

# El mercado de trabajo en la era digital

**Pablo Rodríguez Canfranc**  
**Carlos Guallarte Nuez**

Cuadernos de divulgación PUE



## **El mercado de trabajo en la era digital**



# **El mercado de trabajo en la era digital**

Carlos Guallarte Nuez  
Pablo Rodríguez Canfranc

© del texto: Pablo Rodríguez Canfranc, Carlos Guallarte Nuez

© de esta edición: Servei de Publicacions de la UAB

Edición:

Servei de Publicacions

Universitat Autònoma de Barcelona

Edifici A. 08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès). Spain

Tel. 93 581 10 22

sp@uab.cat

<https://publicacions.uab.cat>

ISBN (digital): 978-84-10202-40-5



Este libro está publicado con una licencia Creative Commons CC-BY-NC-ND.  
El titular de la obra autoriza a utilizar los contenidos siempre que se reconozca  
la autoría. No se permite hacer un uso comercial, ni la generación  
de obras derivadas.

# SUMARIO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	9
<b>1. LA REVOLUCIÓN DIGITAL</b>	13
La Cuarta Revolución Industrial: automatización y globalización.....	16
La llegada de las tecnologías digitales: big data, <i>blockchain</i> , <i>cloud</i> , IoT, robótica... ..	19
La nueva ola de la inteligencia artificial .....	26
Modelos de negocio en declive y modelos emergentes .....	28
<b>2. LA TRANSFORMACIÓN DEL MERCADO DE TRABAJO</b>	33
Balance de la creación y destrucción de empleo .....	34
Las máquinas ya no amenazan solo a los poco cualificados .	36
Distintos escenarios sobre el futuro de trabajo .....	40
Barreras a la automatización: limitaciones de la robótica y de la inteligencia artificial .....	44
<b>3. LA DEMANDA DE PROFESIONALES DIGITALES</b>	49
Una demanda laboral insatisfecha .....	52
Ciencia de datos .....	54
Programación .....	55
Ciberseguridad .....	57
Inteligencia artificial .....	59

Robótica .....	60
<i>Blockchain</i> .....	61
Webs y plataformas .....	62
Estrategia de negocio digital .....	63
Comunicación y marketing digital .....	63
<b>4. NUEVAS COMPETENCIAS PARA TODOS LOS TRABAJADORES</b>	<b>65</b>
El amplio concepto de competencias digitales .....	66
Las denominadas «competencias blandas» ( <i>soft skills</i> ) ....	69
El papel del sistema educativo en el desarrollo de competencias para el siglo XXI .....	71
<b>5. LA DESLOCALIZACIÓN DE LOS ENTORNOS LABORALES</b>	<b>75</b>
El espejismo del teletrabajo .....	75
Trabajo híbrido y oficinas desmaterializadas .....	79
<b>6. TENDENCIAS DE FUTURO</b>	<b>83</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>89</b>

## INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos es frecuente leer en los medios titulares alarmantes como los siguientes:

*Dos millones de empleos en España corren peligro con la implantación de la inteligencia artificial* (Infobae, febrero 2024)

*Los sindicatos se resignan a una oleada de prejubilaciones por la inteligencia artificial* (El Economista, febrero 2024)

*Su trabajo lo puede hacer un robot: estas son las profesiones en peligro de extinción* (El País, marzo 2023)

*Trabajadores obsoletos por la irrupción de la Inteligencia Artificial: el 40% de la mano de obra mundial necesitará volver a formarse* (La Razón, agosto 2023)

*Robots y destrucción de empleo, una ecuación todavía sin resolver* (El País, noviembre 2019)

La penetración de la tecnología en los sectores productivos despierta no poca preocupación en la opinión pública, que contempla cómo el maquinismo y la automatización cada vez desplazan más y más empleos. La revolución digital que ha tenido lugar en décadas recientes ha cambiado radicalmente el mundo a una velocidad vertiginosa, introduciendo los dispositivos conectados a las redes como

elementos habituales en las vidas de las personas. Todo ha sido tan rápido, que la sensación generalizada es de incertidumbre, y, en ocasiones, de miedo ante un futuro imprevisible.

Resulta muy complejo comprender los efectos que la transformación digital está teniendo para los trabajadores, los puestos de trabajo y las habilidades requeridas. De cara a entender cómo cambia el mercado laboral, es necesario analizar aspectos de la demanda de mano de obra, como las nuevas habilidades requeridas, y de la oferta, es decir, qué competencias y habilidades tiene el trabajador y cómo se ajustan a las necesidades de la ocupación a desempeñar. Todo ello debe ser enmarcado en la rápida dinámica de evolución de los distintos sectores de actividad económica, con sus características intrínsecas, y de la sustitución de los viejos modelos de negocio por otros nuevos.

El presente documento tiene por objeto analizar el impacto de la digitalización en el mercado de trabajo, y, para ello, aborda la cuestión desde distintas perspectivas, como son la variación en el volumen de ocupación, la emergencia de nuevas profesiones tecnológicas, las nuevas competencias profesionales requeridas y los cambios en la forma de trabajar.

El primer capítulo establece el marco de la época que nos ha tocado vivir y de la transformación que estamos experimentando actualmente. Las tecnologías digitales han llegado para trastocarlo todo; en apenas tres décadas han alterado la vida cotidiana de las personas —la forma de consumir ocio, de relacionarnos o de comprar y pagar, por poner unos pocos ejemplos—, y, también, se han introducido en las arterias del sistema económico y productivo, imponiendo nuevas formas de trabajar y generar valor.

Seguidamente, el análisis se orienta hacia el impacto que está produciendo la digitalización en el mercado de trabajo. La gran cuestión, aquí, es si esta revolución capaz de crear y destruir puestos de trabajo arrojará finalmente un saldo positivo de empleo, como las que la precedieron, o si, por el contrario, va a desplazar a millones de trabajadores.

En relación con lo anterior, el apartado tercero presenta la demanda de nuevas profesiones de la economía digital. Se trata, por lo general, de perfiles asociados a tecnologías tan recientes e innovadoras que todavía no encuentran una oferta en cantidad suficiente para cubrir las necesidades. De la misma manera, el epígrafe siguiente se centra en las competencias que debe tener todo trabajador en la era digital, tanto las más técnicas, o *hard skills*, como otras asociadas a la personalidad y a la dimensión social del individuo, las denominadas *soft skills*.

Otro aspecto tratado en el trabajo es el de la evolución de la forma de trabajar, desde la presencialidad en la oficina tradicional hasta distintas modalidades de trabajo en remoto. La pandemia puso sobre la mesa el papel del teletrabajo como el modelo laboral de una sociedad en red, pero en años posteriores no parece que se vaya a imponer como una norma en su forma más pura, aunque sí que presenta atractivo como un complemento a la presencialidad.

Finalmente, el último capítulo ofrece unas breves pinceladas acerca de las tendencias de futuro en este terreno, intentando dibujar un escenario en el que los trabajadores humanos comparten tareas con máquinas y algoritmos.



# 1. LA REVOLUCIÓN DIGITAL

El historiador británico Eric Hobsbawm definió la centuria pasada como el *siglo xx corto* para subrayar que, a su juicio, este no empezaba como tal hasta después de la Primera Guerra Mundial, y además acababa prematuramente con la caída del Telón de Acero y el final de la Guerra Fría: «¿Cómo hay que explicar el siglo xx corto, es decir, los años transcurridos desde el estallido de la Primera Guerra Mundial hasta el hundimiento de la URSS, que, como podemos apreciar retrospectivamente, constituyen un periodo histórico coherente que acaba de concluir?». <sup>1</sup>

De la misma forma que en la esfera geopolítica el fin de la política de bloques marcaba en la década de los noventa la llegada de un nuevo orden mundial, la irrupción de internet en las vidas de los ciudadanos de todo el mundo puso en marcha el proceso de transformación digital. A lo largo de este periodo, nuestro trabajo, nuestro ocio y, en suma, nuestra vida han ido experimentando la penetración de la tecnología, de forma que el uso diario de dispositivos conectados a redes de telecomunicaciones ya se ha convertido en algo familiar y cotidiano.

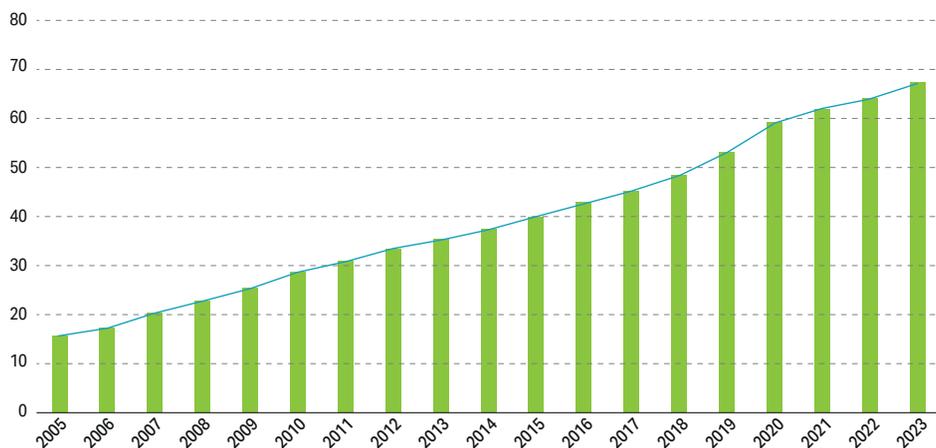
De acuerdo con la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), en 2023, aproximadamente el 67 % de la población mundial —el equivalente a 5.400 millones de personas— estaba conectada a las redes. Este porcentaje representa un crecimiento del 4,7 % res-

---

1. Hobsbawm, E. (1994). *Historia del siglo xx*.

pecto al año precedente.<sup>2</sup> Por supuesto, el nivel de penetración digital está directamente asociado al nivel económico de los países, y, en consecuencia, la digitalización es más intensa en el mundo desarrollado, con cifras que oscilan entre el 87 % y el 91 % de población que usa internet.

### Porcentaje de usuarios de internet en el mundo



Fuente: ITU (2023). *Measuring digital development. Facts and Figures 2023*.

Hay quienes han definido el proceso en el que nos hallamos inmersos como la *disrupción digital*. A diferencia de la innovación evolutiva, que se basa en un avance sobre lo que ya existía, la disruptiva implica cambios radicales en las vidas de las personas, en las formas de trabajar y de producir y, en gran medida, el desplazamiento de algunos modelos de negocio tradicionales por otros completamente novedosos. La progresiva digitalización de la economía global es más que evidente. Si analizamos la lista de las diez compañías con mayor valor de marca en 2023, solamente aparecen dos nombres que no pertenecen al sector tecnológico.<sup>3</sup> En la cabeza se

2. ITU (2023). *Measuring digital development. Facts and Figures 2023*.

3. Statista (2023). *Most valuable brands worldwide in 2023*.

sitúan Amazon, Apple, Google y Microsoft, todas marcas muy jóvenes que no alcanzan los cincuenta años de vida. Si viajamos en el tiempo y realizamos este mismo ejercicio en 2001, entre las diez primeras solamente aparecían dos empresas relacionadas con la tecnología —Intel y Microsoft—, mientras que el resto pertenecían a sectores tradicionales, como la energía, las finanzas o el comercio minorista.

La transformación digital ha cambiado el mundo tal y como lo conocimos en el siglo xx, y este cambio trae consigo grandes beneficios y oportunidades de desarrollo, pero, en paralelo, también plantea nuevos retos, incertidumbres y cambios de paradigma. Estamos creando un mundo inteligente —o *smart*, en la terminología anglosajona— en el que cada vez más y más elementos son susceptibles de estar conectados a las redes y de intercambiar información. Hoy existen grandes tendencias tecnológicas, como el big data, el internet de las cosas o la inteligencia artificial, que nos permiten recopilar todo tipo de información de nuestro entorno, almacenarla y procesarla, y convertirla en inteligencia, para poder ofrecer servicios mucho más eficientes y personalizados.

La emergencia sanitaria causada por la COVID-19 trajo consigo, como efecto colateral, la aceleración de la transformación digital que estaba en marcha desde las últimas décadas. De la noche a la mañana, numerosas actividades de la vida cotidiana de las personas tuvieron que realizarse obligatoriamente a través de las redes por el imperativo del confinamiento y el distanciamiento social impuestos por el coronavirus. Nuestro país y los de nuestro entorno se vieron de pronto sumidos en el teletrabajo y en la educación a distancia, y el volumen de operaciones financieras y de compras electrónicas se disparó. Por otra parte, las plataformas de ocio digital se afianzaron, más si cabe, entre los ciudadanos, y, en el terreno empresarial, las compañías más rezagadas comprendieron la importancia que tiene la tecnología para poder competir en los mercados del siglo xxi. La vuelta a la normalidad supuso el retorno a la presencialidad de muchas actividades; sin embargo, la semilla de la digitalización como

una tendencia imparable quedó bien plantada. La pandemia no fue más que un ensayo general del mundo que viene.

## **La Cuarta Revolución Industrial: automatización y globalización**

Cuando nos referimos a la *transición digital* estamos hablando de una Cuarta Revolución Industrial basada en la extensión y el tráfico de datos en todos los órdenes sociales, tanto de la vida cotidiana como de la actividad productiva. Nada ni nadie podrá quedar al margen de esta poderosa corriente, como sucedió en las grandes épocas de cambio tecnológico del pasado.

La Primera Revolución Industrial supuso la mecanización de la producción impulsada por la energía de vapor y marcó el nacimiento de la economía industrial del siglo XIX. La Segunda Revolución Industrial, que tuvo lugar a comienzos del siglo siguiente, trajo nuevos modelos de gestión y organización, como la producción en masa y la división de tareas en los procesos productivos, y su motor fue el uso intensivo de la electricidad como fuente de energía. Se identifica una Tercera Revolución Industrial en el proceso histórico que comienza en la segunda mitad del siglo, en que se aplicó la informática y la electrónica a la automatización de los procesos de producción. Finalmente, la Cuarta Revolución Industrial, en la que nos vemos inmersos en la actualidad, se basa en la digitalización y en los datos, y supone la conexión de las esferas física, digital y biológica, difuminando las fronteras entre ellas.

De alguna forma, esta transición digital tiene su origen en la revolución de la información del siglo pasado, y algunos autores llegan a hablar de distintas olas de digitalización: la de la década de los sesenta, con la adopción de servidores y bases de datos por parte de las grandes compañías más vanguardistas; la llegada del ordenador personal a hogares y empresas en los ochenta, y algo más adelante, del *software* corporativo y de negocio; la rápida penetración de in-

internet desde la segunda mitad de los noventa y el acceso a la información, independientemente de dónde se halle esta; la proliferación de las infraestructuras de banda ancha desde la primera década de este siglo y la caída de los precios de conexión, lo que permitió la conexión sin límites a las redes, y, por último, la popularidad de las redes sociales y el acceso móvil a internet, que conocen su impulso en la década pasada. No obstante, ya estamos viviendo nuevas olas, en este caso caracterizadas por el uso masivo de los datos y la inteligencia artificial.

Al echar la vista atrás, se hace patente que las olas de digitalización son cada vez más cortas y se suceden con mayor rapidez. La consultora McKinsey,<sup>4</sup> al estudiar este fenómeno, achaca esta aceleración a dos factores fundamentalmente:

- Por una parte, la capacidad que ofrecen las plataformas digitales para combinar entre sí las distintas tecnologías de vanguardia, como el big data, el internet de las cosas, la inteligencia artificial o la realidad virtual, entre otras. Un ejemplo de esta simbiosis es la industria 4.0, que parte de «sensorizar» las plantas productivas y realizar un uso inteligente y automatizado de las ingentes cantidades de datos recogidos.
- Por otra parte, el segundo factor está relacionado con la escalabilidad del carácter digital de esta revolución, que reposa en la conectividad, las plataformas, los datos y el *software*, elementos que se pueden replicar y expandir de forma muy rápida, gracias a los efectos de red y a los bajos costes marginales.

Paralela a la digitalización del planeta, y estrechamente relacionada con ella, se ha producido una tendencia de globalización de la economía mundial. La globalización, en su fase más reciente, trajo con-

---

4. Digital McKinsey y Cotec (2017). *La reinención digital: una oportunidad para España*.

siglo la deslocalización de las cadenas de producción de las grandes empresas, cuyos eslabones a menudo recaen en países poco desarrollados en que el coste de la mano de obra es muy barato y los gobiernos son proclives a ofrecer ventajas a la inversión productiva foránea.

La primera fase de la globalización supuso la separación geográfica entre la producción y los consumidores. En los inicios de la revolución industrial, el elevado coste del transporte hacía impensable para las empresas el vender más allá de los mercados, locales, regionales y nacionales. Todo esto cambió con el desarrollo y el abaratamiento de los medios de transporte y la posibilidad de colocar la producción industrial en el extranjero, aumentando la capacidad productiva de las empresas (por la necesidad de abastecer una demanda mucho mayor), generando economías de escala, y, en consecuencia, abaratando los costes unitarios de los productos.

