



**FACULTAD DE CIENCIAS
ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

La Cuarta Revolución Industrial

Trabajo Fin de Grado presentado por Enrique Caro Márquez, siendo la tutora del mismo la profesora María José Rodríguez Gutiérrez.

Vº. Bº. de la Tutora:

Alumno:

D. María José Rodríguez Gutiérrez

D. Enrique Caro Márquez

Sevilla. Julio de 2017



GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS
FACULTAD DE CIENCIAS
ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO ACADÉMICO [2016-2017]

TÍTULO:

LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

AUTOR:

ENRIQUE CARO MÁRQUEZ

TUTOR:

D.ª MARÍA JOSÉ RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ

DEPARTAMENTO:

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA APLICADA I

ÁREA DE CONOCIMIENTO:

ECONOMÍA MUNDIAL

RESUMEN:

Este trabajo tiene como objetivo el análisis del contexto histórico de la cuarta revolución industrial, factores que la impulsa, y efectos que se estiman va a producir en la economía. Para ello el trabajo se estructura en un primer capítulo, tras la introducción, en el que describe en qué consiste la cuarta revolución industrial y el contexto histórico en el que se desarrolla. A continuación se analizan los factores que la impulsan, así como los efectos que se estima tendrán sobre la economía. Finalmente se extraen algunas conclusiones que faciliten a los agentes económicos posicionarse en relación a estos cambios.

PALABRAS CLAVE:

Cuarta Revolución Industrial; Digitalización; Economía colaborativa; Mercado de trabajo; España.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL. CONTEXTO HISTÓRICO	5
2.1. CONCEPTO DE CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL.....	5
2.2. CONTEXTO HISTÓRICO.....	6
2.3. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.....	9
2.3.1. Velocidad, amplitud y profundidad.....	9
2.3.2. Impacto en los sistemas.....	10
3. FACTORES IMPULSORES.....	12
3.1. TECNOLOGÍAS FÍSICAS.....	13
3.1.1. Vehículos de conducción autónoma y Drones.....	13
3.1.2. Impresión 3D.....	15
3.1.3. Energías renovables	15
3.1.4. Robótica e inteligencia artificial.....	16
3.2. TECNOLOGÍAS DIGITALES.....	16
3.2.1. IoT o Internet de las cosas	16
3.2.2. La cadena de bloque o Blockchain.....	18
3.2.3. Economía bajo demanda o colaborativa.....	19
3.3. BIOLOGÍA Y MEDICINA.....	20
4. CONSECUENCIAS ECONÓMICAS	22
4.1. MERCADO DE TRABAJO.....	22
4.2. NEGOCIO.....	26
4.3. CRECIMIENTO ECONÓMICO	29
4.4. CONSECUENCIAS EN ESPAÑA.....	31
5. CONCLUSIONES	35

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN.

“La cuarta revolución industrial no cambiará lo que hacemos, sino lo que somos”
Klaus Schwab – Fundador del Foro Económico Mundial

A mediados de enero de 2016 se llevó a cabo la 46 asamblea anual del Foro Económico Mundial, también conocido como Foro de Davos. Como es habitual desde 1971, numerosos jefes de estado y políticos internacionales, empresarios, líderes de organizaciones mundiales y regionales, intelectuales, periodistas y otros representantes de la sociedad civil se reunieron en Suiza para analizar los riesgos globales a los que se enfrenta la economía mundial y buscar solución a distintos problemas de carácter mundial, como son el cambio climático, la inmigración y el impacto de las tecnologías.

En esta ocasión, el tema principal de la reunión fue *“los desafíos de la cuarta revolución industrial”*, entendiéndose como tal los procesos de transformación económica, social y tecnológica que resultan de la convergencia de las tecnologías digitales, físicas y biológicas en la industria. Estas tecnologías están introduciendo cambios profundos y disruptivos en las condiciones en que se lleva a cabo la producción, distribución y consumo de bienes y servicios.

A diferencia de las tres revoluciones industriales anteriores, muy ligadas a la incorporación de novedades tecnológicas al sistema productivo, la cuarta revolución industrial, no se define por un conjunto de tecnologías emergentes en sí mismas, sino por la transición hacia nuevos sistemas económicos y sociales, contruidos sobre la infraestructura de la previa revolución digital.

Así, la primera revolución industrial se inicia a finales del siglo XVIII en Inglaterra con la máquina de vapor que marcó el paso de la producción manual a la mecanizada. La segunda revolución industrial se producirá un siglo más tarde con el descubrimiento de la electricidad y el desarrollo de la producción en cadena. A mediados del siglo XX se inicia la tercera revolución industrial con la electrónica y las tecnologías de información y comunicaciones. Esta vez no se trata de la aplicación a la industria de nuevas tecnologías, sino de la confluencia de esas tecnologías. En ese sentido, representa un cambio de paradigma, en lugar de un paso más en la carrera tecnológica.

El resultado será la automatización total de la producción de manufacturas, posible por la incorporación de robots integrados en sistemas ciberfísicos que combinarán maquinaria física con procesos digitales. Estos robots serán capaces de tomar decisiones descentralizadas, de cooperar entre ellos, y con trabajadores humanos mediante el “internet de las cosas” y la “computación en la nube”. Se desarrollarán las “fabricas inteligentes” capaces de controlarse a sí mismas mediante la construcción de redes inteligentes a lo largo de toda la cadena de valor. Las nanotecnologías, neurotecnologías, biotecnologías, los sistemas de almacenamiento de energía renovable, los drones, las impresoras 3D serán responsables de una rápida y profunda transformación de la sociedad industrial.

Pero la cuarta revolución industrial no se limita a la producción de manufacturas. La convergencia de tecnologías se extiende a los servicios afectando a la educación, la sanidad, el comercio o el transporte, por poner algunos ejemplos. Se vaticinan que estas transformaciones serán de tal alcance, escala y complejidad, que modificarán sustancialmente la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos.

Se estima que la cuarta revolución industrial va a suponer grandes progresos en la variedad, las cantidades, la calidad, y el coste de los productos, permitiendo ganancias de productividad y eficiencia, con importantes beneficios económicos para las empresas, facilitando el crecimiento y desarrollo económico global. No obstante, también va a plantear plantea nuevas amenazas y desafíos relacionados con el capital humano, el mercado de trabajo, la desigualdad, la seguridad geopolítica, así como en los sistemas de valores sociales y marcos éticos.

Este trabajo tiene como **objetivo el análisis del contexto histórico de la cuarta revolución industrial, factores que la impulsa, y efectos que se estiman va a producir en la economía**. Para ello el trabajo se estructura en un primer capítulo, tras la introducción, en el que describe en qué consiste la cuarta revolución industrial y el contexto histórico en el que se desarrolla. A continuación se analizan los factores que la impulsan, así como los efectos que se estima tendrán sobre la economía. Finalmente se extraen algunas conclusiones que faciliten a los agentes económicos posicionarse en relación a estos cambios.

CAPÍTULO 2

LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL.

CONTEXTO HISTÓRICO.

2.1. CONCEPTO DE CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL.

Una primera aproximación al concepto de cuarta revolución industrial es la realizada por Valeria Perasso (2016) que defiende que ésta es el nombre que recibe “la convergencia de tecnologías digitales, físicas y biológicas” que “cambiará el mundo tal como lo conocemos”.

