propia*

considerarse un híbrido, ya que aunque requiere una comprensión de la tecnología de IA, también implica habilidades de juicio y toma de decisiones que son intrínsecamente humanas [79].

Estas habilidades técnicas en la IA son esenciales para mantener el ritmo de las tendencias tecnológicas actuales. Sin embargo, es importante enfatizar que la pura competencia técnica no será suficiente. Los líderes encuestados por Microsoft destacaron que las habilidades humanas, como el juicio analítico, la flexibilidad, la inteligencia emocional, la curiosidad intelectual y la detección y manejo de sesgos, serán esenciales en el futuro.

Sin embargo, la demanda de estas habilidades está cambiando rápidamente, lo que refuerza la necesidad de una mentalidad de crecimiento y adaptabilidad. Los profesionales no solo deberán adquirir y mejorar constantemente sus habilidades técnicas, sino también cultivar y fortalecer sus habilidades humanas.

Aunque la IA y la automatización han generado temores de desplazamiento laboral, como veremos a continuación, hay un consenso generalizado de que la IA creará más empleos de los que reemplazará. Como con cada cambio tecnológico masivo, la clave para navegar con éxito este cambio radica en la adaptación y adquisición de las habilidades requeridas. En este escenario, tanto las habilidades humanas como las técnicas jugarán un papel crítico en la formación del futuro del trabajo.

### Automatización del trabajo

La automatización del trabajo, como hemos comentado en puntos anteriores, es un tema de gran relevancia ya que promete traer cambios significativos al mundo laboral. Según estudios, cerca de la mitad de las actividades laborales a nivel global podrían ser teóricamente automatizadas con las tecnologías actualmente disponibles. Sin embargo, menos del 5 % de las ocupaciones consisten en actividades que podrían ser completamente automatizadas. En alrededor del 60 % de las ocupaciones, al menos un tercio de las actividades podrían automatizarse, lo que implicaría transformaciones sustanciales en el entorno laboral y cambios para todos los trabajadores.

Considerando diversos factores, como el costo de desarrollo e implementación de soluciones de automatización, la dinámica del mercado laboral, los beneficios de la automatización más allá de la sustitución de mano de obra y la aceptación regulatoria y social, se estima que entre casi cero y el 30 % de las horas trabajadas a nivel mundial podrían automatizarse para 2030. La automatización tendría un efecto menor en trabajos que implican la gestión de personas, la aplicación de experticia y las interacciones sociales, donde las máquinas todavía no pueden igualar el desempeño humano. Por otro lado, por ejemplo, empleos o labores como la jardinería o cuidado de niños y ancianos, también verán menos automatización, debido a su complejidad técnica y salarios relativamente más bajos [80].

### Transiciones laborales

Gestionar las transiciones laborales provocadas por la IA y la automatización requiere una estrategia integral y proactiva. En lugar de resistir el cambio tecnológico y limitar su adopción en un intento por mantener la situación actual, debemos aceptar estas tecnologías y enfrentar de manera directa los desafíos y las transformaciones laborales que conllevan. Esto implica abrazar el dinamismo económico que ofrecen mientras buscamos soluciones para los cambios profundos que pueden provocar en el ámbito laboral.

Por lo tanto, en los próximos años, las sociedades deberán centrarse en cuatro áreas clave [80]:

1. Mantener un crecimiento económico robusto para apoyar la creación de empleo. Esto incluye políticas fiscales y monetarias que garanticen una demanda agregada suficiente, y apoyo para la inversión empresarial y la innovación.
2. Escalar y reinventar la capacitación laboral y el desarrollo de habilidades de la fuerza laboral. Será fundamental proporcionar reciclaje laboral y permitir a las personas aprender nuevas habilidades comercializables a lo largo de su vida.

### **4.3. Futuro de la IA en el Contexto Empresarial**

---

3. Mejorar la dinámica empresarial y del mercado laboral, incluyendo la movilidad. Se necesitará una mayor fluidez en el mercado laboral para gestionar las difíciles transiciones que se anticipan.
4. Proporcionar apoyo de ingresos y transición a los trabajadores. Esto incluirá seguros de desempleo, asistencia pública para encontrar trabajo, y beneficios portátiles que sigan a los trabajadores entre trabajos.
5. Los líderes políticos, empresariales y los trabajadores individuales tienen un papel importante que desempeñar en suavizar las transiciones laborales futuras. Las inversiones y políticas para apoyar a la fuerza laboral deben ser una prioridad, y será necesario un cambio de mentalidad en torno a cómo se organiza y valora el trabajo en el futuro.

En resumen, con todos los puntos tratados en este capítulo podemos observar la importancia de la adaptación y adquisición de nuevas habilidades en respuesta a la creciente presencia de la IA y la automatización. El desafío ahora es optimizar la distribución de tareas entre humanos y máquinas, potenciando las ventajas que cada uno ofrece, y adaptarse al cambio creciendo de manera paralela a la revolución tecnológico que vivimos y que nos espera.



## Capítulo 5

# Análisis del impacto

La aparición de la inteligencia artificial y su potencial impacto en el desarrollo sostenible son factores clave para evaluar sus efectos en la sociedad. Las empresas se enfrentan cada vez más al desafío de mejorar la sostenibilidad mediante la innovación para proteger el medio ambiente y utilizar eficientemente los recursos naturales. La sostenibilidad implica armonizar el beneficio económico, la protección social y el respeto al medio ambiente, ya que están interconectados y son fundamentales para el bienestar de las personas y las sociedades. La Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el desarrollo sostenible, con sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) [81], proporciona un plan de acción global para abordar estas prioridades. Los ODS fomentan la participación de diversos actores, incluyendo a las empresas, para adoptar prácticas responsables e invertir en el desarrollo tecnológico que promueva una producción y consumo sostenibles [82].

La IA puede contribuir de manera positiva a todos los ODS al impulsar innovaciones tecnológicas que mejoren los resultados en diversos sectores, beneficiando el desarrollo, la sociedad civil y el medio ambiente. Sin embargo, también existen posibles efectos negativos. En este capítulo se abordará el análisis de la repercusión de la IA en diversos aspectos críticos de nuestra sociedad y el planeta. Estudiaremos el impacto ambiental, social y económico, así como las cuestiones éticas y de responsabilidad que surgen a raíz del despliegue masivo de la IA. Además, profundizaremos en cómo la IA puede influir en los derechos humanos y en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. De manera indudable de alguna manera se abordan muchos de los 17 objetivos de desarrollo sostenible mencionados, sin embargo se ha querido dividir el capítulo en secciones para reflejar de manera más clara este análisis del impacto finalizando, en la última sección, con un mayor énfasis en los ODS de la ONU.