A partir de la década de los ochenta, se inicia una nueva etapa de la globalización en la que al abaratamiento progresivo del transporte se le suma el despliegue corporativo de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Este factor permitió a las compañías gestionar sus cadenas de producción «a distancia», independientemente de dónde estuvieran radicadas las unidades de producción. Y surgió la fragmentación geográfica de las cadenas de valor de las empresas multinacionales, que buscaban producir en regiones en las que los costes laborales eran significativamente más bajos que en los países de origen, generando, de esta manera, un factor de competitividad que ha marcado la lucha por los mercados globales en las últimas décadas. Se produce, entonces, una fragmentación geográfica de las cadenas de producción, cuyo producto final, además, se vende en cualquier parte de la tierra: estamos ante la globalización de la producción y de los mercados.

En los últimos años, sucesos como la pandemia mundial y la invasión rusa de Ucrania han limitado y obstaculizado los flujos comerciales mundiales y también han tenido efectos negativos en las cadenas de valor globales. Algunos predicen el fin de la globaliza-

ción y la llegada de una era caracterizada por el nacionalismo, y la disminución drástica de las relaciones comerciales entre las distintas zonas de la tierra. No obstante, parece poco probable que en un planeta tecnológicamente tan interconectado se vuelva a la autarquía extrema. El tiempo lo dirá.

### **La llegada de las tecnologías digitales: big data, blockchain, cloud, IoT, robótica...**

Hablamos de que una tecnología es disruptiva cuando altera la forma de vida de las personas, reestructura las cadenas de valor de los sectores económicos y da lugar a la aparición de nuevos productos y servicios. El McKinsey Global Institute estableció ya hace tiempo las características que debían cumplir aquellas tecnologías con potencial suficiente para transformar la sociedad y la economía, que se resumen en cuatro principios:<sup>5</sup>

1. **Alta tasa de cambio tecnológico:** rápida evolución de la capacidad tanto en prestaciones como en precio, superando a cualquier tecnología sustitutiva.
2. **Amplio rango potencial de impacto:** para ser realmente disruptiva, una tecnología debe afectar a un amplio espectro de sectores de actividad, empresas y productos.
3. **Alto valor económico que puede verse afectado:** afectará a las magnitudes económicas en grandes proporciones: PIB, costes, inversión...
4. **Elevado potencial de disrupción económica:** alteran la forma de vida y de trabajar de las personas, generan nuevas oportunidades, desplazan la creación de beneficio de unos sectores a otros...

---

5. McKinsey Global Institute (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*.

En este documento, McKinsey identificaba diez tecnologías o tendencias tecnológicas, algunas de las cuales se han convertido efectivamente en vectores del cambio, y otras, en cambio, no han llegado a despuntar, por lo menos en el momento de escribir estas páginas. Es el caso de los vehículos autónomos, cuya llegada y difusión masiva estaban previstas para finales de la pasada década y que no han acabado de mostrar su viabilidad. Tampoco, por ahora, la impresión aditiva o impresión 3D ha conseguido salir del entorno estricto de la fabricación y extenderse a todos los órdenes sociales.

Otras tecnologías, por el contrario, se han convertido en pilares básicos de la economía de esta década, como el *cloud computing*, el internet de las cosas, el big data o la inteligencia artificial. Veamos algunas de ellas.

### **Computación en la nube**

Hoy en día, los terminales que utilizamos —ya sean ordenadores, tabletas, móviles o consolas— hacen uso en gran medida de servicios que están centralizados en la red. Pensemos, por ejemplo, en el correo electrónico, como Gmail de Google, en plataformas para almacenar información, como Dropbox, o en Office 365, la versión en línea de la popular suite ofimática de Microsoft. Por supuesto, servicios todavía más avanzados, como los asistentes personales o la TV por internet, reciben sus contenidos y la inteligencia artificial que los hace funcionar desde la nube.

El *cloud computing* o computación en la nube ha permitido liberar progresivamente a los terminales de la necesidad de tener una capacidad de procesamiento cada vez mayor, pues este se realiza en la nube. Los años ochenta y noventa conocieron el *boom* de los ordenadores personales, en los que todo el *hardware* necesario para ejecutar programas y aplicaciones estaba en poder del usuario. A medida que el *software* se hacía más complejo, necesitábamos máquinas cada vez más potentes. No hay más que recordar —los que vivieron aquella época— la larga procesión de microprocesadores

de Intel que se iban sucediendo, a cuál más poderoso: 286, 386, 486, Pentium...

Actualmente existe una parte importante de las empresas que hacen uso de sus propias instalaciones de tecnología y son propietarias de sus centros de procesamiento de datos (CPD). Sin embargo, diversas razones aconsejan trasladar el CPD a la nube. Por una parte, las organizaciones se enfrentan actualmente a una complejidad tecnológica creciente, difícil de seguir sin grandes inversiones por un CPD local. Por el contrario, los servicios de *cloud computing* ofrecen a la empresa una flexibilidad para adaptarse a necesidades de procesamiento o almacenamiento de datos cambiantes, sin un coste económico excesivo.

Precisamente, el coste es otra razón para apostar por la nube. Un CPD local debe ser financiado íntegramente por la empresa, tanto los equipos y el *software* instalados inicialmente como las actualizaciones y ampliaciones permanentes. En cambio, un centro alojado en el servidor de un proveedor *cloud* evita a la compañía la inversión inicial, y solamente pagará por los servicios que consume, desentendiéndose, además, de la necesidad de estar actualizando constantemente su propia plataforma con la última tecnología del mercado.

No obstante, no se trata de trasladar a la nube sin más todo aquello que antes se llevaba a través de infraestructuras informáticas propias o más cercanas. Cada organización debe buscar la estrategia de arquitectura y servicios que más se ajuste a sus necesidades. En los últimos tiempos, se ha puesto muy de moda la coetilla *as-a-Service*, o *como servicio*, que hace alusión a la tendencia que consiste en externalizar y contratar a terceros las necesidades informáticas que antiguamente residían en el seno de las empresas.

De esta manera, nos encontramos con conceptos como *IaaS* (infraestructuras), *PaaS* (plataformas) y *SaaS* (software), que suponen distintos niveles de prestación de los servicios. *Infrastructure-as-a-Service* (*IaaS*) implica que el cliente contrata los recursos —servidores, espacio de almacenamiento— y se encarga de la ges-

tión y administración de su infraestructura. Ejemplos de esta modalidad son Amazon Web Services (AWS) o Microsoft Azure, plataformas que cuentan con una serie de servicios para que los desarrolladores puedan manejar máquinas virtuales en la nube, las cuales también hacen las veces de espacio de almacenamiento.

Por su parte, el formato *Platform-as-a-Service (PaaS)* consiste en que el proveedor *cloud* ofrece una plataforma para el desarrollo de aplicaciones y el cliente no tiene control sobre la gestión o el mantenimiento. Es el caso de Google App Engine, que permite a los desarrolladores crear sus aplicaciones en Java o Python. Finalmente, *Software-as-a-Service (SaaS)* es el uso por parte de un cliente de programas albergados en la nube, como, por ejemplo, Google Drive o Dropbox.

## Internet de las cosas

En los últimos años, el internet de las cosas (*Internet of Things – IoT*) ha conseguido arrancar un gran número de titulares en todo el mundo, que ponen de manifiesto el potencial transformador de esta tecnología digital. Por poner un ejemplo, en China en 2022, el número de dispositivos conectados a las redes superó por primera vez al de humanos,<sup>6</sup> y en todo el mundo existen en 2024 alrededor de 15.000 millones, cifra que podría doblarse para 2030.<sup>7</sup>

Esta tecnología consiste en una red de dispositivos inteligentes dotados de sensores que pueden comunicarse y coordinarse entre sí a través de internet. Permite el despliegue de estrategias dirigidas por ordenador para llevar a cabo, desde el mero control y la recogida de datos hasta la gestión de nuevos modelos de negocio, la provisión de cuidados sanitarios, la administración de los recursos municipales y otras muchas tareas más.

---

6. World Economic Forum (2023). *What challenges to look out for now the 'era of connected things' has quietly arrived.*

7. Duarte, F. (2024). *Number of IoT Devices (2024)* en *Exploding Topics*.

El internet de las cosas establece una conexión entre dispositivos, plataformas, acciones y personas. Cuando pensamos en este concepto, la primera asociación que nos viene a la cabeza es la de la industria: fábricas y plantas de montaje completamente automatizadas, en las que todas las fases de la cadena de producción cuentan con dispositivos que recogen información para monitorizar todo el proceso. Sin embargo, los sensores en red tienen muchas más aplicaciones, muchas de ellas pueden afectar a nuestra vida cotidiana y se extienden por todos los sectores de actividad.

El IoT parte de la base de sensores y dispositivos en los extremos de la red cuya función consiste en recoger información y mandarla a la nube, a centros de datos, donde es procesada, analizada y utilizada para tomar decisiones. Sería el caso, por ejemplo, de los sensores para medir la calidad del aire desplegados por una ciudad, que envían sus registros a un centro de control donde se activan las alertas cuando los niveles de contaminación superan los límites establecidos.

## **Big data**

Lo que se denomina big data, que en castellano se traduce como *macrodatos*, se percibe en los entornos tecnológicos como una revolución, un nuevo salto adelante en la evolución de la tecnología digital. Los datos están por todas partes. Los dispositivos y sensores, a través del internet de las cosas, y las personas no paran de generar datos, y el reto de esta tecnología consiste en poder gestionar esa avalancha de información en bruto que nos rodea para darle una utilidad.

El big data hace referencia a grandes volúmenes de información que se mueve a altas velocidades y que puede presentar una compleja variabilidad en cuanto a la estructura de su composición. Por ello, la capacidad de ver y representar los flujos de información constituye un elemento imprescindible para su utilización y puesta en valor, ya sea con fines predictivos o con otros distintos.

El dato en sí, aislado, no tiene valor, pero al ser tratado, procesado y analizado se convierte en una fuente de conocimiento, de ventaja competitiva para las empresas y, en suma, de riqueza. La tecnología con la que contamos actualmente ha hecho posible el surgimiento de un modelo de negocio en torno a los datos que hace relativamente poco tiempo era inviable.

El big data puede ayudar a las empresas a conocer mejor a sus clientes. Los usuarios del ciberespacio van dejando trazos a medida que navegan: información sobre sí mismos y su comportamiento, sobre sus preferencias, sus costumbres, sus debilidades, etc. El procesamiento y el análisis todos esos datos sueltos permiten conocer a la persona que los ha originado y, en consecuencia, a desarrollar acciones precisas para atraerla como cliente o para fidelizarla, si ya lo es.

Por otra parte, el big data puede indicar en qué nuevos nichos de mercado operar y qué productos desarrollar para satisfacer aquellas necesidades del consumidor identificadas que actualmente no están cubiertas. También es una herramienta útil para detectar ineficiencias en el funcionamiento interno de la empresa, cuya mejora se puede traducir en ahorro de costes.

Finalmente, la *data science* es una disciplina basada en métodos matemáticos, estadísticos y de programación informática, que permite responder a preguntas relacionadas con la estrategia de la empresa, describiendo, anticipando y prediciendo sucesos y recomendando acciones. Ya se habla de estrategias empresariales «dirigidas por los datos» (*data-driven strategies*).

### ***Blockchain*, las cadenas de bloques**

El concepto de *blockchain* fue introducido en 2008 por Satoshi Nakamoto —nunca se ha llegado a saber si era el nombre de una persona o el de un colectivo—, en principio como el soporte de la criptomoneda Bitcoin. No obstante, con el tiempo esta tecnología ha demostrado su versatilidad, superando los límites del terreno fi-

nanciero y mostrando su utilidad en terrenos tan diversos como la trazabilidad de las cadenas de suministro, la atribución de pagos por derechos de propiedad intelectual, o el seguimiento de los contratos de coaseguro, por mencionar solamente tres aplicaciones.

Las cadenas de bloques constituyen una gran base de datos descentralizada y compartida que almacena datos (por ejemplo, pagos o transacciones) en registros que están protegidos mediante técnicas criptográficas. Cada registro está unido al precedente y al posterior formando una cadena —de ahí su nombre—, de modo que para alterar uno de ellos sería necesario alterar todos los que vienen detrás, lo que hace que esta tecnología sea muy difícil de falsificar y manipular con fines delictivos. Todas las operaciones que almacena una *blockchain* han sido aprobadas por consenso por todos los nodos de la red.

La tecnología de la cadena de bloques ha sido concebida como una nueva revolución tecnológica que lo cambiará todo. Don Tapscott lo define así: «La primera generación de la revolución digital nos trajo el internet de la información. La segunda generación —alimentada por la tecnología *blockchain*— nos está trayendo el internet del valor: una nueva plataforma para remodelar el mundo de los negocios y transformar para bien el antiguo orden de los asuntos humanos».<sup>8</sup>

## Robótica

La robótica no es algo nuevo. Los autómatas, con un mayor o menor nivel de inteligencia, llevan trabajando en las plantas industriales desde el último cuarto del siglo pasado. La automatización de las cadenas de producción y de montaje tiene una larga tradición, si bien en principio centrada en tareas repetitivas y en entornos estructurados. Por otro lado, el uso de robots se ha concentrado hasta

---

8. Tapscott, D. y A. (2016). *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World*. Portfolio.

ahora en una serie de sectores industriales, como, por ejemplo, el del automóvil. Sin embargo, estamos a punto de asistir a un salto evolutivo, a una migración de la robótica desde los entornos controlados hasta los espacios libres, y desde los sectores especializados hasta el resto del tejido productivo.

La nueva generación de robots está preparada para superar las tareas mecánicas de una cadena de montaje o el mero transporte de objetos. Una *startup* californiana, FarmWise,<sup>9</sup> está desarrollando maquinaria autónoma que se ocupe de todas las tareas del ciclo agrícola, desde la siembra hasta el desbroce y la cosecha. Sus tractores incorporan visión artificial y algoritmos que aprenden sobre cómo actuar con cada cultivo específico. Otro campo de acción de la robótica es la interacción directa con seres humanos, como hace el autómatas sueco Tengai, un busto humanoide que realiza entrevistas laborales.<sup>10</sup>

La Federación Internacional de Robótica (IFR) ha calculado que se produjeron en 2022 más de 553.000 instalaciones de robots industriales en todo el mundo, lo que supone una tasa de crecimiento interanual del 5 %.<sup>11</sup> España presenta un lugar destacado en el mercado global de la robótica, pues ese mismo año ocupa el puesto número doce en el volumen de instalación de robots industriales, por encima incluso de países como Canadá.

## La nueva ola de la inteligencia artificial

De todas las tecnologías que forman parte de la revolución digital, sin duda la que promete ser más disruptiva es la inteligencia artificial. Esta disciplina y sus ramas asociadas, como el aprendizaje automático (*machine learning*) y el aprendizaje profundo (*deep lear-*

---

9. <https://farmwise.io>

10. Europa Press (2019). *Tengai es un robot diseñado para hacer entrevistas de trabajo y evitar los prejuicios*, 22 de marzo.

11. IFR (2023). *World Robotics 2023 Report: Asia ahead of Europe and the Americas*.

ning), se difunden por todos los sectores de la actividad económica, en primer lugar, en los sectores tecnológicos y financieros, pero más adelante, en los de la salud y los cuidados sanitarios, al mismo tiempo que transforman el mundo de los medios de comunicación y empiezan a llegar a otros como la educación.

La inteligencia artificial ofrece un gran potencial al combinarse con otras tecnologías de vanguardia emergentes o ya existentes, como es el caso del análisis de big data, la comprensión del lenguaje natural, la traducción del habla y la optimización de sistemas. A modo de ejemplo, los departamentos de marketing emplean herramientas de análisis avanzadas que estudian el comportamiento de los clientes y la optimización de las actuaciones y campañas, muchas de las cuales utilizan componentes de inteligencia artificial.

La inteligencia artificial generativa es la última tendencia en este campo que no deja de producir titulares en su breve vida mediática. Desde que hace poco tiempo se convirtió en la tecnología de moda gracias a la herramienta ChatGPT de la empresa Open.AI, su capacidad para erigirse en amenaza para actividades económicas y competencias profesionales no ha dejado de crecer. El potencial transformador que presenta reside en su habilidad para generar contenidos —texto, imagen, vídeo o código de programación— utilizando para ello grandes cantidades de datos, generalmente procedentes de internet.