En el mismo sentido se pronuncia el que es el primer centro de investigación aplicada y desarrollo tecnológico dependiente del Estado en España, y uno de los más importantes en Europa: “*Tecnalía*”. En unas jornadas organizadas en 2014 en Bilbao en torno a la “4ª Revolución Industrial”, o lo que los alemanes llaman “Industria 4.0” Tecnalía hace referencia al término “fábrica inteligente” y a los desafíos y retos que se plantean en esta nueva revolución, que no es otro que, “*el desarrollo de software, sistemas de análisis masivo de datos y su almacenamiento, la incorporación de sensores y electrónica a los elementos que interactúan en los procesos productivos y en los productos derivados de ellos, la convivencia hombre – máquina y la disponibilidad de información enriquecida para una mejor y más acertada toma de decisiones.*”

Actualmente, existe un amplio debate en torno al hecho de si esta realidad, y los cambios que induce, pertenecen a una nueva revolución industrial, o por el contrario forman parte de la ya iniciada tercera revolución industrial, como defienden algunos autores, profesionales y académicos. Para el fundador del Foro Económico Mundial, el economista Klaus Schwab (2016), los nuevos avances y progresos en tecnologías emergentes como por ejemplo la impresión 3D o la nanotecnología “*están redefiniendo industrias enteras y creando de cero otras nuevas*”. En su opinión existen varias razones que hacen pensar en el inicio de la cuarta revolución industrial:

1. **Velocidad:** Al contrario de lo ocurrido con las anteriores revoluciones industriales, en la actualidad asistimos a cambios que evolucionan a un ritmo exponencial, más que lineal. Esto es resultado un mundo polifacético profundamente interconectado y del hecho de que la nueva tecnología engendra, a su vez, tecnología más nueva y más poderosa.
2. **Amplitud y profundidad:** La cuarta revolución industrial se basa en la revolución digital y combina múltiples tecnologías que están llevando a cambios de paradigma sin precedentes en la economía, los negocios, la sociedad y las personas. La escala, alcance y complejidad de las transformaciones que se están produciendo no solo está cambiando el “qué” y el “cómo” hacer las cosas, sino el “quiénes somos”.
3. **Impacto de los sistemas:** Los cambios producidos van a tener un enorme impacto en los sistemas económicos y modelos de sociedades, cada vez más complejos e interconectados. Los cambios afectarán a los países, las empresas, las industrias y la sociedad en su conjunto.

2.2. CONTEXTO HISTÓRICO.

Según la Real Academia de la Lengua en España, en su tercera acepción, revolución es un “cambio profundo y rápido en cualquier cosa”. Aplicada a la economía, una revolución implica un cambio drástico en la organización de los medios de producción.

En este sentido, el primer gran cambio que se produce en la historia de la humanidad ocurrió, según Klaus Schwab (2016) hace más de diez mil años cuando el hombre aprendió a domesticar animales y pudo evolucionar desde la recolección de frutos al cultivo de alimentos. La “revolución agraria” fue posible gracias a la combinación de los esfuerzos de los animales y de los seres humanos, lo que permitió avances en la producción, el transporte y la comunicación.

A partir de la segunda mitad del siglo XVIII se suceden las llamadas “revoluciones industriales”, entendida como diferentes procesos de profunda transformación económica, social, tecnológica que se suceden en el tiempo.

La **primera revolución industrial** se inicia en el siglo XVIII en Reino Unido, extendiéndose entre 1760 y 1840 a gran parte de Europa occidental y Norteamérica. Supuso el paso de una economía rural basada en la agricultura y el comercio, a una economía industrial, con un carácter más urbano y mecanizado. La fuerza mecánica, apoyada en el motor de vapor, sustituye al trabajo manual y aumenta la productividad de la mano de obra. El desarrollo de los transportes, gracias a la aparición del ferrocarril y los barcos de vapor, permitió la expansión del comercio. En palabras del nobel de Economía, R Lucas (2002), *“por primera vez en la historia, el nivel de vida de las masas y la gente común experimentó un crecimiento sostenido (...) No hay nada remotamente parecido a este comportamiento de la economía en ningún momento del pasado”*.

La **segunda revolución industrial** se inicia entre 1870 y 1914. Esta revolución conduce al sistema de producción y consumo en masa, impulsada por el desarrollo del motor de combustión interna y los avances en la utilización de la energía eléctrica, aplicada al proceso productivo a través de las cadenas de montaje de Henry Ford (Schwab, 2016). Desde ese momento, se van a acelerar las transformaciones socio-económicas en el marco de la internacionalización y expansión del comercio, la especialización productiva y división del trabajo. Las innovaciones tecnológicas siguen desempeñando un papel fundamental en los cambios producidos, no sólo por la modernización de los transportes (avión, automóviles), sino también por la utilización de nuevas fuentes de energías (petróleo y gas natural) y nuevos medios de comunicación (teléfono, radio, televisión). Se producirán importantes avances en el modo de organización de la actividad empresarial en el tamaño y funcionamiento de los mercados, y en el papel del Estado en la economía.

La **tercera revolución industrial** se inicia a mediados del siglo XX, y es en la etapa de industrialización en la que actualmente se encuentran muchos países, entre ellos España. Se la conoce como la “revolución científico-técnica”, “revolución del conocimiento” o “revolución digital” porque fue inducida por el desarrollo de nuevas tecnologías relacionadas con la microelectrónica, el uso de sistemas computarizados, y especialmente las tecnologías de información y comunicación (Schwab, 2016). Supone un cambio desde las tecnologías analógicas y electrónica a la tecnología digital, y marca el inicio de la *era o Sociedad de la información*.

Estas tecnologías, que avanzan de forma exponencial, incrementando los beneficios al tiempo que reduce los costes (ley de Moore), van a facilitar la distribución de información y conocimientos, permitiendo la acumulación de capital intelectual que desplaza en importancia al capital físico. Gracias a ello se van a introducir importantes cambios en la organización de la actividad económica y social que acompañarán la aceleración de la globalización en las últimas décadas del siglo XX.

La tercera revolución industrial se acompaña de un mayor interés por el desarrollo sostenible y las energías limpias, el empleo de nuevos materiales técnicos reciclables y con unas propiedades que sorprenden, el eco-diseño (diseño ecológico) o co-diseño (diseño colaborativo).

Así, para el profesor Jeremy Rifkin (2011), presidente de la Fundación de Tendencias Económicas, la tercera revolución vendrá inducida por el desarrollo de

infraestructuras construidas a partir de la conjunción de las nuevas tecnologías de comunicación en internet con los nuevos sistemas de generación de energía renovable. De forma similar a lo ocurrido con la información compartida en línea, con algunas expresiones artísticas y culturales (literatura, música), en incluso con el conocimiento, el “internet de la energía” permitirá a las personas producir y compartir energía no contaminante. Para el profesor Vicente Salas (2002), las nuevas tecnologías van a permitir desarrollar una producción más individualizada y adaptada a los gustos y necesidades de los consumidores, lo que volverá a traer la actividad productiva a los países desarrollados desde los países en desarrollo.

Por último, la **cuarta revolución industrial** comenzó a principios de este siglo impulsada por la convergencia de las tecnologías digitales, físicas y biológicas. La cuarta revolución industrial, no se define por un conjunto de tecnologías emergentes en sí mismas, sino por la transición hacia nuevos sistemas que están construidos sobre la infraestructura de la revolución digital que impulsó la tercera revolución industrial. No se trata de avanzar en el desarrollo de nuevas tecnologías, sino de la conjunción de las innovaciones y de un cambio profundo en la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos.