### 5.1. Impacto de la IA en la Sociedad

#### 5.1.1. Impacto en la desigualdad y la justicia social

La justicia social y la desigualdad son temas centrales en cualquier discusión sobre el impacto de la Inteligencia Artificial en las empresas y en la sociedad en general. Los sociólogos han identificado desde hace tiempo las desigualdades existentes en cualquier dominio de la sociedad y reconocen que los beneficios y perjuicios de la tecnología no se distribuyen de manera equitativa. Desde la década de 1990, se ha estudiado la brecha digital, es decir, el acceso y uso desigual de las tecnologías (ODS 10).

La llegada de la IA y los sistemas de toma de decisiones automatizados han agravado esta problemática, creando sistemas que discriminan y excluyen a las personas en base a desigualdades sociales preexistentes, generando así una exclusión digital. Esto es evidente en contextos como el bienestar social, la educación y la medicina. Por otro lado, en el ámbito laboral, la implementación de nuevos sistemas algorítmicos ha reconfigurado la mano de obra humana, a menudo en detrimento de los trabajadores (ODS 8). En este sentido, la IA y las tecnologías algorítmicas generan desigualdades a escala global. Este fenómeno engloba tanto el uso injusto del trabajo en un contexto internacional, como la circulación de capital que se beneficia de procesos que pueden ser comparados a las dinámicas coloniales y a prácticas de extracción de recursos sin un retorno justo. En este sentido, la tecnología puede alimentar modelos de negocios que aprovechan el trabajo y los recursos en regiones menos desarrolladas para generar beneficios en regiones más desarrolladas, creando y reforzando así las desigualdades económicas globales [83].

En este aspecto, Jeffrey Sachs, profesor en la Universidad de Columbia, sugiere que estamos ingresando a una nueva Era de Desarrollo Sostenible en la que la colaboración global es esencial para resolver desafíos complejos como la pobreza, la exclusión social y todos los problemas laborales que comentamos. Además, aunque algunos ven la IA como una solución a la desigualdad de ingresos, se espera que sus beneficios se concentren en aquellos que desarrollan y poseen esta tecnología. Esto podría exacerbar la desigualdad económica y afectar negativamente los Objetivos de Desarrollo Sostenible, como el ODS 10 (Reducción de las Desigualdades).

Mientras que algunos ven el crecimiento en el uso de la IA como una señal de prosperidad económica y más tiempo libre, personalidades destacadas como Elon Musk, Stephen Hawking y Bill Gates han advertido que este auge de la IA podría intensificar la desigualdad económica global y suponer una crisis existencial para la humanidad. Como ya sabemos, la IA está produciendo un cambio considerable en el panorama laboral, causando trastornos en carreras consolidadas, como lo demuestra la reducción de trabajadores humanos en el sector comercial debido a los progresos en la IA de nueva generación. Este desplazamiento laboral masivo puede influir directamente en los ODS, específicamente el ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura), el ODS 8 (Trabajo Decente y

## **5.2. Ética y Responsabilidad en el Uso de la IA**

---

Crecimiento Económico), el ODS 10 (Reducción de las Desigualdades) y el ODS 1 (Fin de la Pobreza), en particular en los países en desarrollo donde hay menos medidas de protección social contra el desempleo y los derechos laborales [84].

### **5.1.2. Impacto ambiental de la IA**

El desarrollo y aplicación de la Inteligencia Artificial tienen repercusiones significativas en el medio ambiente, tanto positivas como negativas. Por un lado, la IA puede impulsar la innovación en áreas como la eficiencia energética y la gestión de recursos naturales. Sin embargo, la creciente demanda de poder computacional para tareas de IA intensivas en datos, limitación que vimos en la sección 4.1.1, también puede llevar a un aumento significativo en el consumo de energía y la huella de carbono.

Un estudio reciente [82], que realizó un análisis bibliométrico de 73 artículos publicados entre 1990 y 2019, examinó la intersección de la IA y los modelos de negocio sostenibles (SBM) en el contexto de los ODS. A pesar de los avances prometedores en varios aspectos de la IA para los ODS, el estudio identificó una brecha significativa con respecto al ODS número 12, que aborda la producción y consumo sostenibles. En este estudio se puede ver como la mayoría de los esfuerzos de investigación han priorizado otros aspectos de la IA, como la salud y la educación, lo que limita la comprensión de cómo la IA puede contribuir efectivamente a la promoción de patrones de consumo y producción más sostenibles. En este sentido, esta brecha en la investigación podría deberse a una falta de conciencia sobre las prácticas de consumo masivo que vivimos en la actualidad, caracterizada por el consumismo, y su impacto ambiental, así como a una falta de soluciones innovadoras en esta área.

## **5.2. Ética y Responsabilidad en el Uso de la IA**

La ética y la responsabilidad en la implementación de la Inteligencia Artificial son aspectos cruciales que se deben considerar desde el comienzo del desarrollo de cualquier sistema de IA. Como cada vez más decisiones humanas están siendo asistidas o incluso reemplazadas por algoritmos, la ética y la responsabilidad en IA no son simplemente cuestiones teóricas, sino que tienen un impacto directo en la vida de las personas y la estructura de la sociedad en general.

En este aspecto, cabe mencionar que, lo que antes era un desafío ético, evitar la discriminación al usar datos y algoritmos para la toma de decisiones, se ha convertido en un problema legal. En un escenario tecnológico y científico de rápida y a veces impredecible evolución, el entorno regulatorio puede no ser capaz de mantener el ritmo para proteger adecuadamente los derechos de los ciudadanos. Por ello, es imperativo que los especialistas, científicos y técnicos mantengan altos estándares éticos en su trabajo cotidiano.

Debemos considerar varios aspectos importantes en este sentido:

## Capítulo 5. Análisis del impacto

---

1. El respeto a las regulaciones de protección de datos es imprescindible.
2. Se debe garantizar que los algoritmos no impliquen decisiones discriminatorias hacia ningún grupo en función de edad, sexo, raza, religión o cualquier otro aspecto.
3. Es fundamental verificar que los datos utilizados no contengan sesgos que puedan conducir a decisiones erróneas.
4. Los resultados de los modelos deben interpretarse de manera científicamente rigurosa, evitando interpretaciones interesadas y desligadas de la realidad.
5. Es preciso utilizar métodos de trabajo apropiados que garanticen la fiabilidad de los resultados.

Teniendo en cuenta estos aspectos importantes para un uso ético y responsable de la IA, podemos ver cómo su aplicación práctica en la sociedad genera cada vez un mayor protagonismo en la sociedad. En este sentido, la IA y el aprendizaje automático son términos que ahora forman parte del vocabulario diario en consejos de trabajo y gobiernos en todo el mundo. Las decisiones basadas en estos modelos afectan a millones de personas, por lo que es responsabilidad de los expertos asegurarse de que los beneficios de estos avances tecnológicos se proporcionen a la sociedad en general, y a los clientes de la empresa en particular, siempre respetando los derechos fundamentales de los ciudadanos [17].