La oleada actual de inteligencia artificial en la que nos vemos inmersos está basada en el aprendizaje automático (*machine learning*) y el aprendizaje profundo (*deep learning*), que son las denominadas redes neuronales, y hace uso del big data, es decir, se nutre de inmensas cantidades de información para poder construir modelos. Con frecuencia se compara el *deep learning* con la neurología, pues la inteligencia artificial permite construir sistemas que imitan el funcionamiento del cerebro en la forma en que este clasifica la información recibida, por ejemplo, identificando objetos en función de los rasgos que contienen. Son programas que elaboran sus diagnósticos o predicciones sobre la base de la probabilidad, y llevan a

cabo una forma de aprendizaje que contempla la retroalimentación: en sucesivas vueltas reciben el grado de acierto de sus dictámenes y realizan las correcciones oportunas.

Por otra parte, la conocida como *inteligencia artificial simbólica* se centra en la manipulación y el procesado de símbolos y conceptos en vez de grandes cantidades de datos numéricos. Este tipo de algoritmos funciona manejando símbolos que representan objetos o ideas del mundo y sus relaciones. La principal aproximación de esta rama es el uso de programación basada en la lógica, en la que las normas y los axiomas son utilizados para realizar inferencias y deducciones.

Mientras que la inteligencia artificial simbólica es más adecuada para trabajar en entornos de conocimiento bien definido y estructurado, el aprendizaje automático es más útil cuando existen grandes volúmenes de datos y patrones complejos.

Para algunos expertos, el futuro de esta tecnología debería basarse en «modelos híbridos» de inteligencia artificial, que combinen lo mejor de las dos aproximaciones: el aprendizaje basado en datos de las redes neuronales y las poderosas capacidades de abstracción implícitas en la manipulación simbólica. El problema es que a menudo estas dos visiones han sido concebidas como antagónicas, pero no tiene por qué ser así. Mientras que el aprendizaje profundo extrae patrones de grandes conjuntos de datos no estructurados recogidos del mundo real, los métodos basados en reglas pueden realizar la manipulación simbólica de los datos recogidos, creando abstracciones de estos. Sin ir más lejos, el popular motor de búsqueda de Google es un modelo híbrido.

## **Modelos de negocio en declive y modelos emergentes**

La transformación digital en el ámbito empresarial puede entenderse como la reorganización de los procesos de negocio, las metodologías de trabajo y las estrategias empresariales mediante la apli-

cación de tecnologías digitales para la mejora de la eficiencia y la productividad, con el objetivo final de impulsar el crecimiento económico, incrementando las ventas y optimizando los costes.

La revolución tecnológica ha traído cambios en el funcionamiento de las empresas, que redefinen sus procesos y operaciones, y también provoca alteraciones profundas en los modelos de negocio. Por una parte, la digitalización hace que dejen de tener sentido actividades que se venían realizando o que pierdan gran parte del valor añadido que aportaban al convertirse en sustituibles por nuevas soluciones. A modo de ejemplo, pensemos en cómo la fotografía digital acabó con todo el sector de producción de carretes y con los laboratorios de revelado —e, incluso, cómo el teléfono móvil inteligente asestó un golpe fatal a la venta de cámaras fotográficas—, o en cómo la industria discográfica ha sido trastocada por los servicios ofrecidos por las plataformas de *streaming*. Igualmente, plataformas como Amazon han transformado totalmente el sector del comercio minorista, y empresas como Uber y Airbnb han cambiado las reglas del transporte urbano de viajeros y del alojamiento turístico, respectivamente.

Generalmente, las compañías digitales tienen como principio la satisfacción de las necesidades del usuario o cliente potencial, generalmente aplicando una solución innovadora basada en la tecnología. Primero se diseñan productos valiosos y posteriormente se estudia cómo monetizarlos.

Una estrategia de negocio digital es una respuesta de negocio a la pregunta: *¿cómo debe evolucionar nuestro modelo de negocio para sobrevivir y crecer en un mundo crecientemente digital?* No se trata de diseñar una nueva estrategia, sino de reconsiderar toda la estrategia de negocio de la empresa desde la óptica de la digitalización.

La digitalización del negocio no debe verse como un tema de moda que hay que acometer porque todo el mundo lo hace. Introducir tecnología en la empresa sin análisis ni reflexión solamente puede llevar a derrochar recursos y oportunidades. El asesor de empresas Ken Fa-

varo recomienda a los directivos plantearse cinco preguntas antes de iniciar la digitalización del negocio:<sup>12</sup>

1. *¿Cambia la tecnología digital el negocio en el que deberías estar?*

Por ejemplo, ¿podría la tecnología expandir tu modelo de negocio actual a lo largo de la cadena de valor? Amazon transformó su potente plataforma informática interna en Amazon Web Services, un negocio lucrativo que ofrece poder computacional y espacio de almacenamiento a terceras empresas.

2. *¿Cómo puede la tecnología digital mejorar la forma en que añades valor al negocio en el que estás?*

Debemos preguntarnos cómo la tecnología nos puede hacer más competitivos en el mercado en el que estamos, y mejorar la capacidad de la empresa.

3. *¿Podría la tecnología digital cambiar nuestro mercado objetivo?*

Por ejemplo, la tecnología puede erosionar nuestro mercado objetivo, como hizo con los medios de comunicación y con las agencias de viaje, o abrirnos nuevos mercados potenciales.

4. *¿Afecta la tecnología digital a la proposición de valor para tu cliente objetivo?*

En muchos casos, la tecnología puede aportar valor a la oferta que le hacemos al cliente. Lego utilizó la realidad virtual para que los niños pudiesen jugar construyendo en línea, y ello tuvo un efecto positivo sobre sus ventas físicas de juguetes.

---

12. Favaro, K. (2016). *Don't Draft a Digital Strategy Just Because Everyone Else Is*. Harvard Business Review.

5. *¿Cómo puede la tecnología digital impulsar las capacidades de la empresa que le diferencian de sus competidores?*

Se trata de ver cómo afecta positivamente la digitalización a todo aquello que hacemos mejor que los demás.

Como es lógico, la profunda transformación que está teniendo lugar en las empresas y en los sectores de actividad económica está produciendo efectos en el entorno laboral. Muchos puestos de trabajo se ven directamente amenazados por la tecnología, mientras que otros requerirán de nuevas competencias para su desempeño. Por otro lado, emergen nuevas demandas profesionales digitales que actualmente no encuentran una oferta de mano de obra suficiente.

La transformación digital del trabajo no solo está afectando a la aparición de nuevas profesiones y a la automatización de otras tradicionalmente realizadas por humanos, sino también a la propia naturaleza de las relaciones laborales. La irrupción de las plataformas digitales orientadas a la prestación de servicios, como Airbnb, Uber, Clickworker o Taskrabbit, está provocando que las categorías clásicas de relaciones laborales (empleado por cuenta ajena, autónomo, etc.) no sirvan para dar una respuesta adecuada a los nuevos tipos de relación que se están estableciendo entre la propia plataforma y las personas proveedoras de los servicios.

El capítulo siguiente plantea distintos escenarios sobre el futuro del trabajo, unos más optimistas y otros abiertamente distópicos, que plantean la aparición de grandes bolsas de desempleados desplazados por las máquinas.



## 2. LA TRANSFORMACIÓN DEL MERCADO DE TRABAJO

Una de las mayores preocupaciones de los tiempos que vivimos parte de la posibilidad de que tenga lugar una destrucción de empleo masiva derivada de la sustitución de trabajadores por tecnología. Este momento de cambio ha sido calificado como disruptivo, y la incertidumbre que conlleva a veces evoca visiones apocalípticas de sociedades con masas de desempleados empobrecidos cuyo trabajo ya no es necesario para unos sistemas productivos completamente automatizados.

Dejando de lado las imágenes de futuro más propias de la ciencia ficción que de la ciencia prospectiva, en la actualidad prevalece en el imaginario colectivo una fotografía distópica del mundo que viene, que ha sido probablemente alentada por la dureza con que golpeó a las sociedades la crisis de 2008, la pandemia global posterior y la inestabilidad general que presenta el tablero geopolítico global, especialmente por los conflictos de Ucrania y de Oriente Medio.

La evolución de la tecnología también es un factor determinante, aunque no el único, en la transformación en marcha. La digitalización de la economía y de la sociedad se hace patente especialmente desde el comienzo de este siglo. La sensación general es que todo ha ocurrido muy rápido, más rápido que en otras épocas de cambio, lo que justifica la utilización del término *disrupción* para definir este fenómeno. Mientras que una transición implica pasar de un punto A a un punto B, la disrupción supone pasar de un punto A al caos, aunque, tras un periodo de confusión e incertidumbre, se acaba por llegar a B. En ese momento de caos nos encontramos en la actualidad,

viendo cómo la transición de una economía postindustrial a una digital amenaza nuestros empleos y nuestras formas de vida, exigiéndonos que cambiemos, que hagamos las cosas de otra manera o que nos atengamos a las consecuencias.

Pero ¿realmente vamos a asistir en los próximos años a una severa destrucción de empleo neto? ¿No puede ocurrir, como en las pasadas revoluciones industriales, que a la larga el cambio tecnológico cree más trabajo que el que elimina?

## **Balance de la creación y destrucción de empleo**

Las grandes transformaciones económicas ocurridas en el pasado implicaron la destrucción de un gran volumen de empleo, pero también la aparición de una nueva demanda de trabajadores, con el resultado, a largo plazo, de que se creó más empleo del que desapareció. La Primera Revolución Industrial, la llegada de la producción en cadena fordista o la automatización de las líneas de montaje son ejemplos de que el cambio tecnológico, aunque eliminó o transformó determinadas profesiones, ofreció nuevas oportunidades laborales basadas en las necesidades del sistema productivo emergente. A pesar de que el progreso tecnológico siempre ha tenido un carácter disruptivo, su papel ha resultado fundamental para la evolución de la prosperidad de la humanidad.

Pensemos que antes de que tuviese lugar la Primera Revolución Industrial la renta en todo el mundo no superaba la actual línea de pobreza, pero, a medida que se extendió el maquinismo por las distintas naciones, el nivel de renta comenzó a crecer con fuerza hasta llevarnos al mundo que conocemos hoy. No obstante, fue un período altamente disruptivo, que alteró profundamente la vida de las personas al sustituir el modo de producción artesanal por las fábricas repletas de máquinas.

El profesor Carl Benedikt Frey subraya que las distintas tecnologías impactan de forma diferente en el mercado de trabajo: los as-

censores automáticos acabaron con la profesión de ascensorista, pero la llegada del telescopio y su perfeccionamiento no han causado eliminación alguna de puestos de trabajo.<sup>13</sup> Frey postula que la llegada de una tecnología innovadora suele iniciar un período de desplazamiento de mano de obra, con presión sobre los salarios e inestabilidad, al que le suele seguir una segunda época de creación de nuevos empleos y florecimiento de la actividad económica y el comercio, como, por ejemplo, la expansión de la industria del automóvil en el siglo xx.

Existen ciertos paralelismos entre lo que ocurrió en la Primera Revolución Industrial y las tendencias que contemplamos en la actualidad, en concreto, la desigualdad en la distribución de la riqueza. Los ingresos potenciales de numerosos colectivos presentan una caída progresiva, y, en este sentido, Carl Benedikt Frey aporta el dato de que los trabajadores manufactureros con un nivel de estudios básicos han perdido en torno al 30 % de su poder adquisitivo desde 1980, año de referencia previo a la introducción de la robótica industrial.

Si bien la transformación digital crea nuevos empleos en sectores y actividades emergentes, lo suelen hacer en áreas geográficas distintas de las que han sufrido el declive industrial, de forma que no suele suponer ninguna solución para el gran volumen de trabajadores desplazados por la automatización. Además, sin el adecuado proceso de formación y reciclaje, esta fuerza de trabajo no está capacitada para desempeñar empleos en sectores tecnológicamente intensivos.

Daniel Susskind, catedrático de Economía del King's College de Londres, considera que, en el momento actual, a pesar de la automatización, sigue habiendo trabajo para las personas, pero es diferente al tradicional o se realiza en lugares distintos, como se indicaba en el párrafo precedente.<sup>14</sup>

---

13. Benedikt Frey, C. (2024). *Trabajo y educación en la era de la IA*. Enlighted 2023. Repensar la educación en la era de la IA.

14. Susskind, D. (2024). *Un mundo sin trabajo: tecnología, automatización y cómo debemos responder*. Enlighted 2023. Repensar la educación en la era de la IA.

La gran pregunta a la que nos enfrentamos hoy en día es si esta nueva revolución económica y social producida por la innovación tendrá, a largo plazo, un balance positivo en términos de empleo.

## **Las máquinas ya no amenazan solo a los poco cualificados**

Tradicionalmente el maquinismo amenazaba principalmente a las profesiones manuales. Las distintas revoluciones industriales del pasado supusieron la sustitución de mano de obra en las tareas físicas de la agricultura y la manufacturación, algo que se intensificó con la implantación de las cadenas de producción automatizadas y la robótica industrial.

En general, se pensaba que las máquinas nunca podrían reemplazar a los trabajadores con un mayor nivel de cualificación. Sin embargo, sí que pueden, y cada vez son capaces de realizar tareas más sofisticadas, hasta el punto de que la inteligencia artificial generativa —tan de moda últimamente— ya es capaz de escribir, por ejemplo, un contrato mercantil o un guion de cine, o crear un vídeo a partir de la descripción de un texto. Muchas categorías profesionales que antes se sentían seguras ante la innovación, como guionistas, abogados o contables, ahora ven con temor cómo pueden ser perfectamente sustituibles.

En este terreno, existe un análisis pionero de los profesores de Oxford Carl Benedikt Frey y Michael A. Osborne, publicado en 2013, sobre el grado de supervivencia a la informatización de 702 distintas profesiones en los Estados Unidos. El trabajo clasificó los empleos según la probabilidad de ser automatizados, pero ofrecía una cifra global: el 47 % del empleo del país corría el riesgo de ser sustituido por máquinas. Lo más llamativo de las conclusiones es que postulaban que, a diferencia de las revoluciones industriales precedentes, ahora la sustitución de trabajadores humanos ya no afecta solamente a aquellos dedicados a tareas de baja cualificación, sobre

todo trabajos manuales, sino que alcanza a perfiles considerados «de cuello blanco», como los administrativos y trabajadores de oficinas, así como los empleados en el transporte y la logística.

La conclusión de Frey y Osborne fue que solamente la creatividad supone una barrera para que la tecnología asuma las tareas humanas y sentencian en su informe: «para que los trabajadores puedan ganar la carrera, deben adquirir habilidades creativas y sociales».<sup>15</sup>

Los mismos autores del informe anterior y Hasan Bakhshi, de la fundación de innovación Nesta, repitieron dos años después esta misma conclusión en un nuevo trabajo, subrayando que las profesiones altamente creativas aguantarán mejor la amenaza de sustitución del humano por la tecnología, en concreto de la robótica y la inteligencia artificial. Los datos del estudio empírico realizado ponen en evidencia que el 21 % del empleo en Estados Unidos es considerado creativo, mientras que en Reino Unido la cifra es del 24 %. Las personas prevalecerán en aquellos trabajos en los que el producto final no está previamente bien especificado y que requieren de interpretación, especialmente cuando se desarrollen en entornos complejos y poco predecibles, que son aquellos en los que las máquinas funcionan peor. Algo más de diez años después ya no estamos tan seguros de que la creatividad constituya una tabla de salvamento profesional.

En 2018, el experto en inteligencia artificial Kai-Fu Lee llevó a cabo un ejercicio de predicción del riesgo de desaparición de las distintas profesiones.<sup>16</sup> Para ello las clasificó en cuatro grupos: las que están en zona de peligro; las que tienen un barniz humano (*human veneer*); las que considera que la automatización se les va acercando «reptando lentamente» (*slow creep*), y las que están en una zona de seguridad.

---

15. Benedikt Frey, C. y Osborne, M. A. (2013). *The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?*

16. Lee, Kai-Fu (2018). *AI Superpowers. China, Silicon Valley and the New World Order*. Houghton Mifflin Harcourt. Boston-NewYork, 2018.

## Riesgo de sustitución: trabajos cognitivos



## Riesgo de sustitución: trabajos físicos



Fuente: Lee, Kai-Fu (2018), *AI Superpowers. China, Silicon Valley and the New World Order*. Houghton Mifflin Harcourt. Boston-New York, 2018.

A su juicio, las ocupaciones encuadradas en la zona segura no corren ningún riesgo a medio plazo de ser realizadas por máquinas. Las basadas en el trabajo físico serían las que requieren una gran destreza en un entorno no estructurado, lo que dificulta el uso de robots, y las que tienen un componente de habilidades sociales. Entre los ejemplos señalados, están los cuidadores de personas mayores, los peluqueros, los fisioterapeutas o los educadores de perros.

Por otro lado, las profesiones basadas en el trabajo cognitivo que están fuera de peligro son aquellas que demandan creatividad o estrategia, y habilidades sociales como, por ejemplo, cargos directivos, psiquiatras, directores de relaciones públicas, trabajadores sociales o abogados criminalistas.