Se habla por primera vez de ella en el Centro para la Tecnología de la Información y de la Oficina (CeBIT) de Hannover en 2011, cuando varias consultoras alemanas la bautizan con el nombre de “Industria 4.0”. Se trata una de las ferias de exposición de computadoras, tecnologías de la información, telecomunicaciones, software, y servicios, más importante del mundo. Se celebra anualmente y está considerada como un barómetro de las tecnologías de la información.

En 2011 el CeBIT reconoció que las TIC y la gestión del conocimiento formaba parte de los sistemas de producción, los cuales estaban cada vez más conectados entre sí a través de las redes, y por lo tanto también lo estarán todos los procesos, todos los materiales que intervengan en la producción, los proveedores, las redes de clientes y los canales de distribución.

De esta forma, la Industria 4.0 estará sustentada en las llamada “*Fabricas Inteligentes*”, caracterizadas por la interconexión de máquinas y sistemas de producción, por un fluido intercambio de información con los mercados, competidores y otras fábricas inteligentes. Se produce la integración de extremo a extremo de la cadena de valor que va desde los cambios de demandas del gran público al logro de su satisfacción por parte de las fábricas inteligentes. Así, las diferentes partes del proceso productivo no solo están desarrollando funciones inteligentes que hasta ahora eran privativas de los obreros especializados, sino que se coordinan y cooperan a través de internet para ser más eficientes.

Esto va a permitir introducir gran flexibilidad en el proceso productivo, y gran adaptabilidad a situaciones fortuitas, todo lo que puede contribuir al aumento y mejora de la producción. Además, los clientes finales no son considerados solo consumidores, sino que sus opiniones son tenidas en cuenta para diseñar y personalizar el producto o servicio, adaptándolo a sus preferencias. El eslogan “Hágalo usted mismo”, es un reflejo de este cambio, e internet la forma de hacer un marketing más directo. De esta forma, los productores y consumidores interactúan directamente a través de las redes de internet.

Las bases tecnológicas e innovaciones en que se apoya esta revolución son, entre otras, el internet de las cosas, los sistemas ciberfísicos, la nanotecnología, Big Data, drones, inteligencia artificial, robótica, comunicaciones inalámbricas y productos inteligentes. No todo son tecnologías inteligentes e integradas, también hay importantes descubrimientos científicos como la secuenciación genética. Sin embargo, es necesario saber en qué punto estamos y si las revoluciones industriales anteriores y sus avances han llegado al grueso de la población mundial.

Lo cierto es que según Klaus Schwab (2016) un “17% de la población mundial no disfruta de los avances de la segunda revolución industrial, y más de la mitad de la población mundial tampoco disfrutaron de los avances de la tercera revolución industrial y de uno de sus hitos, internet”. En la medida en que la sociedad abraza la innovación tecnológica, ésta es un factor crucial del progreso de la sociedad (Schwab, 2016).

Primera revolución industrial 1760-1840	Segunda revolución industrial 1870-1914	Tercera revolución industrial 1945-1970	Cuarta revolución industrial 2000-...
Agua y Vapor Producción mecanizada Primer telar mecánico en 1784	Energía eléctrica Producción en cadena y división del trabajo Energía eléctrica Primera cinta transportadora: Matadero de Cincinnatti en 1879	Electrónica y TIC Producción automatizada Primer controlador lógico programable (PLC) Modicon 084, en 1969	Explosión y fusión de innovaciones tecnológicas y científicas Se diluyen fronteras entre mundo físico, digital y biológico
Economía industrial Ventaja competitiva: eficiencia empresarial y formación		Economía de la información Ventaja competitiva: Acceso a TIC y capacidad de análisis de datos	Economía de la conexión Ventaja competitiva: inteligencia emocional



Grado de complejidad creciente

Tabla 2.1. de la Industria 1.0 a la industria 4.0.

Fuente: Elaboración propia, a partir de M. Almanza (2016) “Ingeniero 4.0, un acercamiento desde el coaching. Navegando en la era de la revolución digital”

2.3. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Las características de la cuarta revolución industrial, las agrupamos en 2 grandes grupos: el primero, que explica la velocidad, amplitud y profundidad de los cambios y el segundo que habla del impacto en los sistemas, es decir, el mercado de trabajo, la desigualdad y las nuevas tecnologías y su integración.

2.3.1. Velocidad, amplitud y profundidad.

Velocidad de innovación y empresas disruptivas.

Una de las características principales de la cuarta revolución industrial es que, **“la velocidad de innovación en términos tanto de su desarrollo como de su difusión es más alta que nunca”** (Schwab, 2016). En esta revolución, las tecnologías emergentes y la innovación de base extendida se están difundiendo mucho más rápido y más ampliamente que en las anteriores revoluciones.

Estas tecnologías de última generación están transformando por completo los sectores económicos a una velocidad impresionante (Peña, E., 2016: 1); Un ejemplo lo tenemos en las empresas que son **“disruptivas”**¹ como Uber, Airbnb, Alibaba, Google, Apple, Tesla, Whatsapp o Instagram, que eran desconocidas hace unos pocos años, o el caso de Apple, que presentó Iphone en 2007 y años después los *smart phones* son una realidad cotidiana en nuestras vidas. Estas empresas **se están consolidando rápidamente en los mercados, desplazando a las empresas más tradicionales**, incapaces de competir en el nuevo contexto económico.

Amplitud y profundidad de los cambios: rendimientos de escala crecientes.

La cuarta revolución industrial se caracteriza por la amplitud y profundidad de los cambios producidos. La **digitalización implica la automatización** del proceso productivo, lo que va a reducir los costes de producción. Ésta reducción, junto con el auge de las plataformas que reúnen y concentran actividades de diferentes sectores, afectará a los rendimientos de escala de las empresas, que crecerán exponencialmente.

Los rendimientos de escalas expresan cómo varía la cantidad producida por una empresa a medida que varía el uso de todos los factores que intervienen en el proceso de producción en la misma proporción. Si el producto aumenta en más que el cambio proporcional de factores, existen rendimientos crecientes de escala. Con ello se hace posible una mayor división y especialización del trabajo. Cada trabajador puede especializarse en el desempeño de una sola tarea simple y de repetición, en lugar de realizar muchas tareas diferentes. El resultado es que la productividad de las empresas se va a multiplicar, **los ciclos de innovación/ganancia, se acortarán favoreciendo a los emprendedores frente a los rentistas** (Paul Mason 2016).

Al mismo tiempo, las nuevas tecnologías van a contribuir a la producción de bienes y servicios con coste marginal cero (Jeremy Rifkin, 2014). La reducción de costes se puede explicar por la **ley de Moore**, desarrollada en principio para explicar que la capacidad de los circuitos integrados o transistores que caben en un microprocesador se duplicarse cada dos años. Las implicaciones económicas de esta ley son la reducción del precio y tamaño de los ordenadores y dispositivos electrónicos, lo cual explica el crecimiento del consumo de éstos en los últimos años. Por ejemplo, empresas como Google o Dropbox, ya ofrecen espacio o memoria de almacenamiento en la nube totalmente gratuito

Estos rendimientos de escala dependen exclusivamente de la tecnología aplicada y no están influidos por las decisiones económicas o por las condiciones de mercado. Por otra parte, las empresas van a requerir menos capital y financiación para su creación y funcionamiento, ya que los rendimientos de escala crecientes impulsan nuevas economías de escala, afectando a todo el sistema empresarial. Por ejemplo,

¹ Las empresas disruptivas son aquellas que innovan o usan tecnologías ofreciendo productos y servicios innovadores, capaces de cambiar y crear nuevos modelos de negocios que rompen con las estrategias sostenibles del resto de las empresas del mercado.