Además de los retos regulatorios, la inteligencia artificial también enfrenta el desafío ético de su uso responsable dentro de las empresas. Según un informe del Boston Consulting Group de 2021, el 55 % de las empresas sobreestiman la madurez de sus iniciativas de IA responsable. Estos programas se estructuran en torno a tres ejes: justicia y equidad, mitigación del impacto social y ambiental, y IA humana o ética.

Los Principios Básicos de la IA, que tienen su origen en los principios de IA de la conferencia de Asilomar de 2017, se estructuran en tres bloques [17]:

1. Problemas de investigación: El objetivo de la IA es crear inteligencia que proporcione beneficio directo, promoviendo un intercambio constructivo entre los campos de investigación de la IA y los responsables políticos, fomentando la cooperación y transparencia entre investigadores y desarrolladores de IA, y garantizando inversiones que no infrinjan las regulaciones de seguridad.
2. Ética y valores: Los sistemas de IA deben ser seguros y estar protegidos durante toda su vida operativa, permitiendo un análisis transparente de su funcionamiento de manera verificable cuando sea aplicable y factible. Los sistemas de IA altamente autónomos deben diseñarse de manera que



## 5.2. Ética y Responsabilidad en el Uso de la IA

---

sus objetivos y comportamientos se alineen con los valores humanos. Las personas deben tener el derecho a acceder, gestionar y controlar los datos generados. Los beneficios de las tecnologías de IA deben destinarse a la mayor cantidad de personas posible, evitando una carrera armamentista impulsada por la IA.

3. Problemas a largo plazo: El cambio profundo que puede representar la IA, especialmente los riesgos catastróficos o existenciales, y la aplicación de medidas estrictas de seguridad para mitigar dichos riesgos, deben ser abordados de manera rigurosa y responsable.

Sin embargo, aunque los principios y normas que se mencionan anteriormente proporcionan un marco de referencia útil, la ética y la responsabilidad en IA no son cuestiones estáticas. En una tecnología en constante evolución como la IA, estos conceptos deben ser continuamente revisados y adaptados para mantenerse al día con los desarrollos más recientes. Además, la naturaleza interdisciplinaria de la IA significa que los expertos en ética, legisladores, científicos y técnicos deben trabajar juntos para abordar estos desafíos de manera efectiva. Finalmente, en un mundo cada vez más dependiente de la IA, cada uno de nosotros tiene un papel que desempeñar para garantizar su uso ético y responsable. Es decir, todos somos responsables de comprender y cuestionar cómo se utilizan los sistemas de IA y cómo impactan en nuestras vidas y en la sociedad en general.

### 5.2.1. Bias y justicia en los algoritmos

En este apartado, nos adentramos en una dimensión esencial y muy debatida de la IA, que son los sesgos en los algoritmos y su repercusión en la justicia social.

Los sesgos o “bias” en la IA, pueden entenderse como la reproducción en los algoritmos de los prejuicios y desigualdades existentes en la sociedad (ODS 10). Este aspecto está muy relacionado con el primer capítulo de esta sección referente al impacto en la sociedad (ver 5.1. Esta idea se basa en el concepto de “la verdad desigual del terreno” de la sociedad, un reconocimiento de que la sociedad es estructuralmente injusta y desigual. Estos sesgos pueden manifestarse de diversas formas, desde la discriminación en los resultados de búsqueda hasta decisiones de contratación sesgadas y prejuicios en la predicción de reincidencia en el crimen [83].

En la práctica, los desarrolladores de IA enfrentan grandes desafíos para minimizar estos sesgos y mejorar la equidad. Existe un constante debate sobre cómo definir un algoritmo justo o imparcial, e incluso si tal cosa es posible. En este sentido, los intentos de resolver las cuestiones relativas a si los algoritmos de IA deben reflejar exactamente las desigualdades existentes en la sociedad, o trabajar para cambiarlas, son políticos y requieren un compromiso activo con la ética y la responsabilidad social.

Algo preocupante es que las desigualdades sociales y los sesgos en los algoritmos se amplifican a medida que la IA se vuelve cada vez más omnipresente y poderosa. Por ejemplo, hay temores de que la IA a nivel humano pueda eventualmente superar a la humanidad y convertirse en la especie dominante en nuestro planeta. Asimismo, la creación de bases de datos como OpenCog, que acumulan y distribuyen instantáneamente el conocimiento de todos los robots bio-humanoides, podría llevar a que los sesgos e injusticias en los algoritmos se propaguen de manera uniforme. Este fenómeno podría resultar en desafíos significativos e injustos a medida que la IA crece en dominio y distribuye información de manera uniforme [84].

En este contexto, se hace evidente que los investigadores de IA y otros profesionales necesitan abordar de manera más fuerte las relaciones de poder y trabajar en estrecha colaboración con los estudiosos de la desigualdad para navegar y dar forma a esta revolución tecnológica emergente de manera ética y responsable (ODS 16).

### 5.3. Objetivos de Desarrollo Sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) abarcan aspectos diversos que han sido parcialmente tratados en los apartados previos, como la desigualdad (ODS 10), la justicia social y el impacto ambiental (ODS 13, ODS 15). No obstante, esta sección tiene el objetivo de analizar el impacto de la IA en los ODS de forma más enfocada. Para ello, consideraremos un estudio realizado en 2020 [85], que contempla tanto la forma en que la IA puede facilitar como obstaculizar el logro de los 17 objetivos [81] y 169 metas reconocidas en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Según el estudio, la IA puede actuar como facilitador en 134 metas (79 %) de todos los ODS, generalmente a través de mejoras tecnológicas que permitan superar ciertas limitaciones actuales. Sin embargo, también puede tener un impacto negativo en 59 metas (35 %). Para entender mejor estos impactos, el estudio clasifica los ODS en tres categorías: Sociedad, Economía y Medio Ambiente. Estos datos podemos observarlos en las figuras 5.1 y 5.2.

En el ámbito de la Sociedad, la IA podría beneficiar potencialmente a 67 metas (82 %), apoyando la provisión de servicios básicos como alimentación (ODS 2), salud (ODS 3), agua (ODS 6) y energía (ODS 7), y facilitando sistemas de bajo carbono (ODS 13). Por ejemplo, la IA puede apoyar la creación de ciudades inteligentes (ODS 11) y economías circulares (ODS 12) que utilicen eficientemente sus recursos. Sin embargo, también puede generar efectos adversos, especialmente en cómo las mejoras tecnológicas son implementadas en países con diferentes valores culturales y niveles de riqueza (ODS 10).