En la zona de peligro de las profesiones físicas, se incluyen las que no requieren mucha destreza manual, que se desarrollan en un ambiente estructurado y que no dependen de las habilidades sociales. Son fácilmente automatizables en un futuro cercano perfiles como los cajeros, empleados de locales de comida rápida, cocineros, conductores, horticultores o trabajadores de la industria textil, entre otros.

Aquellas tareas intelectuales que no requieren demasiadas habilidades sociales y que pueden ser desempeñadas por algoritmos son las relacionadas con profesiones como las de radiólogo, traductor, las que tienen que ver con la atención al cliente, asesor fiscal, tomador de seguros, telemarketing o las relacionadas con servicios financieros, como el estudio para la concesión de préstamos.

Después de la zona de peligro y de la zona de seguridad, aparecen dos categorías más ambiguas. La que Kai-Fu Lee denomina como «barniz humano», que incluye profesiones basadas en tareas que ya pueden realizar las máquinas, pero que la interacción social que requieren impide automatizarlas en masa. En el caso de los trabajos manuales, serían empleos como los relacionados con la hostelería, por ejemplo los de barman, camarero o recepcionista. Por la parte de los intelectuales, están los profesores, los médicos generalistas, los guías turísticos o los asesores financieros, entre muchos otros.

Finalmente, el grupo bautizado como *slow creep* incluye trabajos que no requieren importantes habilidades sociales, pero sí una destreza manual y capacidad para desenvolverse en entornos no estructurados, en el caso de profesiones físicas, y de creatividad, en el de las intelectuales. Con el tiempo, el desarrollo de las máquinas probablemente conseguirá desplazar a los trabajadores de estos empleos. Serían, en el caso de las tareas físicas, ocupaciones como taxista, fontanero, trabajador de la construcción, limpiador o mecánico aeroespacial. Y en el caso de las intelectuales, estarían los científicos, artistas, investigadores médicos, diseñadores gráficos, analistas legales y financieros o redactores periodísticos.

## Distintos escenarios sobre el futuro de trabajo

Desde la publicación del trabajo pionero de Frey y Osborne en 2013, comentado en el epígrafe anterior, han proliferado los informes académicos y técnicos que pretenden evaluar el impacto de la revolución tecnológica sobre el empleo. En general, se trata de ejercicios bastante interesantes que juegan con las diferentes variables que condicionan el futuro en este campo y de las que se pueden extraer conclusiones que ayudan a esbozar, aunque sea a grandes rasgos, el futuro del mercado de trabajo a corto plazo o medio plazo.

Entre las visiones del futuro más pesimistas se sitúa la del informe de Bain & Company *Labor 2030: the collision of demographics, automation and inequality*, que predice décadas de disrupción fruto de lo que denomina «la colisión entre la demografía, la automatización y la desigualdad».

El trabajo parte de la premisa de la reducción, en el marco temporal considerado, del volumen de la fuerza de trabajo en Europa y Estados Unidos. De hecho, en este último país se establece una proporción de menos de un trabajador por cada ciudadano dependiente. En principio, esto parece una buena noticia para los trabajadores

que queden en activo, pues la escasez de mano de obra debería presionar al alza los salarios.

Sin embargo, también se espera que las máquinas destruyan empleo, con lo que este podrá escasear en el escenario de 2030, a pesar de la caída de la oferta de trabajadores. Por ejemplo, en el ámbito estadounidense, la automatización podría sustituir a trabajadores humanos dos o tres veces más rápido que en transformaciones de este tipo ocurridas en el pasado. El análisis llevado a cabo en el estudio concluye que la tecnología podría eliminar hasta el 50 % de los empleos que existen en la actualidad, una cifra similar a la que ofrecía el trabajo de Frey y Osborne (47 %).

Otra de las predicciones en este campo es la del Foro Económico Mundial, que lleva el título de *Eight Futures of Work. Scenarios and their Implications*. El estudio esboza ocho escenarios de futuro en función del comportamiento de tres variables: el cambio tecnológico, la evolución del aprendizaje y la movilidad del talento.

En el primer caso, se tiene en cuenta a qué velocidad penetrarán en nuestras sociedades la robótica, la inteligencia artificial o la analítica de datos (puede ser un cambio estable o acelerado). El siguiente elemento hace referencia al ritmo al que la fuerza de trabajo adquiere las competencias que demanda la economía digital (puede ser lento o rápido). Finalmente, el modelo evalúa el grado de movilidad de la fuerza de trabajo, entre regiones y entre países (baja o alta).

De esta forma, nos podemos enfrentar a un abanico de situaciones más o menos deseables e, incluso, una excesivamente optimista, en la que las tres variables evolucionan muy rápido, lo que implicaría la creación de una gran fuerza de trabajo en el mundo, intensamente cualificada y dedicada al aprendizaje permanente, que se mueve constantemente buscando nuevas oportunidades laborales en los numerosos focos geográficos de innovación y dinamismo económico que existen.

El siguiente informe considerado aquí, firmado por la consultora PwC, temporaliza el impacto del cambio en tres grandes oleadas. Se

trata del texto *Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long-term impact of automation*, que analiza cómo y cuándo irá afectando la automatización a los distintos sectores de actividad.

La primera ola transformadora, denominada *algorítmica*, ha llegado a principios de la década de 2020, y tiende a automatizar tareas computacionales simples y el análisis de datos estructurados, afectando a los sectores intensivos en datos, como pueden ser los servicios financieros.

El estudio sitúa una segunda oleada a finales de los años veinte, la ola de *augmentación*, caracterizada por la interacción dinámica de la tecnología como apoyo al trabajo de oficina y a la toma de decisiones. También incluye la robotización de tareas en entornos semi-controlados, como puede ser mover objetos en almacenes.

La ola final, la *autónoma*, tendrá lugar a mediados de la década de 2030 y supondrá la automatización de la destreza manual y del trabajo físico, así como la resolución de problemas en situaciones dinámicas del mundo real que requieren acciones de respuesta, como el transporte y la construcción. Los autores predicen que esta ola destruirá el 45 % de los empleos de baja cualificación y más del 35 % de los de media cualificación.

No todo son malos augurios; también existen opiniones optimistas que confían en que todo el empleo que va a ser destruido por la inteligencia artificial y la automatización de tareas será compensado por otro generado en nuevas ocupaciones. Se trata de una visión que propone la firma McKinsey en su trabajo *Jobs lost, jobs gained: workforce transitions in a time of automation*.

Los autores reconocen la capacidad de las tecnologías de vanguardia para automatizar el trabajo humano, pero afirman que la proporción de trabajadores desplazados en 2030 será menor que la prevista: han calculado un porcentaje de no más de un tercio, variando según el grado de desarrollo de los 46 países que contempla el estudio. Predicen que el proceso de cambio tecnológico producirá un aumento de la productividad que generará una mayor demanda de trabajadores.

Las necesidades de empleo de la economía en 2030 pueden exceder la oferta existente en ese momento, llegando a una situación de pleno empleo. En cualquier caso, estiman que, en esa fecha, en torno al 14 % de los trabajadores del mundo tendrá que cambiar de categoría profesional para trabajar mano a mano con las máquinas. Probablemente, necesitarán formación y desarrollar habilidades sociales y emocionales, la creatividad, capacidades cognitivas elevadas y otras que no pueden ser automatizadas.

Por otro lado, el estudio *Automation, skills use and training* de la OCDE se centra en cómo el impacto de la tecnología transforma los mercados laborales y las habilidades requeridas de los trabajadores. Un hallazgo interesante que trae el trabajo de la OCDE es que el riesgo de automatización es más alto entre los trabajadores más jóvenes que entre los seniors, probablemente por el menor coste de despido de los primeros. Se trata de un factor que podría incidir sobremanera en las tasas de empleo juvenil, en algunos países ya de por sí bastante altas.

Frente a las aproximaciones al tema basadas en la tecnología, aparecen opiniones heterodoxas que eximen a la innovación de la destrucción de empleo y lo achacan, en cambio, a la baja productividad que experimentan las economías. Es el caso del *think tank* ITIF (*Information Technology & Innovation Foundation*), que defiende, aportando estadísticas y datos, que la destrucción de empleo actual no es especialmente elevada, comparada con otras épocas de la historia de Estados Unidos. En su informe *False Alarmism: Technological Disruption and the U.S. Labor Market, 1850–2015*, los autores niegan rotundamente que el ritmo de innovación tecnológica que vivimos —que para algunos es exponencial en vez de lineal y que no ha tenido precedentes—, sea de ninguna forma especial comparado con los de los anteriores 165 años.

Atendiendo a la destrucción absoluta de empleo, el siglo xx registró una media por década del 5,9 %, y, sin embargo, entre 2000 y 2010 la cifra tan solo fue del 4,1 %. Durante el siglo pasado, el empleo era destruido a un ritmo mayor que en este. ¿Qué sucede, entonces,

con el empleo actualmente? A juicio de los autores del informe, el problema de las economías actuales no es la amenaza de la tecnología, sino el bajísimo crecimiento de la productividad, que, de acuerdo con los resultados del informe, en la última década ha sido el menor en 75 años.

Esta última tesis es compartida por los autores del libro *Work in the digital age: challenges of the fourth industrial revolution. Identifying the challenges for work in the digital age*. El planteamiento es que se ha sobreestimado tanto el impacto sobre el empleo como la velocidad del cambio de las tecnologías disruptivas, por ejemplo, la inteligencia artificial, la robótica, la impresión en 3D, la conducción autónoma, la computación cuántica y la nanotecnología. No existe una evidencia histórica de que la desaparición de habilidades laborales, como consecuencia de la llegada de nueva tecnología, conduzca a una situación de desempleo masivo. Más bien se produce un efecto redistributivo: «las tecnologías digitales parecen haber aumentado drásticamente la distribución de las ganancias asociadas a la emergencia de nuevas tecnologías, como si el capitalismo monopolístico hubiese resurgido ahora en forma digital».

## **Barreras a la automatización: las limitaciones de la robótica y de la inteligencia artificial**

A pesar del inmenso potencial de la tecnología digital, y, en particular de la inteligencia artificial, y de la amenaza que parece suponer para el mercado laboral, en la actualidad se alzan voces que matizan los logros alcanzados y que ponen en cuestión la supuesta superioridad de las máquinas sobre los trabajadores humanos.

Las principales críticas se centran en la esencia misma de esta nueva ola floreciente de la inteligencia artificial: el aprendizaje automático y, por extensión, el aprendizaje profundo. Esta última tendencia arranca con vigor hacia el año 2012 y es una tecnología que permite dotar a las redes neuronales de la capacidad para clasificar

objetos gracias a un proceso de aprendizaje alimentado de inmensas cantidades de datos, el denominado big data.

Las redes neuronales emulan el funcionamiento del cerebro en su manera de clasificar la información; por ejemplo, son capaces de identificar objetos en función de los rasgos que contienen. Se trata de algoritmos que se basan en la probabilidad para realizar sus diagnósticos y predicciones, a través de un sistema de aprendizaje fundamentado en la retroalimentación. Así, en sucesivas vueltas recibe el grado de acierto de sus dictámenes y realiza las correcciones oportunas. Básicamente consiste en un funcionamiento mediante la prueba y el error. El nombre *aprendizaje profundo* hace referencia a que las redes neuronales tienen una estructura basada en numerosas capas, que crecen al ritmo de la innovación haciendo los sistemas cada vez más sofisticados.

Una corriente de especialistas, encabezada por el experto en psicología cognitiva y profesor en la Universidad de Nueva York Gary Marcus, llevan ya tiempo rebajando las expectativas del aprendizaje profundo, denunciando sus limitaciones y subrayando la necesidad de combinarlo con otras técnicas de inteligencia artificial para que esta tecnología realmente pueda alcanzar todo su potencial y siga evolucionando.

### **LAS LIMITACIONES DEL APRENDIZAJE PROFUNDO**

1. Es un devorador de datos. Ante situaciones o problemas en que los datos no están disponibles en grandes cantidades, el aprendizaje profundo puede no resultar la mejor solución.
2. Es muy superficial y ofrece pocas oportunidades de transferencia. Cuando se llevan a cabo los denominados test de transferencia en los que el algoritmo es confrontado con escenarios que difieren, aunque sea ligeramente, de aquellos en los que ha sido entrenado, las soluciones que ofrece resultan superficiales.

3. No puede tratar de forma natural con una estructura jerárquica. Las correlaciones que establecen este tipo de sistemas entre distintos elementos son llanas, y cuando se enfrentan con una estructura jerárquica, como por ejemplo una frase subordinada a otra, estos algoritmos pueden aproximarse de forma inadecuada al análisis.
4. Choca con las inferencias lógicas. El aprendizaje profundo, en el caso de procesamiento de lenguaje natural, consigue desenvolverse con éxito en situaciones en las que la solución está contenida en un texto, pero empieza a tener problemas cuando esta no es tan explícita, bien porque se combinen muchas frases, bien porque las frases hagan alusión a un trasfondo que no aparece en el fragmento de texto.
5. No es lo suficientemente transparente. Cuando se habla de la opacidad de las redes neuronales, se hace referencia a que son sistemas que analizan millones de parámetros para tomar decisiones y cuyo funcionamiento concreto queda fuera del conocimiento incluso de sus creadores.
6. No ha sido debidamente integrado con el conocimiento previo. Se suele entrenar a estos sistemas con una base de datos que asocia *outputs*, o productos, con los respectivos *inputs*, haciendo aprender la relación entre ambos para solucionar un problema dado. Un conocimiento previo no suele ser introducido en el algoritmo.
7. No es capaz de distinguir claramente causalidad y correlación. Aunque el aprendizaje profundo ayuda a establecer relaciones entre los insumos que recibe de información y el producto resultante, no se puede hablar de que entienda la relación de causalidad.
8. Cree vivir en un mundo estable. El aprendizaje profundo funciona mejor en un mundo estable con reglas precisas como, por ejemplo, un juego de mesa, y no tan bien en entornos menos predecibles, como puede ser la evolución de los sistemas financieros.

9. Funciona bien como una aproximación, pero a veces sus soluciones no son fiables del todo. El aprendizaje profundo funciona bien en determinadas situaciones, pero puede ser fácilmente engañado, por lo que hay que tratar con mucha cautela sus predicciones y dictámenes.
10. Es difícil de aplicar en la ingeniería. Se trata de sistemas que pueden funcionar en determinadas circunstancias, pero es difícil garantizar que den respuestas adecuadas en circunstancias alternativas con datos nuevos que pueden no parecerse a los que han sido utilizados en su entrenamiento.

Fuente: Marcus, G. (2018). *Deep Learning: A Critical Appraisal*.

La robótica es otro de los campos que vive una época de esplendor en la actualidad y constituye otra tecnología capaz de desplazar el trabajo humano. Sin embargo, hasta ahora era incapaz de reemplazar algunas tareas físicas que llevamos a cabo los humanos. Es lo que se conoce como la *paradoja de Moravec*.

Hans Peter Moravec es un experto austriaco en robótica del Robotics Institute de la Carnegie Mellon University, en Pittsburgh, Pennsylvania. En la década de los ochenta, postuló, junto con Rodney Brooks y Marvin Minsky, una teoría según la cual, mientras que resulta relativamente fácil –o por lo menos alcanzable– aplicar con éxito la inteligencia artificial para reproducir las habilidades intelectuales de los humanos, resulta mucho más difícil crear un robot con nuestra capacidad de percepción y nuestras habilidades sensoromotoras: «es comparativamente fácil crear ordenadores que presenten un nivel adulto en la ejecución en test de inteligencia o jugando a las damas, y difícil o imposible el dotarlos de las habilidades de percepción y movilidad de un bebé de un año».<sup>17</sup>

---

17. Moravec, H. P. (1988). *Mind Children*.

Existen muchos trabajos manuales en los que no es tan fácil aplicar máquinas. La adaptación de los robots para realizar determinadas tareas puede resultar lenta y trabajosa. De cara a llevar a cabo una tarea cognitiva, un algoritmo es un *software* muy sofisticado que, una vez desarrollado y testado, puede distribuirse a usuarios de todo el mundo sin apenas coste. Por el contrario, un robot es un sistema bastante más complejo que requiere la imbricación adecuada de la ingeniería mecánica, la inteligencia artificial aplicada a la percepción y la capacidad de manipulación fina. Una vez que ha sido construido, tiene que ser probado y ajustado, y cuando se comercializa, requiere ser transportado, instalado y mantenido en el lugar en el que opera. Todo esto complica y ralentiza sobremanera la difusión de la robótica, y retrasa la sustitución de determinados trabajadores manuales por máquinas.