Whatsapp o Instagram ofrecen servicios y bienes de información con costes de almacenamiento, transporte y replicación que son cercanos a 0. (Schwab, 2016)

2.3.2. Impacto en los sistemas: Mercado de trabajo, integración tecnológica y desigualdad.

Mercado de trabajo.

El mercado de trabajo experimentará una profunda transformación ya que, según Klaus Schwab (2016) que “una unidad de riqueza se cree hoy en día con mucho menos trabajadores que hace diez o quince años es posible porque los negocios tienen costos marginales que tienden a cero”. Esto va a afectar al mercado laboral y al empleo.

En este sentido, el Foro de Davos sorprendía a principio de 2016 anunciando que, en 2020, la automatización, la robótica y la computación avanzada harán desaparecer siete millones de empleos, y tan sólo creará dos millones de puestos nuevos. Ya lo habían advertido en 2011 dos investigadores del MIT cuando publicaron “*Una carrera contra la máquina*” (Erik Brynjolfsson y Andrew McAfee, 2011), un ensayo que especulaba con la idea de que la nueva oleada de avances tecnológicos, podía ser la culpable del bajo crecimiento económico en EEUU y Europa de los últimos años.

El escenario que se prevé es **desempleo, precariedad y dualización**. Desempleo y precariedad para quien no se recicle y adapte lo suficientemente rápido, y dualización, porque el mercado se dividirá entre quienes sepan gestionar las tecnologías y quienes realicen trabajos tan poco cualificados que no salga rentable sustituirlos por dichas tecnologías.

Nuevas tecnologías e integración.

La combinación de diferentes tecnologías es característica, ya que, según Klaus Schwab (2016) las tecnologías de fabricación digital, Big Data e tecnologías como Internet pueden combinarse con la biología y con otras tecnologías características de otros sectores.

El desarrollo de la inteligencia artificial es clave para explicar también esta revolución, que ya empieza a estar presente en nuestras vidas con vehículos que se conducen solos y drones, asistentes virtuales y software de traducción, o aplicaciones de reconocimiento de voz, como por ejemplo “Siri” de Apple, o “Google Now” (Schwab, 2016).

Desigualdad

La desigualdad puede agravarse debido al potencial de automatización que plantea la utilización de los robots y algoritmos. Además, la polarización o dualización del mercado de trabajo puede generar una **reducción de las clases medias**, lo incrementará aún más la desigualdad existente. Una brecha social que, como demostrara Thomas Piketty en su celebrado ensayo, “*El Capital en el Siglo XXI*”, solo se podrá revertir con un giro de 180º en las políticas económicas. Este economista habla de un impuesto a las rentas del capital. Otros hablan de rentas universales, rentas sociales básicas o incluso trabajo garantizado. En todo caso, lo que parece vislumbrarse es que, durante las próximas décadas, la presión social crecerá de forma abrumadora. Sin embargo, los procesos de globalización y la hiperconectividad también provocan una **democratización de las oportunidades**, que se base más en la meritocracia, y no en la geografía o la clase socioeconómica (Arrieta, 2016).

En este contexto de rápida sustitución de mano de obra por capital, entre los grandes **beneficiarios** de la cuarta revolución industrial se encuentran los proveedores de capital físico o intelectual, es decir, los **innovadores, los inversionistas y los accionistas** (Zamora, L., 2016). También los consumidores se verán ampliamente beneficiados por los cambios derivados de la cuarta revolución industrial, ya que están apareciendo nuevos productos y servicios que aumentan prácticamente sin costo alguno las prestaciones a los consumidores, haciendo sus vidas más cómodas (Schwab, 2016). Así, muchas actividades se pueden realizar desde cualquier lugar sin necesidad de desplazarse, como por ejemplo escuchar música, comprar y pagar a través de internet, o el uso de los *smart phones* y tabletas. De esta forma, los productores y consumidores interactúan directamente a través de las redes de internet.

Finalmente, **las economías más pobres podrían verse excluidas con respecto a los avances tecnológicos, por falta de recursos o porque carezcan de las infraestructuras necesarias**. De hecho, todavía existen economías con problemas en los suministros básicos o dónde el acceso a internet no es generalizado.

En resumen, las características generales de esta revolución son (figura 2.1):



Figura 2.1. Características de la Cuarta Revolución Industrial.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 3

FACTORES IMPULSORES

Para entender cómo se inicia la cuarta revolución industrial, hay que analizar los factores que la han impulsado. En las conclusiones alcanzadas por el Foro Económico Mundial en 2016, se diferencia entre factores demográficos y socioeconómicos, y factores tecnológicos (figura 3.1).