Por otro lado, desde la perspectiva del Medio Ambiente, la demanda energética de las tecnologías de IA puede ser un factor crítico. La creciente demanda de energía de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) puede

### 5.3. Objetivos de Desarrollo Sostenible

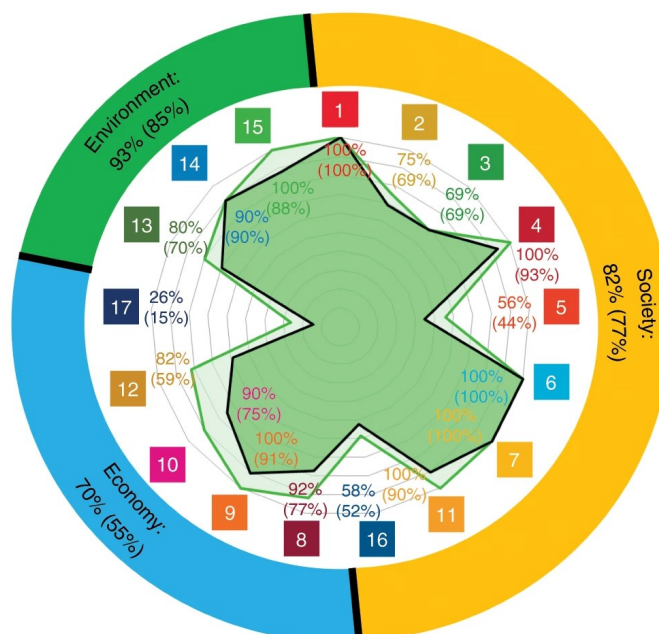


Figura 5.1: Impacto positivo de la IA en los ODS: 79 % (71 %). Fuente: [85]

llegar a requerir hasta el 20 % de la demanda global de electricidad para 2030 (ODS 7). Por lo tanto, un crecimiento verde de la tecnología TIC es esencial, implicando sistemas de refrigeración más eficientes para los centros de datos y un mayor uso de energías renovables (ODS 13).

Aun así, pese a estos desafíos, la IA ha encontrado aplicación en diversos aspectos de los ODS, desde su etapa experimental hasta su inclusión en programas de gestión y liderazgo sostenible. Algunos ejemplos notables incluyen [84]:

- Sistemas de gestión de agua inteligentes alimentados por IA, que optimizan decisiones e inversiones en infraestructuras de gestión de agua adaptándose a entornos cambiantes.
- El proyecto de investigación y desarrollo PlantVillage, que aplica la IA a la agricultura a pequeña escala, beneficiando a agricultores que producen la mayoría de los alimentos en el mundo en desarrollo.
- La innovación de Peter Ma en el uso de IA para evaluar la pureza de los sistemas de agua, permitiendo la identificación económica de aguas contaminadas con enfermedades y la representación cartográfica de bacterias y, eventualmente, virus presentes en dichas aguas.

En general, es evidente que la IA puede ser un facilitador para alcanzar los ODS. Sin embargo, este potencial se debe equilibrar cuidadosamente con las posibles contrapartidas. Mientras que la IA puede fomentar una mayor eficiencia y equidad en numerosas metas de la sociedad, también puede exacerbar la des-

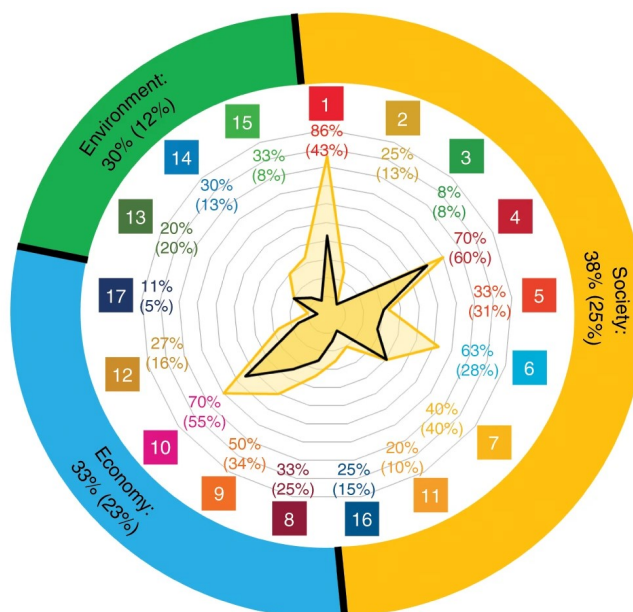


Figura 5.2: Impacto negativo de la IA en los ODS: 35 % (23 %). Fuente: [85]

igualdad si no se implementa de manera cuidadosa y considerada. Además, el desafío medioambiental presentado por la creciente demanda energética de las tecnologías de IA y las TICs en general, requiere un enfoque “verde” para el desarrollo de estas tecnologías, promoviendo una mayor eficiencia energética y el uso de fuentes renovables.

Para aprovechar plenamente los beneficios de la IA en la persecución de los ODS, es crucial fomentar la investigación y el desarrollo de aplicaciones de IA que se alineen directamente con estos objetivos. Los ejemplos que hemos mencionado antes, como los sistemas de gestión de agua inteligentes, el proyecto de investigación PlantVillage y el uso innovador de la IA para evaluar la pureza del agua, son una prueba clara del potencial transformador de la IA en este campo. A medida que avanzamos, debemos garantizar que las implementaciones de IA se realicen de manera justa y sostenible, con el objetivo de contribuir a un futuro más equitativo y sostenible para todos. En resumen, la IA tiene la capacidad para dirigir el logro de los ODS, pero su implementación debe hacerse con cuidado, teniendo en cuenta las posibles repercusiones tanto positivas como negativas.

## Capítulo 6

# Conclusiones

Este trabajo se ha centrado en ofrecer un estudio completo y detallado sobre el impacto de la inteligencia artificial en el contexto empresarial. Ha establecido un hilo conductor claro, comenzando con un foco puesto en la evolución histórica de la IA, desde sus inicios hasta la actualidad, detallando su estado del arte y la adopción actual en diversas empresas. Asimismo, se ha proporcionado una revisión exhaustiva de las tecnologías principales de la IA para garantizar una comprensión sólida de su funcionamiento y cómo se aplica en diversos sectores.

En el transcurso del estudio, se han examinado de cerca varios sectores empresariales afectados por la IA y cómo estos pueden beneficiarse de su implementación. Además, este trabajo ha tratado de establecer ejemplos visuales siempre que ha sido posible, recurriendo a estudios y encuestas para ilustrar de manera gráfica y facilitar la comprensión de cada punto discutido.