### 3. LA DEMANDA DE PROFESIONALES DIGITALES

El ritmo vertiginoso al que se está produciendo la transformación digital es el principal culpable de que actualmente se produzca un serio desajuste entre la oferta y la demanda de profesionales. Las nuevas necesidades laborales de la economía emergente distan mucho de ser cubiertas con la cantidad de trabajadores disponibles que reúnan las habilidades tecnológicas requeridas.

El Foro Económico Mundial calculó, a principios de 2023, que en 2030 habría globalmente 85 millones de puestos de trabajo sin cubrir, lo que equivale a una pérdida de alrededor de 8,5 billones de dólares entre los ingresos potenciales y los efectivamente realizados.<sup>18</sup> A juicio de este organismo, los principales obstáculos para la implantación de tecnología de vanguardia no son técnicos, sino que están relacionados con la falta del talento necesario para ello.

En 2020, el 56 % de las empresas europeas reconocía haber encontrado dificultades para reclutar a especialistas TIC, de acuerdo con los datos de Eurostat.<sup>19</sup> La Comisión predice que en 2030 la Unión Europea presentará una carencia de ocho millones de este tipo de trabajadores. Todo ello supone un lastre para el despegue de una industria tecnológica potente en la zona, agravando así el papel secundario que ocupa en el tablero mundial al quedar por

---

18. World Economic Forum (2023). *5 ways we can develop the digital skills our economy needs*.

19. FEPS (2022). *EUROPE NEEDS HIGH-TECH TALENT*. Policy brief, July.

detrás de Estados Unidos y China en la carrera por la hegemonía en este campo.

En España, por otra parte, la más reciente encuesta anual llevada a cabo por el INE (2023) arroja que casi el 10 % de las empresas de más de 50 trabajadores encontraron dificultad para cubrir alguna vacante de especialista en TIC, porcentaje que asciende hasta el 27 % entre las de 250 empleados y más.

Los mercados digitales, pese al optimismo que recibió la llegada de la Web 2.0 y el denominado internet colaborativo, han demostrado estar basados en una dinámica que concentra el poder en unos pocos participantes, que se reparten todas las etapas de la cadena de valor. Varias son las razones que explican esta tendencia al oligopolio:

- A. La propia inercia del consumidor, que le lleva a repetir un mismo proveedor en lugar de probar distintas alternativas.
- B. Retornos crecientes de escala: los algoritmos recomendadores mejoran su funcionamiento cuanto mayor es el volumen de usuarios.
- C. Costes marginales reducidos: cuesta poco o nada distribuir una aplicación extra.
- D. Fuertes efectos de red directos e indirectos: cuantos más usuarios tiene una plataforma en línea más atractiva se vuelve para los usuarios potenciales.

De esta forma, la economía de plataformas queda en manos de unos pocos actores —ninguno europeo— que se reparten la cadena de valor, como muestra la tabla siguiente:

Mercados tecnológicos	Google	Amazon	Microsoft	Apple	Meta
Comercio electrónico		Amazon			Facebook Marketplace
Venta de aplicaciones	Google Play Store			Apple App Store	
Búsqueda	Google Search		Bing		
Redes sociales			LinkedIn		Facebook Instagram
Mensajería			Skype Teams	iMessenger	Messenger WhatsApp
Sistemas operativos	Android		Windows	MacOS iOS	
Nube	Google Cloud	Amazon Web Services	Microsoft Azure		
Publicidad	Google Display and Search Ad. YouTube Video Ad.		Bing Search Ad. LinkedIn Display Ad.		Facebook Display Ad. Instagram Display Ad.

Fuente: FEPS (2022). *Europe Needs High-Tech Talent*. Policy brief, July.

En el panorama anterior faltarían algunas empresas chinas, como el gigante de comercio electrónico Tencent o la red social TikTok, propiedad de ByteDance.

El liderazgo tecnológico es inseparable de una dotación suficiente de capital humano con las habilidades requeridas. La mejora en uno de estos conceptos implica mejoras en el otro, y la productividad derivada es lo que determina la brecha entre el líder y los seguidores. A pesar de que Europa cuenta con instituciones de investigación científica que se encuentran entre las mejores del mundo, no produce investigadores suficientes en el campo digital como para impulsar el sector tecnológico del continente y enfrentarlo en el mercado global con los de Estados Unidos y China.

La Foundation for European Progressive Studies (FEPS) achaca este problema a tres factores:

1. Formación insuficiente: los sistemas educativos de los países europeos fallan a la hora de producir suficientes graduados cualificados.
2. Fuga de cerebros: una parte importante del talento digital europeo emigra a otras zonas del mundo, especialmente a Estados Unidos, mientras que Europa tiene muy poca capacidad de atraer talento de otras regiones.
3. Dinámicas que se autoalimentan: el talento en alta tecnología se concentra de forma muy desigual en aquellos enclaves tecnológicos de vanguardia, ciudades y regiones que se han convertido en polos de desarrollo.

## Una demanda laboral insatisfecha

España no es una excepción dentro del contexto europeo, y también en nuestro país existe una demanda de perfiles profesionales en el campo de las tecnologías digitales que no puede ser cubierto. DigitalES realizó en 2022 el ejercicio de calcular las vacantes laborales, que ascendían a la espectacular cifra de 124.400, principalmente en temas como el desarrollo de *software*, el mantenimiento de sistemas y la ciberseguridad.<sup>20</sup>

El Mapa del Empleo de Fundación Telefónica es una herramienta web que analiza la demanda de empleo digital en nuestro país, basándose en los anuncios publicados en los portales especializados Infojobs, tecnoempleo.com y TicJob. En el primer cuatrimestre de 2024 —momento de redactar estas líneas— registró en torno a 59.000 ofertas de puestos de trabajo de carácter digital en toda España, siendo el perfil más demandado el de desarrollador de *software*, que supone

---

20. DigitalES (2022). *Radiografía de las vacantes en el sector tecnológico*.

el 16 % del total, seguido de consultor TIC, profesional técnico TIC y administrador de sistemas. La suma de los cuatro representa la mitad de la demanda de empleo digital del periodo considerado.

### Demanda de profesionales digitales en España (enero-abril 2024)



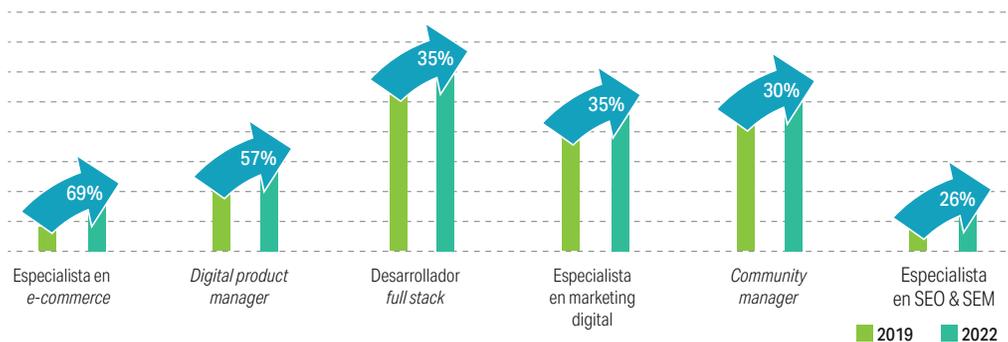
Fuente: Mapa del Empleo de Fundación Telefónica.

El siguiente gráfico refleja los perfiles que han registrado un mayor crecimiento de la demanda entre 2019 y 2022 sobre los datos que ofrece el Mapa del Empleo de Fundación Telefónica. Una de las principales conclusiones de estos datos es la relevancia que ha adquirido el comercio electrónico en la economía española, dado que las necesidades de especialistas en este campo crecieron casi un 70 %.

Igualmente, resulta notable la evolución del gestor de proyectos digitales y la del desarrollador *full stack*, es decir, la persona que

coordina el trabajo del *backend* y el *frontend* en la creación de una web o aplicación. Por último, las competencias asociadas al marketing y el posicionamiento en internet también son cada vez más requeridas, con tasas de crecimiento de entre el 25 % y el 35 %.

### Profesiones digitales con mayor crecimiento de la demanda



Fuente: Rodríguez Canfranc, P., Villar García, J. P., Tarín Quirós, C. y Blázquez Soria, J. (2023). *Sociedad Digital en España 2023*. Fundación Telefónica.

A continuación, se presentan de forma sucinta algunos de los campos innovadores que están generando una demanda de nuevos perfiles profesionales. No pretende ser una relación exhaustiva de perfiles, sino fundamentalmente una muestra del tipo de profesiones que emergen espoleadas por la innovación.

### Ciencia de datos

Hoy en día, habitamos en un mar de datos que, gracias a la tecnología big data, o en castellano, macrodatos, pueden ser recopilados, procesados y analizados. Para saber cómo se comporta el mundo a nuestro alrededor, podemos recoger ese comportamiento a través de grandes volúmenes de datos, y analizarlo en tiempo real.

El crecimiento de la cantidad de datos que generan las empresas, los ciudadanos y las Administraciones Públicas es imparable a

medida que la sociedad se digitaliza. Si a ello le sumamos el tráfico generado por objetos —el denominado internet de las cosas (IoT)—, la tendencia se convierte en exponencial, pues ya hace tiempo que producen más datos que los humanos. El reto del big data consiste en poder gestionar esa avalancha de información en bruto que nos rodea para darle una utilidad.

La ciencia de datos aplicada a una empresa u organización presenta distintas dimensiones:

- Hace transparente la información y la convierte en una herramienta más accesible para ser utilizada con frecuencia.
- Al almacenar todo tipo de datos corporativos en formato digital, la empresa puede disponer de información más precisa y detallada acerca de cualquier aspecto, desde los inventarios de los productos hasta las bajas de personal, y puede analizar los procesos y mejorar el rendimiento.
- El big data permite segmentar con mayor detalle a los clientes abriendo la posibilidad de personalizar productos y servicios.
- La analítica de datos más avanzada ayuda a mejorar el proceso de toma de decisiones.
- El big data puede utilizarse para mejorar el desarrollo de la siguiente generación de productos.

Las actividades relacionadas con la economía de los datos están generando una demanda creciente de profesionales, siendo de los perfiles más buscados los de arquitecto big data, ingeniero big data y *data scientist* y visualizador de datos.

## Programación

La informática está en el corazón de la revolución digital. Desde sus inicios, a mediados del siglo xx, se basa en programar, que no es otra

cosa que la definición de un conjunto de instrucciones codificadas en un lenguaje simbólico, que se conoce como programa, para que sea ejecutado en un sistema informático, con el objeto de que realice una tarea específica.

Para poder comunicarnos con un ordenador u otros dispositivos, como tabletas, teléfonos móviles o altavoces inteligentes, y conseguir que realicen aquello que se les pide, debemos hablarle en un idioma que pueda entender. Un lenguaje de programación es un lenguaje especial, no natural, creado con un vocabulario, una morfología y una sintaxis muy simples y rígidas, con el que escribimos conjuntos de instrucciones elementales para desarrollar una tarea. Para que un código funcione, es fundamental que cada instrucción solo admita una interpretación.

Han existido y existen numerosos lenguajes de programación, pero hoy en día hay unos que superan a los otros en popularidad, y que centran en gran medida la demanda de programadores profesionales: Javascript, Python, SQL, C, C++, PHP, Ruby y Pearl. De esta lista destacan, por ser de los más utilizados en todo el mundo, Python y Java. Se trata de dos lenguajes de alto nivel, es decir, son los que expresan los algoritmos de una manera adecuada a la capacidad cognitiva humana, en lugar de la capacidad con que ejecutan las máquinas. En otras palabras, son lenguajes más parecidos al lenguaje natural humano y más lejanos respecto al lenguaje de los ordenadores. Por el contrario, los lenguajes de bajo nivel están más cerca del lenguaje que utilizan las computadoras.

Numerosas ofertas de trabajo piden ingenieros, expertos o especialistas DevOps, acrónimo de *development* (desarrollo) y *operations* (operaciones). A grandes rasgos, designa un nuevo enfoque en la creación de *software*, que implica una colaboración estrecha entre los distintos agentes que intervienen en el proceso. Se trata de profesionales que deben tener una visión global de los entornos técnicos, y que han de estar familiarizados tanto con el desarrollo de *software* como con su explotación en los sistemas y redes.

Otra línea profesional dentro de este campo es la de desarrollador de aplicaciones para teléfonos inteligentes y otros terminales, que es de las más demandadas en la actualidad. Su función es diseñar la estructura y las funciones de las aplicaciones y programar las acciones que deberán realizar.

Finalmente, el sector de los videojuegos representa una actividad en continuo crecimiento, que requiere, entre otros perfiles, el de desarrollador o programador de videojuegos, es decir, la persona que traduce el diseño de un juego, previamente elaborado por un equipo creativo, a un lenguaje de programación, para que pueda ejecutarse, ya sea en una consola, en un ordenador o en un teléfono inteligente.

## **Ciberseguridad**

La ciberseguridad se ha convertido en la pieza clave de la transición digital, pues solamente una estrategia de defensa y protección robusta y efectiva ante las amenazas que proliferan por el ciberespacio puede garantizar una navegación segura en un entorno de confianza. Año tras año, los ciberdelitos aumentan en número e intensidad.

Los peligros de las redes son tan antiguos como el propio internet. Ya desde la década de los noventa se producen los primeros ataques, si bien los virus informáticos ya existían desde la década anterior, aunque se transmitían a través de soportes físicos. Con la sofisticación del ciberespacio, las amenazas se vuelven cada vez más peligrosas, de forma que, a partir de 2000 y con la difusión de las redes de área local, comienzan a extenderse los ataques a las redes corporativas. La llegada de los teléfonos móviles y de las redes sociales constituye otro hito de la historia de la ciberseguridad, y finalmente, la pandemia, que profundiza nuestra relación con el entorno digital, abre las puertas a mayores riesgos para ciudadanos y empresas. El rápido avance de la inteligencia artificial ha puesto en

manos de los ciberdelincuentes herramientas cada vez más dañinas y efectivas.

Los peligros de las redes son múltiples y variados: desde la simple introducción de *malware* en ordenadores personales hasta el robo de contraseñas y la suplantación de identidad; desde robar información sensible a las empresas hasta derribar los servidores corporativos mediante millones de peticiones de conexión simultáneas realizadas por ejércitos de dispositivos zombis. Los ataques suelen perseguir el robo, la alteración o la destrucción de información, la extorsión a los usuarios o el boicot del negocio llevado a cabo por una empresa. De acuerdo con la encuesta anual realizada por la empresa de ciberseguridad Hiscox, en 2023 el porcentaje de compañías que denunciaron uno o más ciberataques creció por cuarto año consecutivo, hasta un 53 %, con respecto al 48 % del año precedente, a la vez que la intensidad de los ataques aumentó radicalmente.<sup>21</sup>

La ciberseguridad es la práctica de proteger los sistemas informáticos, las redes y los programas de ataques digitales. En general, en una organización se trata de una estrategia que implica a las personas, los procesos y la tecnología para crear múltiples capas de protección ante los ciberataques.

Los especialistas en ciberseguridad tienen como función principal la detección de las posibles vulnerabilidades en los sistemas y redes de la empresa y la habilitación de mecanismos para impedir que se produzcan ataques por culpa de esos fallos. Aunque la fuerza de trabajo de la industria de la ciberseguridad creció un 12,6 % entre 2022 y 2023, el Fondo Económico Mundial estima que hay una carencia de cuatro millones de profesionales de este campo en el mundo.<sup>22</sup>

En España, un estudio llevado a cabo por INCIBE establecía que el número de profesionales necesarios en ciberseguridad ascendía a

---

21. Hiscox (2023). *Informe de Ciberpreparación de Hiscox 2023*.

22. WEF (2024). *Strategic Cybersecurity Talent Framework. White Paper*.

63.191 empleos en 2021, y preveía que en 2024 llegará a los 83.000. En cambio, la oferta de profesionales en 2021 apenas alcanzaba los 39.000, por lo que se ha detectado una importante carencia en este campo.<sup>23</sup>

## Inteligencia artificial

El *boom* de la inteligencia artificial en los últimos años convierte a esta tecnología en un importante yacimiento de empleo. Atendiendo a un informe publicado por IndesIA a principios de 2022, España estaría generando una demanda de 90.000 profesionales en inteligencia artificial en los tres años siguientes.<sup>24</sup> La más reciente encuesta a empresas del Instituto Nacional de Estadística (INE) arroja el dato de que en el primer trimestre de 2023 un 11 % de las firmas de más de 250 empleados ya hacían uso de la inteligencia artificial, siendo el porcentaje de las de más de 50 del 4,6 %.<sup>25</sup>

Actualmente, las empresas buscan una serie de perfiles concretos, siendo los principales los que ha identificado el instituto de innovación de ESIC ICEMD:<sup>26</sup>

- **Ingeniero de aprendizaje automático:** deben poseer habilidades de *software* sólidas, manejar modelos predictivos y utilizar el procesamiento de lenguaje natural mientras trabajan con big data.
- **Científico de datos:** recopilan, analizan e interpretan volúmenes ingentes de datos mediante el *machine learning* y el análisis predictivo para recabar información que va más allá del mero análisis estadístico.