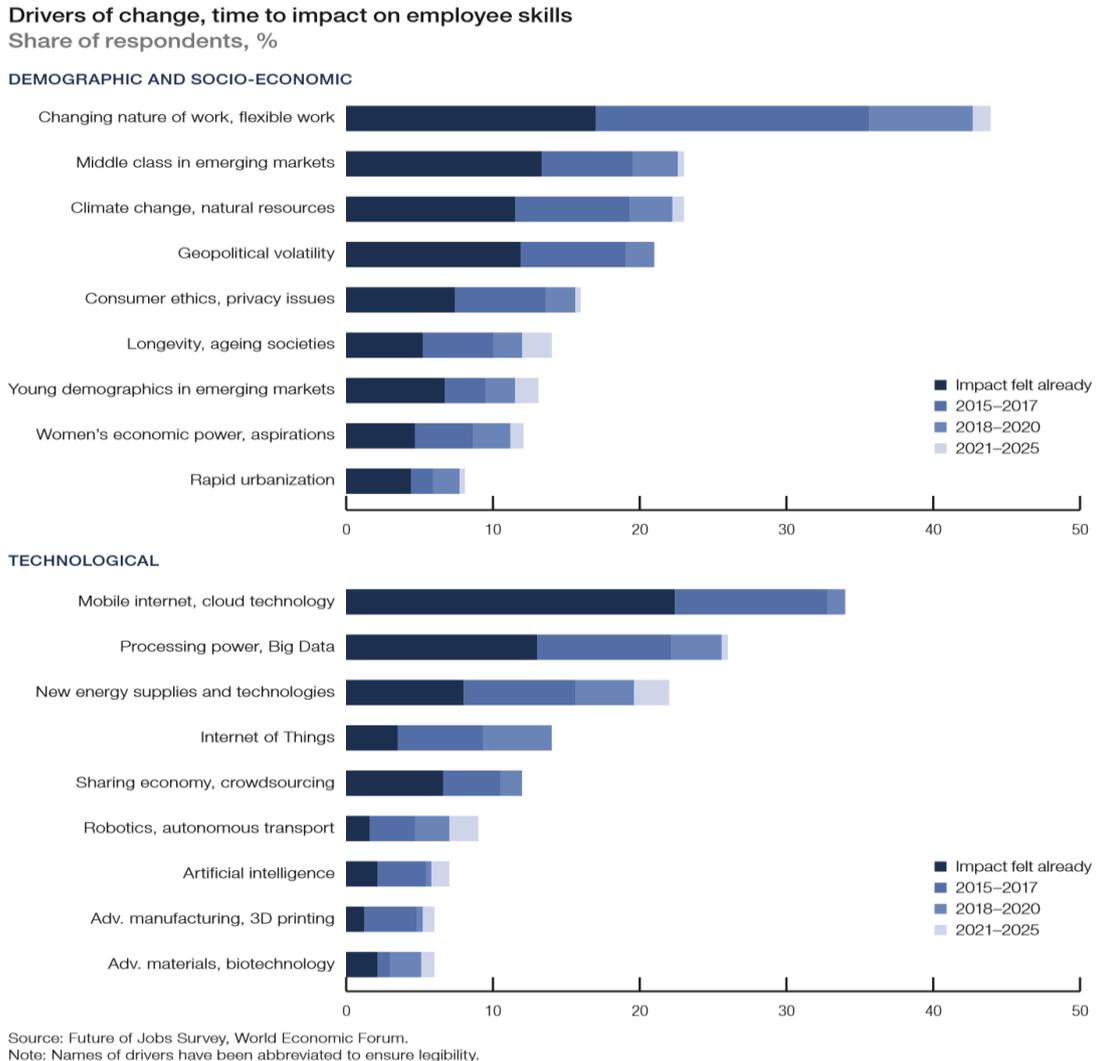


Figura 3.1. Factores demográficos y socioeconómicos, y factores tecnológicos que impulsan la Cuarta Revolución Industrial (2016).

Fuente: The Future Of Jobs, Foro Económico Mundial.

Entre los primeros factores, el foro destaca los cambios producidos en el mercado laboral, como los referentes a la naturaleza del trabajo, la expansión de las jornadas laborales flexible, el teletrabajo, etc. También resalta cambios relacionados con la globalización de la economía mundial y la aparición de una creciente clase media en los países emergentes. Las preocupaciones por el medioambiente y la escasez de recursos es otro de los factores a considerar en este proceso de revolución industrial, durante el cual se completará la iniciada transición a una economía más verde. Otros

elementos a destacar serán la el aumento de la volatilidad política, el terrorismo internacional y la creciente inestabilidad, así como cuestiones de carácter demográfico como son el progresivo envejecimiento de la población mundial, el creciente empoderamiento de las mujeres, y la rápida urbanización de los países en desarrollo.

Asimismo, la cuarta revolución industrial y el nacimiento de la industria 4.0 se verán auspiciadas, en los próximos años, por las nuevas preocupaciones éticas que surgen a raíz del avance científico y tecnológico. Por ejemplo, los problemas de privacidad, el debate sobre el empleo de determinados avances en la medicina.

Pero puesto que se trata de una revolución tecnológica, son precisamente los avances tecnológicos y científicos, y las innovaciones derivadas de los mismos, los que mayor influencia están teniendo en estos cambios. Las distintas tecnologías y avances científicos que impulsan los cambios que acompañan a la cuarta revolución industrial tienen en común que todas ellas se apoyan en la digitalización y TIC para generar innovaciones. Estas innovaciones establecen entre sí fuertes interrelaciones que generan importantes sinergias positivas. Así en las innovaciones generadas por las nuevas tecnologías convergen la robótica, la nanotecnología, la realidad virtual, la impresión 3D, el internet de las cosas, la inteligencia artificial y la biología avanzada. Ello contribuye a difuminar cada vez más los límites entre los ámbitos físico, digital y biológico.

Algunas de estas tecnologías están ya entre nosotros, como por ejemplo los robots que se encuentran presentes en nuestras salas de operaciones y restaurantes de comida rápida; o las imágenes en 3D y extracción de células madre para desarrollar huesos humanos a partir de las células del propio paciente, y la impresión en 3D que está impulsando la aparición de una economía circular en que podemos usar y reutilizar las materias primas. A medida que se sigan desarrollando las innovaciones, sus usos y aplicaciones, mayores serán los cambios inducidos en todos los ámbitos, económicos, sociales, políticos e incluso culturales. Esto va a afectar a la manera en que las personas, las empresas y la sociedad producen, distribuyen, consumen y desechan los bienes y servicios, cambiando profundamente nuestra manera de vivir y trabajar, nuestras sociedades.

Siguiendo a Schwab (2016), en este trabajo se han clasificado estas tecnologías en tres grupos para su análisis: tecnologías físicas, tecnologías digitales y biotecnologías.

3.1. TECNOLOGÍAS FÍSICAS.

Son los más fáciles de analizar por su carácter tangible.

3.1.1. Vehículos de conducción autónoma y Drones.

En la actualidad, la mayoría de noticias sobre conducción autónoma se centran en los automóviles sin conductor, pero también es posible aplicar esta tecnología en camiones, aviones, barcos y drones.

Un **vehículo autónomo** es aquel capaz de circular sin la intervención humana en toda circunstancia: ciudad, carretera convencional o autopista. El usuario elige un destino, pero no es necesario que realice ninguna operación para el funcionamiento del coche. La conducción autónoma requiere el reconocimiento de señales, semáforos, peatones, ciclistas, coches y cualquier otro vehículo o elemento en el entorno de la vía.

Esto es posible gracias al uso de un conjunto de sistemas avanzados de control - láser, radar, sensores lidar², sistema de posicionamiento global y visión computerizada- que interpretan la información para identificar la ruta apropiada, así como los obstáculos y la señalización relevante. De esta forma, los vehículos autónomos pueden recorrer carreteras cuyo trazado haya sido previamente cartografiado y programado. Si una ruta no está recogida por el sistema, el vehículo no podrá circular correctamente.

En diversas partes del mundo se están llevando a cabo pruebas reales con coches, autobuses e incluso camiones autónomos que, de forma supervisada de momento, recorren calles y ciudades. Por ejemplo el coche de Google ha recorrido de forma autónoma un millón de kilómetros en 2016. Sin embargo, muchas son las preguntas sin respuesta que este tipo de conducción plantea. Algunas de carácter técnico, relacionadas con la imprescindible adaptación de las infraestructuras. Otras de carácter ético y moral. ¿Cómo respondería el vehículo autónomo ante la disyuntiva de proteger a un peatón o al conductor? ¿Es siempre la respuesta generada por los algoritmos matemáticos la más idónea desde el punto de vista “humano”? Otras cuestiones son jurídicas y legales: cuál es el marco legal para la circulación de estos vehículos, cómo se adaptarán las pólizas de seguro a la conducción autónoma, qué sistemas se implementarán para evitar hackers, cómo compatibilizar la geolocalización permanente con el derecho a la privacidad.

En cuanto a los **drones**, son los vehículos aéreos no tripulados reutilizables, aviones controlados de forma remota por un piloto en tierra, o de forma autónoma a partir de planes de vuelo pre-programados a través de automatización dinámica.³

Éstos se aplican en actividades que el ser humano no puede realizar por sí mismo o que le suponen un peligro. Existen drones de uso tanto civiles, como comerciales, pero sus primeros usos fueron en aplicaciones militares. Hay que distinguir dos grandes familias según su uso: drones para el ocio y drones profesionales. Entre los usos profesionales, destacan la seguridad aérea, como ofrece la empresa española Canard Drones y los incendios, por el cuerpo de bomberos de Nueva York.