Por otro lado, a medida que avanzamos en el estudio, se han identificado los desafíos, limitaciones y estrategias fundamentales que las empresas enfrentan en la adopción de la IA. Estos temas han sido abordados de manera integral, permitiendo una comprensión completa del panorama empresarial actual y cómo se está adaptando a la emergente revolución de la IA. Además, a lo largo del estudio, se ha mantenido una coherencia y, como hemos dicho, se ha mantenido un hilo conductor que ha facilitado la comprensión de cada punto tratado, reiterando y ampliando conceptos cuando era necesario.

Finalmente, podemos decir que el estudio ha permitido analizar el impacto de la IA en la sociedad, la ética y la responsabilidad en su uso, y cómo se alinea con los principios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de una manera clara, fiable y precisa. En conclusión, este trabajo logra su objetivo de proporcionar una visión completa y detallada de la IA en el contexto empresarial, y sienta las bases para futuras investigaciones en este campo en constante evolución y desarrollo.

### 6.1. Líneas futuras

En términos de líneas futuras para este trabajo, se presentan varias áreas de expansión y mejora. La primera es una investigación para ampliar el alcance sectorial y abarcar una gama más amplia de industrias. Cada sector tiene sus propios desafíos y oportunidades únicas cuando se trata de la implementación de la IA, por lo que un análisis más amplio podría proporcionar una imagen más completa del papel de la IA en el mundo empresarial.

En paralelo, se podría llevar a cabo un estudio longitudinal que rastree la implementación y el impacto de la IA en las empresas a lo largo del tiempo podría dar lugar a un análisis muy detallado, con la posibilidad de abarcar y conocer más los cambios que ocurren.

Además, analizar casos de éxito y fracaso en la implementación de la IA en empresas de diferentes tamaños y sectores podría proporcionar un muy buen recurso. En este sentido, nos referimos a poder evaluar algún caso cercano, ya sea de empresa familiar, empresa que conozcamos y nos permitan conocer desde el interior como se está llevando a cabo la implementación de esta tecnología para poder ayudar y analizar en profundidad el impacto de la IA. Este estudio podría revelar patrones y lecciones aprendidas que serían de gran utilidad para otras empresas en su camino hacia la digitalización.

Por último, la introducción de un enfoque más técnico en la investigación también podría ser una línea de trabajo futura útil. Profundizar en cómo funcionan exactamente las tecnologías de IA detrás de las aplicaciones empresariales, desde algoritmos hasta infraestructuras de hardware, ayudaría a conocer en profundidad el “cómo” que hay detrás del impacto que se está estudiando.

En resumen, hay mucho espacio para poder ampliar este trabajo en cantidad de aspectos debido a que como hemos mencionado en numerosas ocasiones, se trata de una tecnología que está revolucionando la era digital actual.

### 6.2. Evaluación personal del proceso de realización del TFG

La realización de este Trabajo de Fin de Grado ha sido una experiencia desafiante y gratificante. Al comienzo del proceso, mi conocimiento sobre la materia era bastante limitado, lo cual supuso un desafío en sí mismo. La revisión de la literatura resultó ser un obstáculo inicial, ya que, si bien había mucha información disponible sobre la inteligencia artificial, lo que resultó difícil enlazar esta cantidad de datos en el enfoque empresarial que trata este trabajo.

Por otro lado, encontrar información precisa y lo más actualizada en algunas ocasiones resultó compleja al tratarse de un tema tan actual. Esto puede verse en varias citas bibliográficas en las que tenemos artículos de años anteriores al

2020. Además, en varias ocasiones, me encontré con informes de valor realizados por empresas que contenían información muy actualizada, pero a los que no podía acceder, probablemente porque dicha información representaba una ventaja competitiva que no querían hacer pública. Este hecho también añadió una capa de dificultad al proceso de investigación.

A pesar de estas dificultades y del tiempo limitado en esta etapa que vivía, siempre he tratado de entender profundamente todo lo que leía y anticipar posibles puntos posteriores, manteniendo la coherencia en todo el documento.

En general, puedo decir que estoy satisfecho con el resultado obtenido. A pesar de los desafíos, he aprendido mucho durante el proceso y he explorado muchas áreas que han despertado mi interés. Si bien este trabajo es el final de mi grado en Administración y Dirección de Empresas, al ser estudiante de doble grado con Informática, me he dado cuenta de que este proyecto ha sido el complemento perfecto para aumentar mi interés y conocimiento en la intersección de ambas disciplinas. Este trabajo ha sido una oportunidad única para profundizar en la comprensión de un tema de gran relevancia actual y futura, y estoy agradecido de haberlo llevado a cabo.

### 6.3. Sostenibilidad UPM

En este aspecto, se ha querido añadir este último apartado dentro de las conclusiones, con referencia al compromiso que tiene la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) de analizar el nivel de implantación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas en sus centros y en general de las diferentes dimensiones en las que trabaja la Universidad. Es por ello que, se quiere resaltar de forma breve como este Trabajo de Fin de Grado puede contribuir a la sostenibilidad en la UPM y cómo se alinea con los ODS más y menos enfocados por la universidad [86].

#### Contribución a la investigación e innovación

El estudio realizado de la Inteligencia Artificial y su aplicación en el mundo empresarial representa un avance significativo en el campo de la investigación tecnológica y de gestión. Este TFG aporta a la UPM al proporcionar una comprensión detallada y actualizada de cómo la IA puede transformar las operaciones de las empresas, desde la automatización de procesos hasta la toma de decisiones basada en datos. Al hacerlo, se fomenta una cultura de innovación en la universidad, lo cual es crucial para mantenerse al día con los rápidos cambios en el campo tecnológico y garantizar que la UPM continúe produciendo investigación relevante y de alta calidad. Este aporte se alinea con el ODS 9 “Industria, Innovación e Infraestructura” y el ODS 8 “Trabajo Decente y Crecimiento Económico”, reafirmando el papel de la UPM como un actor importante en la innovación y la transferencia de conocimiento a la sociedad.

## **Capítulo 6. Conclusiones**

---

### **Implicaciones para la docencia**

Este trabajo no solo proporciona un recurso de investigación valioso, sino que también sirve como un recurso didáctico para los estudiantes actuales y futuros de la UPM. Los hallazgos y análisis presentados en este trabajo pueden utilizarse para mejorar el contenido y la entrega de los cursos relacionados con la IA y las operaciones empresariales. Asimismo, puede servir como un ejemplo práctico para los estudiantes de cómo aplicar la teoría a situaciones del mundo real, fortaleciendo así su aprendizaje y comprensión de los conceptos. Al ofrecer a los estudiantes acceso a este tipo de aprendizaje personalizado y relevante, se puede fomentar el desarrollo de competencias cruciales para el mundo laboral del siglo XXI, contribuyendo directamente al ODS 4 “Educación de Calidad”.