---

23. Observaciber (2022). *Análisis y diagnóstico del talento de ciberseguridad en España*.

24. Europa Press (2022). *La industria española necesitará 90.000 profesionales de datos e IA en los próximos 3 años*.

25. INE. *Encuesta sobre el uso de TIC y comercio electrónico en las empresas*.

26. ICEMD (2021). *Informe sobre tendencias en innovación de la Inteligencia Artificial*.

- **Científico de investigación:** un experto en múltiples disciplinas de la inteligencia artificial, incluyendo aprendizaje automático, estadísticas computacionales y matemáticas aplicadas.
- **Desarrolladores de inteligencia de negocio:** a través del análisis de datos complejos, buscan tendencias de negocio y de mercado para aumentar la eficiencia y la rentabilidad de la organización.

## Robótica

La International Federation of Robotics (IFR) registró en 2022 un total de 553.052 instalaciones de robots industriales en todo el mundo, lo que supone un crecimiento del 5 % respecto al año anterior. España ocupa un puesto relevante dentro del mercado mundial de la robótica, dado que está situada entre los quince primeros países en términos de instalaciones anuales de robots industriales, en concreto en el duodécimo puesto, por encima incluso de Canadá.<sup>27</sup>

Se trata de un campo tecnológico en auge debido a la automatización progresiva que están conociendo prácticamente todos los sectores de actividad económica. La robotización de las cadenas de producción y de montaje tiene una larga historia, aunque al principio estuvo centrada en tareas repetitivas y en entornos estructurados, así como en una serie de sectores industriales, como, por ejemplo, el del automóvil.

No obstante, estamos a punto de asistir a un salto evolutivo, a una migración de la robótica desde los entornos controlados hasta los espacios libres, y desde los sectores especializados hasta el resto del tejido productivo. A partir de ahora, las máquinas inteligentes van a empezar a salir a la calle y se mezclarán con nosotros, con toda la incertidumbre que ello pueda generar.

---

27. IFR (2023). *World Robotics Report 2023*.

La demanda de profesionales en este sector se centra en figuras como la del ingeniero de robótica, que se dedica desde la automatización y el control de procesos industriales hasta el diseño, la creación y el mantenimiento de todo tipo de robots. También son requeridos los especialistas en inteligencia artificial y *machine learning*, y los expertos en visión por computadora, responsables de que los sistemas aprendan.

## **Blockchain**

De acuerdo con la información que ofrece Cotec, España ocupa la cuarta posición en número de empresas y *startups* en el espacio de *blockchain* europeo. El mapa del *blockchain* en nuestro país que ha realizado la asociación Alastria arroja, en abril de 2024, un total de 154 empresas dedicadas a esta tecnología, que generan más de 6.200 puestos de trabajo. Las principales categorías son los campos de las finanzas digitales (*fintech*), los criptoactivos y el *blockchain* como servicio (BaaS).

Esta tecnología poco a poco va abriéndose paso y permeando en numerosos sectores de actividad económica. A pesar de que estaba inicialmente ligada a las criptomonedas, sus ventajas en términos de seguridad y de trazabilidad de las transacciones la convierten en una solución ideal para cualquier actividad que implique un sistema de relaciones entre distintas partes.

Las cadenas de bloques se perfilan como un potencial yacimiento de empleo tecnológico en nuestro país. En 2021, el informe del proyecto europeo Chaise destacaba que España ostenta un ecosistema *vibrante* de *blockchain*, con 150 empresas dedicadas a este campo, un volumen de negocio anual de 103,5 millones de euros y una importante red de promoción de esta tecnología, con más de 500 miembros, como es Alastria. De igual manera, ponía en evidencia que ocho universidades ofrecen grados relacionados con esta tecnología, lo que nos sitúa como líderes europeos en formación en *blockchain*.

## Webs y plataformas

Las webs han sido la base del desarrollo del comercio electrónico, convirtiéndose en complejas plataformas de venta que se adaptan y personalizan en función de las preferencias del cliente. Un sitio web de éxito consigue tres cosas: atrae al tipo correcto de visitantes, los guía hasta los principales servicios o productos que ofrece la marca y recopila los datos de contacto de cara a continuar una futura relación.

Existen numerosos perfiles profesionales asociados a la creación y el mantenimiento de espacios web, entre los que se pueden destacar:

**Desarrollador *frontend*:** asegura el funcionamiento óptimo de la parte de la web que ve el usuario, como menús, botones, una imagen impactante y, en suma, de lo que convierte a una página en atractiva.

**Desarrollador *backend*:** se encarga de la arquitectura interna del sitio que asegura que todos los elementos desarrollen su función correctamente.

***Full stack developer* o desarrollador *full stack*:** puede trabajar tanto en el *frontend* como en el *backend* de una aplicación, un *software* o un sitio web.

**Expertos en UX o experiencia de usuario y UI o interfaz de usuario:** hacen referencia a técnicas destinadas a que el usuario encuentre en cada momento lo que busca en la página en el menor tiempo posible, y que, además, reciba una buena experiencia al visitar la web.

## Estrategia de negocio digital

La estrategia de negocio digital es una respuesta de negocio a una pregunta digital: «¿cómo debe evolucionar nuestro modelo de negocio para sobrevivir y crecer en un mundo crecientemente digital?». No se trata de diseñar una nueva estrategia, sino de reconsiderar toda la estrategia de negocio de la empresa desde la óptica de la digitalización.

En este ámbito surgen figuras como la del *Digital Business Strategist* o encargado de definir soluciones para cumplir con los objetivos de marca de la empresa en función de la información sobre el consumidor obtenida en las redes, o la del *Digital Product Manager*, que es el profesional que supervisa el desarrollo de un producto en línea, desde su concepción hasta su lanzamiento.

## Comunicación y marketing digital

Desde mediados de la década de los noventa, internet se fue convirtiendo en un canal de comunicación y publicidad para las empresas. Al principio, las páginas web corporativas no eran más que catálogos estáticos de los productos y servicios, aunque, con el tiempo, la actividad en línea de las compañías se ha ido sofisticando y convirtiéndose en lo que hoy es el comercio electrónico, es decir, el uso de las redes como canal de ventas.

En el nuevo panorama, tan diferente del heredado del siglo xx, surge la necesidad de incorporar en las empresas áreas, funciones y profesionales que puedan dirigir con éxito el negocio a través del mundo digital. Se trata de aspectos como:

- La estrategia de comercio electrónico.
- Las acciones de marketing digital.
- La gestión de las relaciones con el cliente.
- El posicionamiento de marca y la gestión de comunidades.

Aparecen perfiles profesionales como el de experto en marketing digital, alguien capaz de concebir campañas comerciales efectivas en las redes, y también llevar a cabo el seguimiento y análisis continuado de la reputación en línea de un anunciante, lo que se conoce como *online reputation management* (ORM), para evitar, por ejemplo, que una información negativa sobre la marca se haga viral.

Por otro lado, el *traffic manager* es el responsable de la gestión, el control, la administración y el seguimiento del tráfico que llega a una web, de forma que sea capaz de interpretar el origen de las visitas y relacionarlas con las acciones de marketing o de posicionamiento de marca emprendidas, para valorar su efectividad.

La persona que gestiona las comunidades que surgen en torno a la marca es el *community manager*: un puente entre la empresa y el público. Otro perfil es el de *CRM manager*, que es la persona encargada de administrar el CRM de las organizaciones para aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece el mercado.

## 4. NUEVAS COMPETENCIAS PARA TODOS LOS TRABAJADORES

El mundo laboral, y en concreto las habilidades que demanda, deben adaptarse a las exigencias de la denominada Cuarta Revolución Industrial. En el año 2030, según los datos que ofrece la consultora McKinsey, más de 275 millones de trabajadores en todo el mundo habrán tenido que cambiar de ocupación debido a los efectos de la digitalización y la automatización.<sup>28</sup>

En la sociedad digital, la fuerza de trabajo tiene que adquirir nuevas habilidades laborales que le permitan trabajar de forma óptima en un entorno caracterizado por la presencia de sistemas artificiales inteligentes. Las competencias para desempeñar tareas en el puesto de trabajo hoy en día son principalmente las habilidades digitales, es decir, aquellas más directamente relacionadas con el conocimiento y manejo de la tecnología, pero no son las únicas. En paralelo, aumentan en importancia otros tipos de competencias menos operativas y más asociadas con la personalidad y las relaciones humanas.

Los trabajos son cada vez más complejos y multidisciplinarios, y demandan tanto conocimientos técnicos como una gran variedad de habilidades blandas o *soft skills*. Una encuesta llevada a cabo por la conocida red de empleo LinkedIn arroja el dato de que el 80 % de los líderes empresariales cree que las *soft skills* son cada vez más relevantes.<sup>29</sup>

---

28. McKinsey Global Institute.

29. LinkedIn 2019 Global Talent Trends.

## El amplio concepto de competencias digitales

Resulta evidente la relevancia que han alcanzado las competencias digitales para poder desempeñar cualquier ocupación, independientemente del nivel de cualificación requerido. Un análisis de las ofertas de trabajo llevado a cabo en Reino Unido en 2019, para aquellas destinadas a cubrir puestos de baja cualificación, arrojaba las cifras de que tres cuartas partes de estas pedían competencias digitales, porcentaje que subía al 85 % en el caso de las de media cualificación, y al 83 % en las de la más alta demanda.<sup>30</sup>

Aunque la lógica parece dictar que los perfiles digitales de corte tecnológico encuentran su demanda mayormente en los sectores de actividad tecnológicos, la realidad laboral parece indicar otra cosa. Un análisis llevado a cabo por Burning Glass Technologies y Oracle —esta vez en el mercado de trabajo estadounidense— establece la proporción de que el 90 % de los trabajos basados en competencias informáticas se concentran en diez sectores que no son tecnológicos. Además, el crecimiento de empleos basados en competencias digitales es un 50 % mayor en los sectores no tecnológicos que en los tecnológicos. Para alcanzar estos resultados, el trabajo analizó una base de datos de 150 millones de ofertas de empleo de Estados Unidos. De esta manera, las actividades que más perfiles laborales tecnológicos demandan son los servicios profesionales, científicos y técnicos (24 % del total), los seguros y las finanzas (14 %), la producción industrial (14 %), el cuidado de la salud y los servicios sociales (9 %), y, finalmente, los servicios educativos (7 %). A modo de ejemplo, las competencias tecnológicas más demandadas en el sector financiero son SQL (programación de bases de datos), analítica de datos, Java, desarrollo de *software* y Python. La industria manufacturera, por su parte, contrata a expertos en *software* ERP, personal de apoyo técnico, ana-

---

30. Burning Glass Technologies (2019). *No Longer Optional: Employer Demand for Digital Skills*.

listas de datos, desarrolladores de *software* y programadores de SQL.<sup>31</sup>

El concepto de competencias digitales es extremadamente amplio, de forma que su acotación y contenido no están sujetos a una sola interpretación. La Comisión Europea ha intentado definir las a través de DigComp, un marco que contempla las competencias digitales que considera que debería tener todo ciudadano. Digcomp 2.2 establece cinco ámbitos de habilidades o conocimientos:<sup>32</sup>

1. Información y alfabetización de datos: ser capaz de articular las necesidades de información y saber localizar datos y contenidos, pudiendo discriminar las fuentes en función de su calidad.
2. Comunicación y colaboración: tener la habilidad de comunicarse y colaborar a través de medios digitales, de participar en la sociedad, y de gestionar la propia identidad y reputación digital.
3. Creación de contenido digital: poder crear y editar contenido digital conociendo cómo funcionan y se aplican las licencias y los derechos de autor.
4. Seguridad: saber cómo proteger dispositivos, contenidos, datos personales y la privacidad en entornos digitales. Hay que reconocer que la mejor arma con la que contamos para defendernos de las ciberamenazas es la capacitación digital, dado que nos permite llevar a cabo un uso productivo y responsable de los medios tecnológicos a nuestra disposición.
5. Resolución de problemas: saber identificar las necesidades y respuestas tecnológicas, y tener la capacidad de ajustar y personalizar los entornos digitales en cada caso de uso.

---

31. Burning Glass Technologies (2019). *Beyond Tech. The Rising Demand for IT Skills in Non-Tech Industries.*

32. Vuorikari, R., Kluzer, S. and Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens - With new examples of knowledge, skills and attitudes.*

Existen otras categorizaciones, como la llevada a cabo por Burning Glass Technologies por encargo del Gobierno británico, que divide las competencias digitales en tres grandes bloques. Las primeras son las competencias digitales básicas, las más demandadas para desempeñar cualquier ocupación, e incluyen el conocimiento del manejo del procesador de textos y de las hojas de cálculo (como los programas Word y Excel de Microsoft), y el *software* de gestión corporativa, como puede ser el de Oracle o SAP. Por otro lado, las competencias digitales propiamente dichas comprenden el manejo de herramientas informáticas y el conocimiento de lenguajes de programación. Por último, las que clasifican como específicas son las que están orientadas técnicamente a empleos concretos, como el *software* de gestión de relaciones con el cliente (CRM), los programas de diseño y de edición digital o las herramientas para la gestión de medios sociales, el SEO y el SEM.

La plataforma de empleo LinkedIn elaboró, en la edición 2020 de su informe *Workplace Learning Report*, una lista de las *hard skills* más demandadas globalmente por las empresas. Se trata de las habilidades que incorporan todos los conocimientos técnicos o habilidades que los empleados deben tener para ejecutar correctamente su tarea dentro de una compañía. Por desgracia, dejó de publicar el ranking en las versiones de años posteriores. Este análisis identificó las habilidades técnicas más requeridas, siendo las diez primeras:

1. *Blockchain*
2. *Cloud computing*
3. Razonamiento analítico
4. Inteligencia artificial
5. Diseño UX
6. Análisis de negocio
7. Marketing de afiliación
8. Ventas
9. Computación científica
10. Producción de vídeo

Evidentemente, se trata de una lista que puede variar ligeramente año tras año, pero ofrece una idea del tipo de conocimientos especializados que progresivamente necesitan las organizaciones.

## Las denominadas «competencias blandas» (*soft skills*)

Aunque se señala la importancia de las competencias tecnológicas —las denominadas *hard skills*—, cada vez hay mayor consenso sobre el papel decisivo que van a tener las *soft skills*, es decir, aquellas más relacionadas con la personalidad y no tanto con los conocimientos técnicos. El perfil del trabajador de este momento deberá combinar de forma equilibrada las competencias digitales con una serie de habilidades más asociadas al carácter humano y a las formas de relacionarnos y comunicarnos con los demás.

No hay un compendio específico de *soft skills*, y se trata de un concepto que se muestra algo ambiguo, pero resulta evidente que los conocimientos técnicos se vuelven obsoletos cada vez más rápido, y que el trabajador del siglo **xxi** tendrá que mantener viva su curiosidad y la capacidad para seguir aprendiendo de forma permanente. Aunque la competencia técnica sea temporal, la curiosidad intelectual debe ser para siempre.

Tan temprano como en 2011, el Institute for the Future (ITF), una organización californiana que se dedica a la prospectiva tecnológica, auguró las diez competencias que debería dominar todo trabajador en la década en la que entramos, y que son las siguientes:

1. **Crear sentido:** ser capaz de identificar un sentido o significado más profundo del que se está expresando. Se trata de compensar con el razonamiento humano aquellas facetas en las que la inteligencia artificial no es fuerte, como establecer principios de causalidad o extrapolar conclusiones de un escenario o situación a otros distintos.

2. **Inteligencia social:** poseer la habilidad para conectar con otros de una forma directa y profunda para estimular reacciones e interacciones deseadas.
3. **Razonamiento original y adaptativo:** ser capaz de idear soluciones y respuestas a problemas que estén más allá del ocurrir mecánico por cauces de razonamiento preestablecidos.
4. **Competencias interculturales:** tener la capacidad para operar en escenarios culturalmente distintos.
5. **Pensamiento computacional:** poder traducir grandes cantidades de datos a conceptos abstractos y entender el razonamiento basado en datos.
6. **Alfabetización en nuevas formas de comunicación:** contar con conocimientos para desarrollar y gestionar contenidos en nuevos medios y formatos, y ser capaz de utilizarlos para la comunicación persuasiva.
7. **Transdisciplinariedad:** entender y manejar con soltura los conceptos de distintas disciplinas.
8. **Mentalidad de diseño:** poder representar y desarrollar los procesos de trabajo y las tareas necesarias para conseguir un resultado concreto.
9. **Gestión de la carga cognitiva:** ser capaz de filtrar el exceso de información para discriminar el conocimiento de valor.
10. **Colaboración virtual:** formar parte de equipos virtuales de una forma productiva y comprometida.