En resumen, las ventajas e inconvenientes del vehículo autónomo (tabla 3.1) son:

Ventajas	Inconvenientes
Mejora de la seguridad.	Pérdida de empleo de transporte y automóvil.
Menor estrés.	Alteración de los seguros y asistencia en carretera.
Efectos positivos en el medio ambiente.	Menores ingresos por infracciones de tráfico.
Mayor movilidad de ancianos y discapacitados.	Cabildeo contra la automatización y el pirateo.
Disminución de aparcamientos si propiedad de los vehículos pierde interés.	Posible caos si se agota la batería de un vehículo en una situación de tráfico denso

Tabla 3.1. Ventajas e inconvenientes de la conducción autónoma.

Fuente: Elaboración propia con información de Schwab (2016) y Margolis (2017).

² Según la revista MIT Technology Review (2017), el sensor LIDAR es “un dispositivo que mapea los objetos en 3D mediante haces de láser que rebotan contra su entorno inmediato.”

³ Los misiles de crucero no son considerados drones, ya que aunque son vehículos no tripulados y a veces guiados remotamente, el propio vehículo del misil es un arma no reutilizable

3.1.2. Impresión 3D.

La impresión 3D o fabricación aditiva consiste en crear un objeto físico mediante la impresión capa a capa de un modelo o dibujo digital en 3D. Básicamente es un software que dirige a una impresora que deposita capas de plástico o metal fundido hasta crear un objeto físico totalmente formado e incluso con partes móviles. Por ello, es un proceso aditivo, a diferencia de la manufacturación tradicional en las fábricas, que es un proceso sustractivo.

Jeremy Rifkin (2014), recoge varios aspectos clave de este factor:

1. La mayoría de los diseños 3D que se utilizan en estas impresoras están programados a código abierto, con lo cual suprime la propiedad intelectual, ya que todos los usuarios pueden aportar su diseño o mejorar el diseño de otros.
2. Se ha producido una caída de precios de estos dispositivos.
3. Las impresoras 3D permiten obtener las piezas de recambio sin necesidad de tener que invertir en su fabricación ni sufrir retrasos.

La impresión 3D tiene un futuro prometedor. En el resumen de un estudio publicado por la consultora tecnológica estadounidense Gartner (2016) se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Se estima que en 2020, el 10% de las operaciones industriales incorporará impresoras 3D con robots en sus procesos de fabricación.
2. En ese mismo año, el 30% de los implantes humanos será impreso en 3D cerca de los centros de salud, porque permite una mayor personalización y ajuste.
3. En 2020, la impresión 3D reducirá el tiempo del lanzamiento de un producto en un 25% y permitirá, la reducción de la inversión de capital, un aumento en la reducción de costes, y mejorar el proceso de desarrollo de productos y servicio al cliente.
4. Por último, en 2020 en el 75% de las operaciones de fabricación en todo el mundo se van a utilizar herramientas, plantillas y dispositivos creados por impresoras 3D de la propia empresa, o por una empresa externa que los produzca.

3.1.3. Energías renovables.

Las energías renovables son un factor clave de la cuarta revolución industrial porque pueden cambiar la forma de producción y abastecimiento de energía actual por una más sostenible con el medio ambiente. Organismos como la Unión Europea ya plantearon estrategias como el 20-20-20 (recogidos en la directiva 2012/27/UE), que tiene como objetivos que para el año 2020 se hayan reducido los GEI (Gases de Efecto Invernadero) en un 20% en relación con los niveles de 1990, que un 20% del consumo energético se obtenga a partir de energías renovables, y finalmente que se mejore en un 20% la eficiencia energética.

Es imposible entender las energías renovables y su avance sin la necesidad de progresos en los sistemas de almacenamiento. Son la reducción de costes y los progresos técnicos en el almacenamiento, los que harán que las energías renovables, sean una alternativa sólida a los métodos de producción de energía eléctrica tradicionales. A día de hoy algunos fabricantes de baterías para el hogar son Nissan o Tesla.

En un primer momento, las empresas TIC tenían el concepto era crear una red inteligente centralizada y no distribuida, lo que conlleva digitalizar la red eléctrica

incorporando medidores inteligentes que informan a tiempo real a las compañías sobre consumo y flujos eléctricos (Rifkin, 2011).

En el futuro se demandará un “**internet de la energía**” o una forma de distribución inteligente de la energía, descentralizada. Consiste en apostar por edificios capaces de generar energía renovable, como si funcionasen como microcentrales eléctricas con tecnologías de almacenamiento, cuyos excedentes de producción energéticos podrán distribuirse de unos edificios a otros. (Rifkin, 2014). La coexistencia de los actuales sistemas centralizados de energía y los sistemas descentralizados, plantearán problemas de fijación de precios, que pueden incentivar o desincentivar la adopción de un sistema u otro.

3.1.4. Robótica e inteligencia artificial.

La RAE define a la robótica como la “técnica que aplica la informática al diseño y empleo de aparatos que, en sustitución de personas, realizan operaciones o trabajos, por lo general en instalaciones industriales.”

El uso de robots se localizaba en industrias como la automotriz. Actualmente los robots se están utilizando en otros sectores como la agricultura y la medicina. Klaus Schwab (2016) señala que “los robots son cada vez más adaptables y flexibles, con un diseño estructural y funcional inspirado e estructuras biológicas complejas”.

Debido a la posibilidad de que en un futuro los robots colaboren con los trabajadores en las tareas que tenga una empresa, se abre también el debate de si los robots o la posesión de robots en la producción de una determinada empresa tengan que pagar impuestos.

También la IA o la inteligencia artificial tiene una vital importancia en esta revolución industrial. La *Encyclopedia of Artificial Intelligence* la define de la siguiente forma: “La IA es un campo de la ciencia y la ingeniería que se ocupa de la comprensión, desde el punto de vista informático, de lo que se denomina comúnmente comportamiento inteligente. También se ocupa de la creación de artefactos que exhiben ese comportamiento”

Algunos ejemplos de la aplicación de la inteligencia artificial son sistemas de reconocimiento de voz como Siri, sistemas de reconocimiento de rostros o algoritmos que son capaces de crear textos.

Ante estos avances en robótica y en inteligencia artificial, no se puede prever con exactitud cuántos puestos de trabajo van a destruirse y/o crearse en el futuro. Se hablará de ello en el siguiente capítulo de este trabajo.

3.2. TECNOLOGÍAS DIGITALES

Los principales factores digitales que marcan esta revolución industrial son:

3.2.1. IoT o Internet de las cosas.

El concepto de internet de las cosas fue propuesto por Kevin Ashton en el Auto-ID Center del MIT en 1999, dónde se investigaba con sensores, transmisores, etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID) y otros elementos para conectar los dispositivos físicos (libros, termostatos, refrigeradores, paquetería, lámparas, botiquines, zapatos, vestidos, etc.) a redes. Se puede definir como una relación entre los objetos físicos y la gente, que resulta posible mediante tecnologías conectadas y plataformas varias. Hace referencia a la interconexión digital de objetos de uso cotidiano con internet.

Gracias al IoT se creará una infraestructura inteligente que conectará cada máquina, empresa, vivienda, vehículo o dispositivo en una red inteligente formada por un internet de las comunicaciones, un internet de la energía, y un internet de la logística que funcionarán de manera integrada en un único sistema operativo (Rifkin, 2014).

Según Ashton (2009), la tecnología de la información actual depende de los seres humanos para recabar información, por lo que la mayoría de los datos disponibles en internet fueron inicialmente creados por humanos, a base de teclear, presionar un botón, tomar una imagen digital o escanear un código de barras. Así, las personas son actualmente los “routers” más importantes de internet. El problema es que las personas tienen un tiempo, una atención y una precisión limitados, por lo que su capacidad para conseguir información sobre las “cosas” en el mundo real está limitada. En consecuencia, los ordenadores saben más sobre ideas que sobre cosas.