### **Liderazgo social y aporte a los ODS menos alcanzados**

El estudio de la IA en las empresas no solo tiene implicaciones económicas, sino también sociales. Al examinar cómo la IA está transformando el panorama empresarial, este trabajo puede ayudar a generar conciencia sobre los beneficios y desafíos de la IA, incluyendo cuestiones de equidad, privacidad y seguridad. Este trabajo pone a la Universidad en una posición única para liderar las discusiones y la educación en torno a estas cuestiones, contribuyendo así al liderazgo social de la universidad.

Además, aunque la UPM se ha enfocado menos en los ODS 1 (“Fin de la Pobreza”), 2 (“Hambre Cero”), 10 (“Reducción de las Desigualdades”) y 16 (“Paz, Justicia e Instituciones Sólidas”), este TFG tiene el potencial de contribuir a estos objetivos. Al mejorar la comprensión del impacto de la IA en las empresas, se pueden desarrollar políticas y prácticas que promuevan una implementación equitativa de estas tecnologías. Esto puede ayudar a reducir las desigualdades económicas y sociales, y a promover la construcción de instituciones inclusivas y sostenibles.

En resumen, este trabajo fortalece los esfuerzos de la universidad para promover la sostenibilidad y la implementación de los ODS en todas sus dimensiones.



# Bibliografía

- [1] J. McCarthy, “What is artificial intelligence?” Stanford University, Tech. Rep., 2007.
- [2] J. R. C. (JRC), “Ai watch - historical evolution of artificial intelligence,” European Commission, Technical Report JRC120469, 2020. [Online]. Available: [https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC120469/jrc120469\\_historical\\_evolution\\_of\\_ai-v1.1.pdf](https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC120469/jrc120469_historical_evolution_of_ai-v1.1.pdf)
- [3] V.-D. Păvăloaia and S.-C. Necula, “Artificial intelligence as a disruptive technology—a systematic literature review,” *Electronics*, vol. 12, p. 1102, 2023.
- [4] M. G. Institute. (2018) Notes from the ai frontier: Applications and value of deep learning. [Online]. Available: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontier-applications-and-value-of-deep-learning>
- [5] McKinsey&Company, “Notes from the ai frontier: Insights from hundreds of use cases,” McKinsey Global Institute, Discussion Paper, 2018.
- [6] L. Razón, “La inteligencia artificial creará 300 millones de empleos en 2030,” *La Razón*, March 2023. [Online]. Available: [https://www.larazon.es/tecnologia/inteligencia-artificial-trabajo-300-millones\\_202303306425ba1e7e9ad300014b6899.html](https://www.larazon.es/tecnologia/inteligencia-artificial-trabajo-300-millones_202303306425ba1e7e9ad300014b6899.html)
- [7] Rainer Strack, Miguel Carrasco, Philipp Kolo, Nicholas Nouri, Michael Priddis, and Richard George, “The impact of new technologies on jobs,” Boston Consulting Group, Tech. Rep., 2021. [Online]. Available: <https://www.bcg.com/publications/2021/impact-of-new-technologies-on-jobs>
- [8] I. Asimov, *The Runaround*, 1st ed. New York, NY: Spectra, 1950.
- [9] A. M. Turing, “Computing machinery and intelligence,” *Mind*, vol. LIX, no. 236, pp. 433–453, 1950. [Online]. Available: <https://academic.oup.com/mind/article/LIX/236/433/986238?login=false>

- [10] D. N. Jeevanandam, "Exploring jabberwacky: A chatbot emulating a human conversation," 2022. [Online]. Available: <https://indiaai.gov.in/article/exploring-jabberwacky-a-chatbot-emulating-a-human-conversation>
- [11] S. Ferguson, "Donald olding hebb," 2021. [Online]. Available: <https://can-acn.org/donald-olding-hebb/#:~:text=Published%20in%201949%2C%20The%20Organization,is%20accomplished%20within%20the%20brain>
- [12] C. Trilnick, "Shakey," <https://proyectoidis.org/shakey/>, 1966.
- [13] IBM, "Deep blue," 2011. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en/icons/deepblue/>
- [14] R. M. Castro, "Google pagerank: todo lo que necesitas saber (y por qué todavía importa en 2021)," *Semrush Blog*, 2021. [Online]. Available: <https://es.semrush.com/blog/pagerank-de-google/>
- [15] Domoticada. Asistentes de voz. [Online]. Available: <https://www.domoticada.com/alexa-google-assistant-siri-asistentes-de-voz/>
- [16] AlphaGo. (2020) Alphago. [Online]. Available: <https://www.deepmind.com/research/highlighted-research/alphago>
- [17] R. F. R. Forradellas and L. M. G. Gallastegui, "Digital transformation and artificial intelligence applied to business: Legal regulations, economic impact and perspective," *MDPI*, 2021.
- [18] Grand View Research, "Artificial intelligence (ai) market size, share & trends analysis report," Grand View Research, Market research report, 2020. [Online]. Available: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/artificial-intelligence-ai-market>
- [19] Statista, "Artificial intelligence (ai) market size worldwide in 2021 with a forecast until 2030," <https://www.statista.com/statistics/1365145/artificial-intelligence-market-size/>, 2021.
- [20] E. Nacional, "Google, microsoft y musk: las musculares fortunas de la carrera de la inteligencia artificial," *El Nacional*, September 27 2021, accessed on April 20, 2023. [Online]. Available: [https://www.elnacional.cat/oneconomia/es/empresas/google-microsoft-musk-las-fortunas-carrera-inteligencia-artificial\\_965367\\_102.html](https://www.elnacional.cat/oneconomia/es/empresas/google-microsoft-musk-las-fortunas-carrera-inteligencia-artificial_965367_102.html)
- [21] PwC. (2020) Ai business survey. PricewaterhouseCoopers LLP. [Online]. Available: <https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/ai-analytics/ai-business-survey.html>