Boston Consulting Group (BCG) ha identificado una tendencia basada en la demanda creciente de estas habilidades blandas o *soft skills* en profesionales tecnológicos. Son una serie de aptitudes que van más allá de los conocimientos técnicos, como la capacidad organizativa, el trabajo en equipo, la gestión del tiempo, la comunicación, el liderazgo o el pensamiento positivo y crítico, entre otras. BCG también destaca la capacidad para comunicar información de forma visual en todo tipo de profesiones como una demanda cada

vez mayor de las empresas. Dada la importancia del big data para todo tipo de actividades, se valora en el seno de las organizaciones el hecho de poder transmitir la información que ofrecen grandes cantidades de datos de la forma más sintética, visual e intuitiva posible.

## **El papel del sistema educativo en el desarrollo de competencias para el siglo XXI**

La gran mayoría de los países desarrollados lleva alrededor de veinte años introduciendo tecnología en el aula con la intención de desarrollar las competencias digitales del alumnado. En este sentido, emerge el concepto de alfabetización digital, es decir que, más allá de formar única y exclusivamente sobre el correcto uso de las distintas tecnologías, es imprescindible proporcionar a los estudiantes competencias dirigidas hacia el desarrollo de las habilidades comunicativas, del sentido crítico, la participación o la capacidad de analizar la información a la que se accede, entre otras. En concreto, se trata de enseñar a interpretar la información, valorarla en cada situación, y ser capaz de crear sus propios mensajes.

Desde el punto de vista del currículo, resulta fundamental que la educación incorpore las competencias digitales como competencias críticas imprescindibles y que se fomente la educación para las nuevas profesiones. Esta educación debe poner especial atención en los estudios de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) —claves hoy en día para el crecimiento económico y la innovación—, pero sin olvidar la importancia de incluir las llamadas *artes*, lo que se conoce como estudios STEAM, la palanca que integra las ciencias y tecnologías con la visión humanista, y que permite desarrollar un entendimiento verdaderamente integral del mundo. En un futuro caracterizado por la automatización y robotización, urge fomentar el desarrollo de aquello que nos diferencia de las máquinas: la creatividad, el pensamiento crítico, el pensamiento emocional, el trabajo colaborativo y la capacidad de inspirar.

Hace unos años, la Comisión Europea llevó a cabo una selección de ocho competencias digitales con el objeto de analizar en qué grado están presentes en los sistemas educativos de los distintos países del continente. Los resultados de este estudio fueron publicados en el denominado Informe Eurydice.

El informe estudió la educación digital en Europa en los niveles de primaria, secundaria y bachillerato, tomando como referencia el curso 2018-2019. Además de los veintiocho Estados miembros (antes de la salida del Reino Unido), se tuvo en consideración a otras naciones europeas, por lo que el trabajo realizado abarca hasta cuarenta y tres sistemas educativos.

En términos generales, el desarrollo de competencias digitales está incluido en la mayoría de los países —en los tres niveles educativos considerados— aunque, a diferencia de otras materias curriculares, no solo es tratado como una asignatura, sino también como una competencia transversal clave.

Las ocho competencias seleccionadas para realizar la comparación internacional son las que siguen:

1. Evaluación de datos, información y contenido digital.
2. Colaboración con otros individuos e instituciones a través de tecnologías digitales.
3. Gestión de la identidad digital.
4. Desarrollo de contenido digital.
5. Programación.
6. Protección de datos personales y privacidad.
7. Protección de la salud y el bienestar.
8. Identificación de lagunas en cuanto a competencias digitales.

Los resultados del estudio arrojan que el sistema educativo español tiene incorporadas en su currículo la mayoría de las competencias señaladas por la Comisión Europea y, lo que es más importante, en todos los niveles académicos. No obstante, presenta dos

grandes carencias: la enseñanza de programación y el desarrollo en el alumnado de la capacidad de identificar sus propias lagunas en conocimientos digitales.

En el caso de la programación, nuestro país muestra un notable retraso respecto a los de su entorno, dado que la mayoría incorpora esta disciplina en los niveles de secundaria y bachillerato, y no pocos también en la educación primaria. Aun así, el informe refiere que la mayoría de los países que dicen incluir la programación en sus currículos hace alusión de forma vaga a la construcción de algoritmos, pero muy pocos destacan la enseñanza de lenguajes específicos de programación.

El segundo aspecto no incluido en el currículo educativo en España tampoco está demasiado presente en el de muchas de las otras naciones consideradas. Es una habilidad que requiere que el propio alumnado pueda detectar cuáles de sus propias competencias digitales tienen que mejorar o actualizarse, así como la capacidad de apoyar a otros en el desarrollo de las suyas y la búsqueda de oportunidades para la mejora continua. En suma, se trata de la capacidad de mantenerse al día con la revolución digital. De todos los países considerados en el estudio, solamente aparece en los tres niveles educativos de los sistemas de enseñanza de Estonia, Grecia y, dentro del Reino Unido, Gales e Irlanda del Norte. Alemania y Malta lo han incluido en primaria y secundaria; Lituania, solamente en primaria, y, finalmente, Bulgaria, únicamente en secundaria.



## 5. LA DESLOCALIZACIÓN DE LOS ENTORNOS LABORALES

La revolución digital ha traído la posibilidad de poder desempeñar cada vez más empleos a distancia, es decir, deslocalizados de los centros de trabajo tradicionales. La crisis provocada por la COVID-19 puso en evidencia que, en caso de necesidad, gran parte de la actividad económica de un país puede desarrollarse íntegramente a través de internet.

Los confinamientos parecían augurar un cambio definitivo en el marco laboral marcado por la generalización del teletrabajo, pero, una vez superada la crisis, las perspectivas se han desinflado y, si bien muchas empresas y organizaciones mantienen esta modalidad en distinta medida, por el momento no parece que se vaya a convertir en una norma, y lo que se está generando es una combinación de trabajo presencial con teletrabajo en la mayoría de los empleos.

### El espejismo del teletrabajo

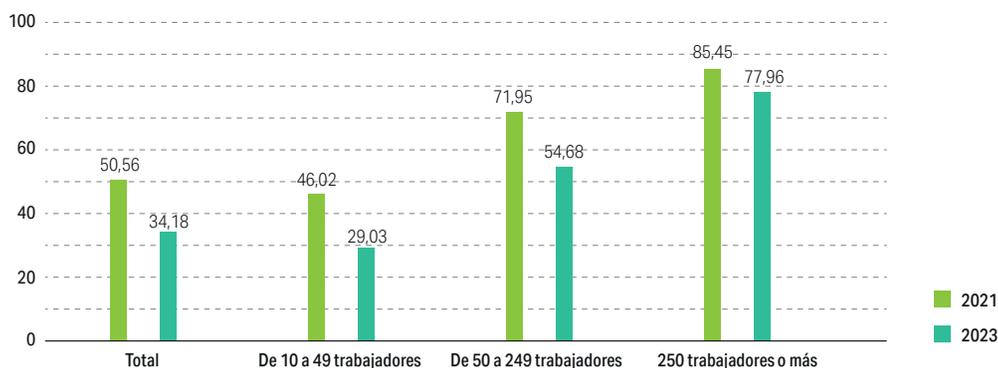
A pesar de que la pandemia disparó las cifras del teletrabajo, lo cierto es que el porcentaje de población ocupada que trabaja desde su domicilio no ha hecho más que descender desde 2020. Siguiendo la información que ofrece la Encuesta de Población Activa (EPA), en el segundo trimestre de 2020 el 19 % de la población ocupada teletrabajaba habitual u ocasionalmente. A principios del año 2021, esa cifra había descendido al 16,6 %, y en el primer trimestre de 2024, su-

ponía un 15 %. Con todo, sigue siendo una proporción superior a la que tuvo España antes de la crisis sanitaria, que se situaba entre el 3,6 % y el 4,8 % en el periodo de 2011 a 2019. Todo hace pensar que, aunque ahora se teletrabaja más, no va a suponer el cambio absoluto de paradigma laboral que parecía hace dos años.

Lo que sí parece claro es que ha ido creciendo la proporción de teletrabajadores ocasionales, que en 2023 se situaba casi en el 7 % de los ocupados. Esta podría ser la forma más extendida de teletrabajo que persista, es decir, la que implica trabajar en remoto menos de la mitad de los días laborables. Se convierte en una alternativa híbrida, que aporta un grado de flexibilidad a la rigidez de la jornada presencial tradicional.

De acuerdo con la encuesta anual del INE *Uso de TIC y comercio electrónico en las empresas*, en 2023 el 34 % de las empresas españolas permite el teletrabajo entre sus empleados, una cifra que ha descendido notablemente desde el 50,5 % que se registró en 2021, justo después de la pandemia. Por supuesto, la proporción varía sensiblemente al considerar el tamaño corporativo, de forma que el 77 % de las firmas de más de 250 empleados permite esta modalidad, frente al 50 % de las de más de 50 y el 29 % de las de menos de ese tamaño de plantilla.

### Porcentaje de empresas que permiten el teletrabajo



Fuente: INE (2021 y 2023). *Uso de TIC y comercio electrónico en las empresas*.

En las empresas que tienen implantado el teletrabajo, el 18,9 % de la plantilla teletrabaja regularmente, subiendo ese porcentaje al 24 % en el caso de las de más de 250 trabajadores de plantilla.

La evolución de los datos lleva a considerar que, aunque la crisis sanitaria trajo consigo una extensión significativa del trabajo en remoto, en gran parte de los casos esto supuso una forma de salvar una situación de emergencia, y la vuelta a la normalidad recuperó en gran medida la presencialidad en el puesto de trabajo. A pesar de ello, una visión con perspectiva demuestra que se ha mantenido un volumen de teletrabajo muy superior al que había antes de 2020, y también se aprecia un cambio de cultura relacionado con la flexibilidad, sobre todo entre las empresas de mayor tamaño.

Existe cierto consenso sobre que el teletrabajo aumenta en términos generales la productividad del trabajo. Un estudio empírico llevado a cabo por la Universidad de Stanford en 2015 sobre el sector turístico —citado por CaixaBank Research—, descubrió que el trabajador a distancia mejoraba su rendimiento hasta un 13 %, cifra que asciende al 22 % cuando el teletrabajo es voluntario y no impuesto. Adicionalmente, esta modalidad implica que se da una menor tasa de rotación entre los empleados, disminuyendo, por lo tanto, los costes relacionados con la selección de nuevo personal. Además, la reducción de costes de mantenimiento de oficinas compensa con creces la inversión necesaria para habilitar digitalmente los domicilios de los trabajadores. La suma de estos tres factores conlleva, según el análisis de Stanford, una mejora en la productividad de la compañía de entre el 20 % y el 30 %.<sup>33</sup>

Los autores del informe de CaixaBank Research utilizaron los resultados de la Universidad de Stanford para calcular la posible mejora de productividad que podría traer el teletrabajo a la economía española. De esta forma, construyeron dos escenarios, uno más optimista y otro algo menos, partiendo de los dos porcentajes, 30 % y

---

33. Canals, C. y Carreras, O. (2020). *Teletrabajo y productividad: un binomio complejo* en IM09-Nº 448. CaixaBank Research.

20 %, y de la estimación de que alrededor del 33 % de los empleados españoles podrían trabajar en remoto. Finalmente, estimaron la tasa de traslación en cada caso, es decir, un indicador que mide el grado en que la persona es proclive a teletrabajar y en que dispone de las condiciones para ello en su hogar.

El panorama más optimista parte de un aumento de productividad en la empresa del 30 % y de una tasa de traslación de 75 %, lo que arrojaría, según los autores, un aumento de la productividad agregada española del 6,2 %. El segundo escenario, en el que el incremento de productividad es del 20 % y la tasa de traslación del 25 %, la productividad aumentaría en el 1,4 %. De esta forma, se puede concluir que la adopción masiva de las formas de trabajo a distancia traería consigo mejoras de entre el 1,4 % y el 6,2 % en la productividad de la economía española.

No todo lo relacionado con el trabajo en remoto son ventajas. Existen factores culturales asociados al presencialismo tradicional que, de alguna manera, estigmatizan al teletrabajador, poniendo en cuestión su compromiso con la empresa, y que incluso pueden llegar a obstaculizar su progreso profesional. No obstante, se trata de factores que irán desapareciendo al mismo ritmo que cambia la vieja idea de la oficina del siglo xx basada en los horarios laborales rígidos y en «calentar la silla», como se designa coloquialmente al estar horas de más en el puesto de trabajo para que los superiores lo perciban como una señal de entrega y sacrificio hacia la organización.

Probablemente el aspecto más preocupante del teletrabajo es la difuminación de los límites entre la jornada laboral y el tiempo libre. El hecho de disponer de tecnologías que nos mantienen constantemente conectados con el centro de trabajo es un arma de doble filo, que puede dar lugar a que las horas dedicadas al trabajo se extiendan más de lo normal de forma habitual. Una encuesta llevada a cabo por Eurofound a raíz de la pandemia descubrió que uno de cada cuatro teletrabajadores (27 %) trabajaba durante su tiempo libre para satisfacer necesidades de su organización, y, de hecho, hasta un 30 % de todos los trabajadores confesó que experimentaba preo-

cupación por temas de trabajo durante su tiempo libre. A esto último hay que añadirle los problemas que enfrentan aquellos trabajadores en el domicilio que tienen hijos menores. De acuerdo con la encuesta, uno de cada cinco (22 %) de los que vivían con menores de 12 años reconocieron encontrar problemas para concentrarse en el trabajo siempre o de vez en cuando.<sup>34</sup>

Desde el punto de vista normativo, en España la primera referencia legal al teletrabajo aparece en la Ley 3/2012, de 6 de julio, de medidas urgentes para la reforma laboral, dado que regula por primera vez el trabajo que se realiza en el domicilio o en otro lugar elegido por el trabajador ajeno al centro de trabajo. Al desatarse la pandemia, el Real Decreto-ley 8/2020, de 17 de marzo, de medidas urgentes extraordinarias para hacer frente al impacto económico y social de la COVID-19, recomendó encarecidamente la modalidad del trabajo no presencial. Finalmente, la Ley 10/2021, de 9 de julio, de trabajo a distancia, regula el trabajo a distancia, es decir, aquellos trabajadores que voluntariamente y con una retribución, así como con dependencia del empleador y dentro de su ámbito de organización y dirección, desarrollen su trabajo a distancia con carácter regular.

## Trabajo híbrido y oficinas desmaterializadas

A pesar de que la implantación del teletrabajo se ha ralentizado los años después de la pandemia, algunas opiniones predicen un futuro inmediato híbrido en que el trabajador combine el trabajo en remoto con la presencia en el centro laboral. En concreto, el McKinsey Global Institute calcula que entre el 20 % y el 25 % de los trabajadores de las economías avanzadas puede trabajar de forma híbrida —quedándose en casa entre tres y cinco días a la semana—,

---

34. Eurofound (2020). *Telework and ICT-based mobile work: Flexible working in the digital age*.

una proporción entre cuatro y cinco veces la que había antes de la pandemia.<sup>35</sup> De acuerdo con la encuesta del INE a las empresas españolas, la media de días teletrabajados a la semana en nuestro país es de 2,4.

El teletrabajo parcial también puede tener sus desventajas. Por un lado, los empleados más ausentes de la oficina, es decir, aquellos con modalidades que impliquen mayor cantidad de trabajo en remoto, pueden llegar a hacerse menos visibles que los otros, y quedar relegados a la hora de promocionarse o recibir reconocimientos. De la misma manera, y relacionado con lo anterior, el trabajo híbrido puede ampliar las brechas de género dentro de las empresas, puesto que las mujeres jóvenes con hijos pequeños tenderán a solicitar más horas de teletrabajo que sus compañeros masculinos. Este factor puede frenar sus carreras profesionales, convirtiéndolas en invisibles frente a otros empleados y empleadas que opten por una mayor presencialidad.

Existen otros temas relacionados con asuntos materiales, como la posibilidad de garantizar a cada empleado un puesto en la oficina cada vez que viene, dado que ya no habrá, por norma general, sitios fijos como antaño, o la financiación del coste que asumen los teletrabajadores para poder disponer de las condiciones adecuadas en su domicilio, algo que, según la ley sobre teletrabajo, debería asumir el empleador.

No obstante, parece que la oficina no desaparecerá, como auguraban algunos entusiastas del teletrabajo. Una encuesta internacional llevada a cabo por Steelcase en 2021 manifestaba que un cuarto de las empresas tenía pensado volver al modelo de trabajo centrado en la oficina tras la crisis sanitaria; un 72 % pretendía adoptar el modelo híbrido, y tan solo un 5 % de estas planteaban un futuro basado exclusivamente en el teletrabajo.<sup>36</sup>

---

35. McKinsey Global Institute (2021). *The future of work after COVID-19*.

36. Steelcase (2021). *Changing Expectations and the Future of Work. Insights from the pandemic to create a better work experience*.