Si tuviéramos ordenadores que supieran más sobre las “cosas”, mediante el uso de datos que ellos mismos pudieran recoger sin nuestra ayuda, nosotros podríamos monitorizar, contar y localizar todo a nuestro alrededor, no existirían por ejemplo, artículos fuera de stock o medicinas caducadas, sabríamos que está en funcionamiento y qué apagado, no habría extravíos. Sabríamos cuando reemplazar, reparar o recuperar lo que fuera, así como conocer si su funcionamiento estuviera siendo correcto. De esta manera se reducirían gastos, pérdidas y costes. Se trata una revolución en las relaciones entre los objetos y las personas, incluso entre los objetos directamente, que se conectaran entre ellos y con la Red y ofrecerán datos en tiempo real. Ello va a suponer la digitalización del mundo físico.

El IoT se hace posible gracias al sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID). Bastará con un chip de pocos milímetros en cualquier objeto del hogar, del trabajo o de la ciudad para poder procesar y transmitir información sobre ese objeto constantemente. La disminución del coste de las etiquetas de radiofrecuencia (RFID), en un 40% en el período 2012-2013, y al descenso del coste de otros dispositivos, como los sistemas micro-electromecánicos (MEMS), entre un 80% y un 90% en el período 2009-2014, ha impulsado esta tecnología digital. Sin embargo para poder extender esta tecnología es necesario que los países adopten el protocolo de Internet IPv6 (a día de hoy es mayoritaria la versión IPv4) que permite que haya suficientes direcciones de IP para el mayor número de dispositivos conectados a internet que se usarán en el futuro (a cada dispositivo le corresponde una dirección única).

Actualmente es la empresa de telecomunicaciones estadounidense Cisco quién lidera el IoT. Esta empresa ha creado un “contador de conexiones” dinámico que le permite estimar el número de “cosas” conectadas. En 2012, había 8.700 millones de objetos conectados a nivel mundial, constituyendo el 0,6% de las “cosas” en el mundo. En 2013, este número supera los 10.000 millones. Cisco estima que impulsado por la reducción del precio por conexión se produzca un rápido crecimiento del número de conexiones máquina-máquina (M2M), y que el número de objetos conectados alcance los 50.000 millones en 2020 (2,7% de las cosas en el mundo). En uno de sus últimos informes publicados Cisco sostiene que el aprovechamiento o utilización del internet de las cosas supondrá alrededor de 14,4 billones de dólares y ahorro gracias a la reducción de costes en la utilización de activos, la mayor eficiencia y productividad de los empleados, la eliminación de residuos y errores en la cadena de suministro y logística, el aumento del número de clientes, y la reducción de tiempo del lanzamiento al mercado del producto o de la comercialización del mismo (Cisco, 2013).

Internet de las cosas plantea algunas limitaciones de carácter jurídico, ético y de ciber-seguridad. Una de ellas es la propiedad de los datos: ¿pertenecen al fabricante del dispositivo o al propietario del mismo? Otra limitación es la posible pérdida de privacidad de los usuarios, y la utilización ética de nuestros datos personales. Por último, hay que considerar que estos objetos no se actualizan con demasiada frecuencia, por lo que pueden suponer una vulnerabilidad de todo el sistema de

transferencia de datos, y una vía fácil de entrada a la red para delincuentes. Es por ello por lo que se deberá crear un marco legal suficiente que garantice que las personas puedan ejercer sus derechos sobre sus datos personales.

3.2.2. La cadena de bloque o Blockchain.

La Blockchain es una **base de datos distribuida (BDD)**, es decir, un conjunto de múltiples bases de datos lógicamente relacionadas, las cuales se almacenan en varias computadoras (llamadas sitios o nodos), que están conectadas entre sí por una red de comunicaciones. Dichas BDD tienen la capacidad de realizar procesamiento autónomo, pueden transmitir datos entre los diferentes sitios, y pueden desarrollar operaciones locales o distribuidas en diferentes espacios lógicos y geográficos.

Fue Edgar F. Codd (1970) quien se refiere por primera vez a las BDD en 1970 al hablar de la necesidad de almacenar datos de forma masiva. Originalmente se almacenaba la información de manera centralizada, pero con el paso del tiempo las necesidades aumentaron y plantearon problemas que no era posible solucionar de forma centralizada. La globalización, la fragmentación y deslocalización empresarial impulsan la aparición de las BDD, así como el aumento de las capacidades de las computadoras personales. En un sistema de Bases de Datos Distribuida (SBDD) un usuario localizado en cualquier sitio puede acceder los datos en cualquier parte de la red exactamente como si estos fueran accedidos de forma local.

La cadena de bloque fue aplicado por primera vez en 2009 como parte de **Bitcoin**, una **moneda digital** creada ese mismo año, que no está controlada por ningún organismo central, y cuya gestión de transacciones y emisión de se lleva a cabo de forma colectiva por la red. En este caso la Blockchain se usa como notario público no modificable de todo el sistema de transacciones a fin de evitar el problema de que una moneda se pueda gastar dos veces. Otras cripto monedas son Ethereum, Dogecoin y Litecoin, cada una con sus particularidades.

Otras aplicaciones de la cadena de bloques son:

1. Para lograr mayor eficiencia en los procesos de negocio actuales.
2. Para su aplicación en plataformas basadas en la economía colaborativa y en modelos peer to peer o p2p.

Schwab (2016) defiende, que en el futuro esta herramienta servirá para registrar certificados de nacimiento y defunción, títulos de propiedad, matrimonio, académicos, reclamaciones de seguros, procedimientos médicos, votos y cualquier tipo de transacción o intercambio que se pueda expresar mediante código.

En el diario Expansión, Elena Arrieta (2017), señala que el Blockchain también es aplicable al sector industrial ya que permite la trazabilidad total de un producto, es decir la posibilidad de rastrear un producto durante todas las fases de la producción, registrando en este sistema el código de cada pieza o producto y añadir todos los datos o correcciones que se apliquen sobre éstas.

Finalmente, el Blockchain empieza a regularse, por ejemplo, en España, los usuarios que emiten Bitcoins tendrán que pagar impuestos recogidos en el Impuesto de Actividades Económicas por razones recaudatorias y delincuencia informática.

3.2.3. Economía bajo demanda o colaborativa.

Supone un modelo económico alternativo al tradicional que consiste prestar, alquilar, comprar y vender productos en función de necesidades específicas, y no tanto en función de beneficios económicos. En este modelo de consumo el dinero no es el único valor de cambio en las transacciones. También pueden ser bienes de intercambio los servicios. Por ejemplo, una persona puede ofrecer alojamiento a otra durante unos días a cambio de clases de idiomas.

Dentro del sistema de economía colaborativa existen varias modalidades con características diferentes. En primer lugar, en función del uso o no de las plataformas digitales para su implementación, hay que diferenciar entre **economía colaborativa offline**, terreno en el que se encuadran los bancos de tiempo, los grupos de consumo, huertos urbanos y coworking, y la **economía colaborativa online**, dónde la tecnología tiene un peso fundamental en la conexión de las partes que intervienen en los acuerdos.