- 
- [22] Consalud.es, “Ibm watson y guerbet amplían su acuerdo para fomentar la inteligencia artificial en salud,” *Consalud*, June 27 2019. [Online]. Available: [https://www.consalud.es/ecsalud/internacional/ibm-watson-guerbet-amplian-acuerdo-fomentar-inteligencia-artificial-salud\\_68770\\_102.html](https://www.consalud.es/ecsalud/internacional/ibm-watson-guerbet-amplian-acuerdo-fomentar-inteligencia-artificial-salud_68770_102.html)
- [23] Xataka. (2021, April 15) Mercedes-benz y nvidia se asocian para crear lo que ellos creen será el software para vehículos más avanzado del mundo. [Online]. Available: <https://www.xataka.com/vehiculos/mercedes-benz-nvidia-se-asocian-para-crear-que-ellos-sera-software-para-vehiculos-avan>
- [24] B. Wire. (2022, January 3) Newvantage partners releases 2022 data and ai executive survey. [Online]. Available: <https://www.businesswire.com/news/home/20220103005036/en/NewVantage-Partners-Releases-2022-Data-And-AI-Executive-Survey>
- [25] McKinsey & Company, “Global survey: The state of ai in 2020,” Online, 2020. [Online]. Available: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/global-survey-the-state-of-ai-in-2020>
- [26] F. Bastani and A.-R. Sadeghi, “Rethinking the role of machine learning in mobile systems,” *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 9, no. 11, pp. 1572–1585, 2010.
- [27] IBM Cloud. (2021) Ai vs machine learning vs deep learning vs neural networks. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/cloud/blog/ai-vs-machine-learning-vs-deep-learning-vs-neural-networks>
- [28] S. Haykin, “Artificial neural networks: Fundamentals, computing design, and application,” *International Journal of Systems Science*, vol. 30, no. 5, pp. 617–618, 1999.
- [29] J. A. Konstan and J. Riedl, *Recommender systems: from algorithms to user experience*. Springer, 2012.
- [30] J. Li, X. Wang, X. Jiang, Q. Zhang, and X. Zhang, “Intelligent traffic control based on deep reinforcement learning and multi-agent system,” *Procedia Computer Science*, vol. 181, pp. 51–58, 2021. [Online]. Available: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877050921001393>
- [31] I. Mihajlovic, “Everything you ever wanted to know about computer vision: Here’s a look why it’s so awesome,” *Towards Data Science*, April 25 2019. [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/everything-you-ever-wanted-to-know-about-computer-vision-heres-a-look-why-it-s-so-aw>
- [32] F. T. Council, “Unlocking the power of predictive analytics with ai,” *Forbes*, August 11 2021. [Online].

## BIBLIOGRAFÍA

---

- Available: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/08/11/unlocking-the-power-of-predictive-analytics-with-ai/?sh=3b66ab336b2a>
- [33] J. Terra. (2023) Exploring intelligent agents in artificial intelligence. Last updated on Feb 13. [Online]. Available: <https://www.simplilearn.com/what-is-intelligent-agent-in-ai-types-function-article>
- [34] Saxon. (2022) Impact of ai in manufacturing: Improved quality and efficiency. [Online]. Available: <https://saxon.ai/blogs/impact-of-ai-in-manufacturing-improved-quality-and-efficiency/>
- [35] Statista, “Ai use cases in the manufacturing industry worldwide,” <https://www.statista.com/statistics/1197949/ai-manufacturing-industry-use-case-worldwide/>, 2022.
- [36] SKF Evolution. (2022) El futuro del análisis de fallas en los rodamientos ya está aquí. [Online]. Available: <https://evolution.skf.com/es/el-futuro-del-analisis-de-fallas-en-los-rodamientos-ya-esta-aqui/>
- [37] MIT Technology Review. (2018) This company tames killer robots. [Online]. Available: <https://www.technologyreview.com/2018/06/15/2647/this-company-tames-killer-robots/>
- [38] Applesfera. (2019) Foxconn cuenta con 100.000 robots en sus fábricas para ensamblar iphone y otros productos. [Online]. Available: <https://www.applesfera.com/iphone/foxconn-cuenta-100-000-robots-sus-fabricas-para-ensamblar-iphone-otros-productos>
- [39] TD SYNnex. Diseño generativo: la revolución en la ingeniería. [Online]. Available: <https://www.datech.es/software/disenio-generativo/>
- [40] J. Bajwa, U. Munir, A. Nori, and B. Williams, “Ai could significantly reduce inefficiency in healthcare,” *Future Healthcare Journal*, 2021.
- [41] J. He, S. L. Baxter, J. Xu, J. Xu, X. Zhou, and K. Zhang, “The practical implementation of artificial intelligence technologies in medicine,” *PubMed Central*, 2020.
- [42] Statista, “Ai use cases in the pharma and healthcare industry as of 2020,” <https://www.statista.com/statistics/1197960/ai-pharma-healthcare-global/>, 2022.
- [43] M. Rangaiah. (2021) Artificial intelligence in healthcare: Applications and threats. [Online]. Available: <https://www.analyticssteps.com/blogs/artificial-intelligence-healthcare-applications-and-threats>
- [44] Electronic Health Reporter. (2018) The da vinci medical ro-

- bot and ai. [Online]. Available: <https://electronichealthreporter.com/the-da-vinci-medical-robot-and-ai/>
- [45] G. D. Healthcare. (2022) Personalised medicine and the advantages of big data and ai-based diagnostics. [Online]. Available: <https://www.medicaldevice-network.com/comment/personalised-medicine-big-data-ai/>
- [46] RedAmgen. (2020) La monitorización remota impulsada por la ia mejora la salud de los pacientes. [Online]. Available: <https://www.redamgen.com/actualidad/la-monitorizacion-remota-impulsada-por-la-ia-mejora-la-salud-de-los-pacientes>
- [47] Statista, “Ai use cases in financial services industry worldwide as of 2020,” <https://www.statista.com/statistics/1197955/ai-financial-services-global/>, 2022.
- [48] M. Rangaiah. (2021) 7 applications of ai in finance. [Online]. Available: <https://www.analyticssteps.com/blogs/7-applications-ai-finance>
- [49] Golden. Trueaccord. [Online]. Available: <https://golden.com/wiki/TrueAccord-ZXXYPEY>
- [50] Admiral Seguros. (2022) Admiral y tractable: el cliente en el centro con la ayuda de la inteligencia artificial en claims. [Online]. Available: <https://www.admiralseguros.es/admiral-y-tractable-el-cliente-en-el-centro-con-la-ayuda-de-la-inteligencia-artificial-en-claims>
- [51] KPMG. La amenaza multifacética del fraude. [Online]. Available: <https://kpmg.com/co/es/home/insights/2019/07/la-amenaza-multifacetica-del-fraude.html>
- [52] Statista, “Future areas in which ai will help e-commerce businesses according to decision makers in north america and europe in 2021,” <https://www.statista.com/statistics/1175063/ai-help-business-ecommerce-companies-worldwide/>, 2023.
- [53] R. Arthur. (2017) Conversational commerce: ebay’s ai chatbot. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/rachelarthur/2017/07/19/conversational-commerce-ebay-ai-chatbot/?sh=64e6456b1efb>
- [54] Mundo Contact. (2019) Pinterest ya reconoce más de 2,500 millones de objetos con búsqueda visual. [Online]. Available: <https://mundocontact.com/pinterest-ya-reconoce-mas-de-2500-millones-de-objetos-con-busqueda-visual/>
- [55] R. Brown. (2022) Incorporating sentiment analysis into e-commerce. [Online]. Available: <https://becominghuman.ai/>