Para la firma inmobiliaria Cushman & Wakefield, el nuevo centro laboral consistirá en un ecosistema de espacios de trabajo, con distintas ubicaciones para fomentar la conveniencia, la funcionalidad y el bienestar del trabajador. Defiende la supervivencia de la oficina en el escenario laboral del futuro, pero con un propósito orientado a proporcionar una localización inspiradora, que refuerce la conexión cultural corporativa, el aprendizaje, la comunicación con compañeros y clientes, y el impulso de la creatividad y la innovación.<sup>37</sup>

Una última visión futurista sobre este tema es la denominada «oficina desmaterializada» (*dematerialized office*), un concepto acuñado por Ericsson que describe la sustitución de la presencialidad en el centro de trabajo por relaciones en entornos virtuales basados en tecnologías inmersivas. De acuerdo con este planteamiento, la mayoría de los empleados trabajará desde su domicilio, o desde localizaciones cercanas a este, y se relacionarán con su entorno de compañeros, proveedores y clientes haciendo uso de aplicaciones de realidad extendida (realidad virtual y aumentada), a través de comunicaciones ultrarrápidas de banda ancha basadas en 5G.<sup>38</sup> La idea es generar entornos digitales para todos los sentidos (el internet de los sentidos), de cara a garantizar la inmersión completa y la sensación de realismo, que, aparte de la vista y el oído, podría implicar al tacto, el gusto y el olor. La oficina desmaterializada o virtual reduce la necesidad de espacio físico y elimina en gran medida las necesidades de desplazamiento de los empleados, por lo que se convierte en una opción de futuro sostenible, porque es ahorradora de recursos.

---

37. Cushman & Wakefield (2020). *El futuro de los espacios de trabajo*.

38. Ericsson Consumer & IndustryLab (2021). *The dematerialization path to profitability and sustainability. The future of enterprises*.



## 6. TENDENCIAS DE FUTURO

A lo largo de este documento hemos intentado visualizar cómo será el mercado de trabajo que emerge con la revolución digital. A pesar de que esta empresa arroja más interrogantes que certezas, cuando menos sirve para identificar los elementos que determinarán las nuevas necesidades laborales de la economía, y la forma en que se desempeñarán los empleos.

Aún es pronto para predecir la forma que adquirirá el futuro mercado laboral, pero todo indica que la realidad será mucho más compleja y que presentará muchos más matices que las visiones más catastrofistas, aquellas que pregonan una demoledora destrucción de empleo por culpa de la automatización, y que las que en sentido contrario presentan la llegada de un nuevo y brillante marco de oportunidades de trabajo gracias a la tecnología. A grandes rasgos, la Comisión Europea identifica cuatro grandes tendencias que están modelando el marco de las ocupaciones: la transformación digital, la nueva organización del trabajo, nuevas formas de creación de valor y lo que ha bautizado como «trabajo con un sentido».<sup>39</sup>

Como ya se ha dicho antes, la digitalización y el dato se han convertido en pilares de la economía, y la tecnología de la información cada vez va a estar más presente en todos los sectores de actividad. En consecuencia, esto afecta sobremanera a la forma de trabajar —pues el trabajador se apoyará cada vez en mayor medida en la tecnología—, y, también, en la aparición de una demanda de nuevos perfiles profesionales asociados a aspectos como la inteligencia ar-

---

39. European Commission (2021). *The Future of Jobs is Green*.

tificial y los macrodatos, el *blockchain* o el internet de las cosas, entre muchos otros.

Otra de las grandes tendencias que define la Comisión está relacionada con cómo está cambiando la forma de organizar el trabajo. Desde los microemprendedores, el auge del trabajo *freelance*, la denominada *gig economy* basada en plataformas digitales o los equipos enfocados a proyectos, hasta el trabajo flexible deslocalizado, y los cambios en los centros de trabajo. Todo ello conlleva grandes transformaciones en la forma de gestionar equipos, en cómo abordar proyectos y tareas, y también en la relación entre la vida privada y la laboral del trabajador.

El tercer factor es la aparición de nuevas formas de generar valor añadido, generalmente asociadas a modelos de negocio emergentes para satisfacer la demanda de nuevas necesidades surgidas de los cambios en la vida cotidiana que ha traído consigo la tecnología. Un ejemplo puede ser la sustitución de la posesión de contenido audiovisual en formatos físicos por su consumo vía *streaming*, que supone que el valor añadido en este modelo procede del pago por el acceso a un servicio y no de la venta de un producto (CD o DVD). Algo similar sucede con la movilidad como servicio —el alquiler de automóviles, motos, bicicletas o patinetes— que se ha extendido por todas las ciudades. Son modelos de negocio que surgen, mientras otros entran en declive, con implicaciones en la cantidad y el tipo de mano de obra demandada.

Como último elemento de transformación del mercado laboral, se menciona el difuso concepto del «trabajo con sentido» o, como dice el informe de la Comisión, con valores. Básicamente, parte de la creencia de que cada vez más trabajadores buscan en el empleo algo más que un nivel salarial o unas condiciones materiales específicas, y esperan desarrollar una ocupación que tenga un sentido o que esté sujeta a unos valores, como puede ser el respeto al medio ambiente. Así, se menciona como ejemplo que el 96 % de los trabajadores de la denominada *generación Y* espera trabajar para un empleador cuya actividad sea sostenible.

La consultora GlobalData también ha elaborado un ejercicio de prospectiva sobre el papel de la tecnología en el entorno laboral, y plantea un marco caracterizado por los siguientes cinco componentes: visualización, automatización, interpretación, colaboración y conectividad.<sup>40</sup>

El primer elemento mencionado, la visualización, hace referencia a que el trabajador digital deberá utilizar gráficos e imágenes para presentar o transmitir la información, dado que se verá obligado a manejar, analizar e interpretar grandes volúmenes de datos. De esta forma, cobran cada vez mayor relevancia tecnologías como la realidad aumentada y virtual, los gemelos digitales y las herramientas de visualización de datos. Se trata de un camino que se espera que acabará por integrar los puestos de trabajo en el metaverso.

Seguidamente, se menciona la automatización como una forma de que las máquinas complementen el trabajo humano, y que está relacionada con los robots industriales, los vehículos autónomos, la impresión aditiva o los drones, entre otros elementos. Por otra parte, la interpretación trata de la toma de decisiones en entornos muy complejos haciendo uso de ingentes cantidades de datos, y aplicando tecnologías de inteligencia artificial, especialmente, el aprendizaje automático. El ámbito de la colaboración utiliza la tecnología para facilitar el trabajo en equipo y las relaciones con los clientes, como las plataformas CRM, y, finalmente, la conectividad implica usar redes para mejorar la comunicación y los procesos, con tecnologías como las que dan soporte al internet industrial, el estándar 5G —sin olvidar el 6G, que se prevé que empiece a desplegarse a finales de esta década— y el internet de las cosas en general.

GlobalData destaca, también, el metaverso como tendencia a la que se dirige la evolución del puesto de trabajo, dado que constituirá un entorno virtual de colaboración idóneo para el trabajo en equipo. No obstante, reconoce que, aparte de pioneras como Accenture o Havas, que empiezan a generar experiencias al respecto, la

---

40. GlobalData (2022). *The Future of Work*.

gran parte de las empresas está a la expectativa hasta ver cómo va evolucionando esta tecnología y qué posibilidades reales ofrece.

Una de las mayores amenazas en la actualidad para muchos puestos de trabajo es la rápida evolución y difusión de la inteligencia artificial. A pesar de que una visión cortoplacista puede llevar a las empresas a sustituir mano de obra por programación, hay estudios que demuestran que, a la larga, se obtienen mejores resultados combinando inteligencia artificial y trabajo humano. Uno de ellos es el de Wilson y Daugherty de Accenture, una investigación con 1.500 empresas que pone en evidencia que el trabajador y la máquina se refuerzan y complementan mutuamente.<sup>41</sup> Se trata de combinar las fortalezas humanas —como la capacidad de liderazgo, de trabajo en equipo, la creatividad y las habilidades sociales— con las ventajas que ofrecen los algoritmos: la velocidad y la escalabilidad en el trabajo cuantitativo con inmensas cantidades de datos. La colaboración entre personas y máquinas requiere de un rediseño de los procesos del negocio para que cada parte pueda «sacar lo mejor» de la otra.

De esta forma y de acuerdo con el estudio expuesto, los trabajadores deben llevar a cabo tres funciones dentro de este trabajo en equipo: entrenar a los sistemas para que realicen determinadas tareas (el aprendizaje automático requiere alimentar a los algoritmos con grandes cantidades de datos para que aprendan a hacer lo que queremos que hagan); igualmente, deben poder explicar los resultados que ofrece la inteligencia artificial a aquellos no familiarizados con ella, especialmente si son conclusiones poco intuitivas o controvertidas; por último, los «compañeros humanos» de las máquinas deben mantenerlas, es decir, velar porque estas funcionen de forma responsable, por ejemplo, evitando que un autómatas pueda dañar a las personas, o que un algoritmo ofrezca resultados sesgados que puedan conducir a una situación de discriminación.

---

41. Wilson, H. J. y Daugherty, P. R. (2018). *Collaborative Intelligence: Humans and AI Are Joining Forces* en Harvard Business Review.

Por la parte de la inteligencia artificial, el objetivo consiste en que amplifique nuestras habilidades cognitivas, que interactúe con clientes y empleados para, de esta manera, liberar nuestro tiempo para dedicarlo a tareas de mayor valor añadido y cualificación, y, finalmente, que incorpore habilidades del cuerpo humano (destreza, motricidad) para ampliar nuestras capacidades físicas con medios cibernéticos.

Las conclusiones que presenta la consultora Deloitte sobre este tema son similares: los sistemas inteligentes deben aumentar y amplificar las capacidades humanas.<sup>42</sup> Los expertos proponen reimaginar el trabajo, en vez de como un conjunto de tareas organizadas en un proceso predefinido, como un esfuerzo colaborativo en el que los humanos definen un problema, las máquinas ayudan a hallar las soluciones y los humanos verifican la validez de esas soluciones. La automatización no debería justificar reducciones de personal, sino que tendría que liberar a los empleados de las tareas más monótonas y repetitivas, para que puedan llevar a cabo funciones más creativas.

---

42. Deloitte (2020). *Talent and workforce effects in the age of AI*.



## BIBLIOGRAFÍA

- ATKINSON, R. y WU, J. (2017). *False Alarmism: Technological Disruption and the U.S. Labor Market, 1850-2015*. ITIF.
- BENEDIKT FREY, C. (2024). Conferencia *Trabajo y educación en la era de la IA*. Enlighted 2023. Repensar la educación en la era de la IA.
- BENEDIKT FREY, C. y OSBORNE, M. A. (2013). *The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?*
- BENEDIKT FREY, C., OSBORNE, M. A. y BAKHSHI, H. (2015). *Creativity Vs. Robots. The Creative Economy and the Future of Employment*.
- BURNING GLASS TECHNOLOGIES (2019). *No Longer Optional: Employer Demand for Digital Skills*.
- (2019). *Beyond Tech. The Rising Demand for IT Skills in Non-Tech Industries*.
- (2019). *The New Foundational Skills of the Digital Economy. Developing the Professionals of the Future*.
- CANALS, C. y CARRERAS, O. (2020). *Teletrabajo y productividad: un binomio complejo* en IM09-Nº 448. CaixaBank Research.
- CHAISE CONSORTIUM (2021). *D2.2.1 – Study on Blockchain labour market characteristics*.
- COTEC (2023). *Estudio sobre la innovación y el uso de blockchain en España*.
- CUSHMAN & WAKEFIELD (2020). *El futuro de los espacios de trabajo*.
- DAVIES, A., FIDLER, D. y GORBIS, M. (2011). *Future Work Skills 2020*. Institute for the Future (ITFF).
- DELOITTE (2020). *Talent and workforce effects in the age of AI*.
- DIGITALES (2022). *Radiografía de las vacantes en el sector tecnológico*.

- DIGITAL MCKINSEY y COTEC (2017). *La reinención digital: una oportunidad para España*.
- DUARTE, F. (2024). *Number of IoT Devices (2024)* en *Exploding Topics*.
- EUROFOUND (2020). *Telework and ICT-based mobile work: Flexible working in the digital age*.
- EUROPEAN COMMISSION (2019). *Digital Education at School in Europe. Eurydice Report*.
- (2021). *The Future of Jobs is Green*.
- FAVARO, K. (2016). *Don't Draft a Digital Strategy Just Because Everyone Else Is*. Harvard Business Review.
- FEPS (2022). *Europe Needs High-Tech Talent*. Policy brief, July.
- GLOBALDATA (2022). *The Future of Work*.
- HARRIS, K., KIMSON, A. y SCHWEDEL, A. (2018). *Labor 2030: the collision of demographics, automation and inequality*. Bain & Company.
- HISCOX (2023). *Informe de Ciberpreparación de Hiscox 2023*.
- HOBBSAWM, E. (1994). *Historia del siglo XX*.
- IFR (2023). *World Robotics 2023 Report: Asia ahead of Europe and the Americas*.
- ITU (2023). *Measuring digital development. Facts and Figures 2023*.
- LEE, KAI-FU (2018). *AI Superpowers. China, Silicon Valley and the New World Order*. Houghton Mifflin Harcourt. Boston-New York, 2018.
- MARCUS, G. (2018). *Deep Learning: A Critical Appraisal*.
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*.
- (2017). *Jobs lost, jobs gained: workforce transitions in a time of automation*.
- (2021). *The future of work after COVID-19*.
- MORAVEC, H. P. (1988). *Mind Children*.
- NEDELKOSKA, L. y QUINTINI, G. (2018). *Automation, skills use and training*. OCDE.
- NEUFEIND, M., O'REILLY, J. y RANFT, F. (2018). *Work in the digital age: challenges of the fourth industrial revolution. Identifying the challenges for work in the digital age*.

- OBSERVACIBER (2022). *Análisis y diagnóstico del talento de ciberseguridad en España*.
- PwC (2018). *Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation*.
- RODRÍGUEZ CANFRANC, P., VILLAR GARCÍA, J. P., TARÍN QUIRÓS, C. y BLÁZQUEZ SORIA, J. (2023). *Sociedad Digital en España 2023*. Fundación Telefónica.
- SIGELMAN, M. et al. (2022). *Shifting Skills, Moving Targets, and Remaking the Workforce*. BCG.
- STEELCASE (2021). *Changing Expectations and the Future of Work. Insights from the pandemic to create a better work experience*.
- SUSSKIND, D. (2024). Conferencia *Un mundo sin trabajo: tecnología, automatización y cómo debemos responder*. Enlighted 2023 Repensar la educación en la era de la IA.
- TAPSCOTT, D. y TAPSCOTT A. (2016). *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World*. Portfolio.
- VUORIKARI, R., KLUZER, S. y PUNIE, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens - With new examples of knowledge, skills and attitudes*.
- WORLD ECONOMIC FORUM (2018). *Eight Futures of Work: Scenarios and their Implications*.
- (2023). *What challenges to look out for now the ‘era of connected things’ has quietly arrived*.
  - (2023). *5 ways we can develop the digital skills our economy needs*.
  - (2024). *Strategic Cybersecurity Talent Framework. White Paper*.

En el mundo actual las tecnologías digitales han llegado para trastocarlo todo. En apenas tres décadas han alterado la vida cotidiana de las personas y se han introducido en las arterias del sistema económico y productivo imponiendo nuevas formas de trabajar y de generar valor. Hoy asistimos al debate trascendental sobre si esta revolución capaz de crear y destruir puestos de trabajo arrojará finalmente un saldo positivo de ocupación, como las que la precedieron, o si, por el contrario, va a desplazar a millones de trabajadores.

A pesar de haber condenado numerosas profesiones a la obsolescencia, la economía digital ha generado una poderosa demanda de perfiles asociados a tecnologías tan recientes e innovadoras que todavía no encuentra una oferta en cantidad suficiente para cubrir las necesidades. De la misma manera, establece las nuevas competencias que debe tener todo trabajador en la era digital, tanto las más técnicas, o *hard skills*, como otras asociadas a la personalidad y a la dimensión social del individuo, las denominadas *soft skills*.

El presente documento tiene por objeto analizar el impacto de la digitalización en el mercado de trabajo y, para ello, aborda la cuestión desde distintas perspectivas, como son la variación en el volumen de ocupación, la emergencia de nuevas profesiones tecnológicas, las nuevas competencias profesionales requeridas y los cambios en la forma de trabajar.

**Cuadernos de divulgación PUE**

ISBN: 978-84-10202-40-5