- incorporating-sentiment-analysis-into-e-commerce-a57caf9e458b
- [56] C. Gordon. (2021) The rise of ai in the transportation and logistics industry. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/cindygordon/2021/09/05/the-rise-of-ai-in-the-transportation-and-logistics-industry/?sh=292c91cc7869>
  - [57] GetSmarter. (2022) The role of ai in the logistics sector. [Online]. Available: <https://www.getsmarter.com/blog/career-advice/the-role-of-ai-in-the-logistics-sector/>
  - [58] Gartner, “Artificial intelligence in the supply chain,” Gartner, Inc., Tech. Rep., 2022.
  - [59] Driv.in. (2021) Organizar rutas de reparto mediante inteligencia artificial. Usos de la IA en la optimización de rutas - Según el blog. Consulta los parámetros adicionales para más detalles. [Online]. Available: <https://blog.driv.in/es/como-organizar-rutas-reparto/>
  - [60] Mecalux. (2022) Warehouse automation technology to boost efficiency. [Online]. Available: <https://www.mecalux.com/blog/warehouse-automation-technology>
  - [61] McKinsey Global Institute, “Artificial intelligence: The next digital frontier?” 2018.
  - [62] A. Hagiú and J. Wright, “When data creates competitive advantage,” *Harvard Business Review*, January–February 2020. [Online]. Available: <https://hbr.org/2020/01/when-data-creates-competitive-advantage>
  - [63] MarketingCharts, “Shoppers’ biggest concern with ai? their personal info,” <https://www.marketingcharts.com/customer-centric/privacy-and-security-81090>, 2017.
  - [64] Pappas, Christopher, “Ai implementation challenges and how to overcome them,” <https://elearningindustry.com/ai-implementation-challenges-and-how-to-overcome-them>, 2023.
  - [65] Dataconomy, “Infrastructure challenges and opportunities for ai startups,” <https://dataconomy.com/2023/05/30/infrastructure-challenges-and-opportunities-for-ai-startups/>, 2023.
  - [66] K. Polachowska, “12 challenges of ai adoption,” <https://neoteric.eu/blog/12-challenges-of-ai-adoption/>, June 2019.
  - [67] Polachowska, Kaja, “What are the things you must consider before implementing ai in your business?” <https://neoteric.eu/blog/>

- what-are-the-things-you-must-consider-before-implementing-ai-in-your-business/, 2019.
- [68] T. Wheeler, “The three challenges of ai regulation,” Blog post, June 2023. [Online]. Available: <https://www.brookings.edu/blog/techtank/2023/06/15/the-three-challenges-of-ai-regulation/>
- [69] Y. S. Lee, T. Kim, S. Choi, and W. Ki, “When does ai pay off? ai-adoption intensity, complementary investments, and rd strategy,” *elseiver*, 2018.
- [70] H. Brakemeier, P. Gerbert, P. Hartmann, A. Lieb, M. Schamberger, and A. Waldmann, “Applying ai: How to find and prioritize ai use cases,” 2018.
- [71] X. Bettel, *Artificial Intelligence: a strategic vision for Luxembourg*.
- [72] M. McNerney, “Why strategic partnerships are key to ai and ml success,” *Guest Column*, February 2019. [Online]. Available: <https://www.varinsights.com/doc/why-strategic-partnerships-are-key-to-ai-and-ml-success-0001>
- [73] E. Valdés, “How much is invested in artificial intelligence?” March 2023.
- [74] Y. K. Dwivedi, A. Sharma, N. P. Rana, M. Giannakis, P. Goel, and V. Dutot, “Evolution of artificial intelligence research in technological forecasting and social change: Research topics, trends, and future directions,” *Technological Forecasting and Social Change*, 2023.
- [75] BBC, “Will ai kill developing world growth?” *BBC*, April 2019. [Online]. Available: <https://www.bbc.com/news/business-47852589>
- [76] G. Metta, M. Maresca, G. Attardi, S. Benhamou, and N. Vayatis, “The future of work - skills for the modern economy,” 2018.
- [77] World Economic Forum, “Future of jobs report,” INSIGHT REPORT, 2018.
- [78] World Economic Forum , “Future of jobs report,” INSIGHT REPORT, May, 2023.
- [79] C. T. Goh, “Here are the top skills you will need for an ‘a.i.-powered future,’ according to new microsoft data,” *makeIT*, May 2023, published Tue, May 9 2023 9:00 AM EDT.
- [80] J. Manyika, S. Lund, M. Chui, J. Bughin, J. Woetzel, P. Batra, R. Ko, and S. Sanghvi, “Jobs lost, jobs gained: What the future of work will mean for jobs, skills, and wages,” November 2017.
- [81] Naciones Unidas, “Objetivos de desarrollo sostenible,” <https://www.>

- un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/,  
Fecha de acceso.
- [82] A. Di Vaio, R. Palladino, R. Hassan, and O. Escobar, “Artificial intelligence and business models in the sustainable development goals perspective: A systematic literature review,” *Journal of Business Research*, 2020.
- [83] M. Zajko, “Artificial intelligence, algorithms, and social inequality: Sociological contributions to contemporary debates,” 2022.
- [84] M. A. Goralski and T. K. Tan, “Artificial intelligence and sustainable development,” *elseiver - The International Journal of Management Education*, 2020, quinnipiac University, 275 Mount Carmel Avenue, Hamden, CT, 06518-1908, USA, Department of Political Science, Radford University, 5310 College of Humanities and Behavioral Sciences Building, Radford, VA, 24142, USA.
- [85] R. Vinuesa, H. Azizpour, I. Leite, M. Balaam, V. Dignum, S. Domisch, A. Felländer, S. D. Langhans, M. Tegmark, and F. Fuso Nerini, “The role of artificial intelligence in achieving the sustainable development goals,” *Nature Communications*, January 2020.
- [86] P. S. Rodríguez, A. G. Colmenero, and P. S.-B. González, “Sostenibilidad - estudios oficiales upm 2020,” 2021.



# **Anexos**



Este documento esta firmado por



<b>Firmante</b>	CN=tfgm.fi.upm.es, OU=CCFI, O=ETS Ingenieros Informaticos - UPM, C=ES
<b>Fecha/Hora</b>	Wed Jun 28 19:39:56 CEST 2023
<b>Emisor del Certificado</b>	EMAILADDRESS=camanager@etsiinf.upm.es, CN=CA ETS Ingenieros Informaticos, O=ETS Ingenieros Informaticos - UPM, C=ES
<b>Numero de Serie</b>	561
<b>Metodo</b>	urn:adobe.com:Adobe.PPKLite:adbe.pkcs7.sha1 (Adobe Signature)