En segundo lugar, en función de las necesidades de los consumidores y de los productos que se intercambian, se puede diferenciar entre:

1. **Consumo colaborativo:** Utiliza plataformas digitales a través de las cuales los usuarios se ponen en contacto para intercambiar bienes o servicios, con o sin ánimo de lucro. Permiten un aprovechamiento eficiente y sostenible de los bienes y recursos ya existentes e infrautilizados. Ejemplo: Blablacar, Airbnb, Wallapop.
2. **Conocimiento abierto:** Son todas aquellas modalidades que promueven la difusión del conocimiento sin barreras legales o administrativas. Pueden presentarse en el día a día o a través de plataformas informáticas a las que acuden usuarios con necesidades de esos conocimientos.
3. **Producción colaborativa:** Se trata de redes de interacción digital que promueven la difusión de proyectos o servicios de todo tipo. La diferencia con los dos modelos anteriores es que lo que se ofrece también se produce en el seno de estas redes.
4. **Finanzas colaborativas:** Microcréditos, préstamos, ahorros, donaciones y vías de financiación se incluyen en este subgrupo de la economía colaborativa. Los usuarios se ponen en contacto para satisfacer necesidades en cualquiera de estos aspectos. El mejor ejemplo lo vemos en el crowdfunding, modelo de financiación para aquellos que deseen aportar capital a ciertas iniciativas de forma desinteresada.

No hay que confundir la economía bajo demanda o colaborativa con la economía de acceso. En la primera, la plataforma digital es un sistema abierto y dinámico a través del cual los usuarios operan como vendedores o compradores de bienes y servicios, en la segunda una empresa con fines comerciales pone a disposición de los usuarios unos bienes a través de la plataforma.

Son muy diversas las ventajas de este modelo de economía.

1. **El ahorro.** La mayoría de productos o servicios que se ofrecen a través de este sistema tiene precios módicos o, incluso, simbólicos.
2. **Desarrollo sostenible.** La economía colaborativa estimula el segundo uso de los productos. Lo que alguien ya no necesita, puede tener un nuevo destinatario en alguna red de contactos. Se aboga por un consumo moderado.
3. **Gestión de recursos.** Otro principio de la economía colaborativa es que si a alguien sirve una cosa, lo más probable es que a otra persona también. ¿Por qué no compartirlo? Un ejemplo son los automóviles, que pueden servir para llevar a varios pasajeros con destinos próximos.
4. **Mayor oferta.** Los productos con un segundo uso y los servicios compartidos amplían la oferta de los mercados tradicionales. Sin la economía colaborativa, es posible que éstos nunca vieran la luz.
5. **Beneficio medioambiental.** La reutilización y los servicios compartidos son una buena manera de contribuir al cuidado y la sostenibilidad de los entornos.

El ejemplo más claro de economía colaborativa actual son las plataformas relacionadas con los desplazamientos en automóvil, como Uber y Cabify, o

plataformas de car-sharing como Car2Go. Algunos sectores de negocio tradicionales, como el taxi, se sienten fuertemente amenazado por estas plataformas, ya que ofrecen servicios similares a precios más económicos y en muchos casos más eficientes y accesibles. Ello, exige una estricta regulación del mismo.

Otro de los negocios más disruptivos que se conocen de economía colaborativa es Airbnb, que es el proveedor de alojamiento más grande del mundo. Airbnb ofrece su plataforma para que los usuarios y propietarios puedan ponerse en contacto. Ésta sólo se queda con una pequeña parte de la transacción. Otros competidores como CouchSurfing, son organizaciones sin fines lucrativos y no tienen una finalidad tan comercial como tiene Airbnb. También la tecnología y los avances en los modelos de negocio se han adelantado en este caso a la regulación, ya que estas empresas suponen a día de hoy una gran amenaza para el sector hotelero.

3.3. BIOLOGÍA Y MEDICINA.

Las innovaciones en biología y en medicina son importantes. En primer lugar, se han reducido costes en secuenciación genética que ha pasado de costar 2.700 millones de dólares en el proyecto inicial a 1.000 dólares. Debido a esta reducción de costes en la secuenciación genética se podrá tener una sanidad más personalizada y eficaz, ya que con esos datos se podrán tomar mejores decisiones respecto a los pacientes.

Klaus Schwab (2016) explica ya existe la posibilidad de alterar las células, permitiendo crear plantas y animales que estén genéticamente modificados, incluyendo la modificación de las células de organismos adultos. Además, este mismo autor señala que otros factores impulsores como la impresión 3D toman un papel importante combinados con la genética para producir tejidos humanos, huesos, corazón y tejido vascular. También se está investigando la posibilidad de utilizar dispositivos integrados en nuestro cuerpo que recojan datos sobre nuestra presión sanguínea, química y otros y que estos datos se relacionen con el nivel de salud mental que tenemos o la productividad.

En conclusión, la combinación de los nuevos avances en medicina y biología, y la gestión basada en los grandes volúmenes de datos e información harán que descendan los todavía elevados costes de la asistencia médica.

En la siguiente tabla se presentan un resumen de las principales tecnologías que están en la base de la cuarta revolución industrial:

Categoría	Descripción
Impresoras 3D	Avances en las técnicas de fabricación, ganando en precisión y uso de nuevos materiales. Se incluye el desarrollo de tejidos orgánicos para uso médico.
Nuevos materiales	Nuevos materiales y nano estructuras para el desarrollo de nuevas propiedades los materiales.
Inteligencia artificial y robótica	Desarrollo de máquinas que puedan sustituir a los seres humanos, cada vez más en las tareas asociadas con el pensamiento, trabajos multitarea, y tareas físicas.
Bioteconlogías	Innovaciones en la ingeniería genética, conocimiento de la secuencia y aplicaciones tanto terapéuticas como preventivas para mejorar la salud entre otras aplicaciones.
Captura y transmisión de energía	Mayor eficiencia en la batería y pila de combustible; nuevas tecnologías para el aprovechamiento de energías renovables; distribución de energía a través de sistemas de redes inteligentes, o la transferencia de energía inalámbrica entre otras mejoras.
Blockchain	Sistemas criptográficos que gestionan, y verifican los datos de transacciones de registro público. Es la base de nuevas formas de dinero virtual como el Bitcoin.
Geoingeniería	Nuevas tecnologías orientadas a la captación y eliminación de dióxido de carbono y el manejo de la radiación solar.
Internet de las cosas	Sensores y sistemas integrados y conectados para facilitar el seguimiento y la gestión de productos, servicios y aplicaciones en múltiples ámbitos.
Neurotecnología	Innovaciones como las llamadas drogas inteligentes orientadas a mejorar la actividad cerebral.
Tecnologías de la computación	Nuevas arquitecturas de computación que incluye la computación cuántica, biológica o de procesamiento de redes neurales, así como la expansión de las tecnologías informáticas actuales.
Tecnología espacial	Desarrollos que permitan un mejor acceso y la exploración del espacio, incluyendo los micro-satélites, telescopios avanzados, cohetes reutilizables y motores de cohete de chorro integrados
Realidad virtual aumentada	Mejoras en las interfaces entre humanos y ordenadores, que implican entornos de inmersión, lecturas holográficas y superposiciones producidos digitalmente por experiencias de realidad aumentada.

Tabla 3.2. Principales tecnologías de la cuarta revolución industrial.

Fuente: Elaboración propia a partir de información del Foro Económico Mundial.

CAPÍTULO 4

CONSECUENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES.

La escala y la amplitud de la cuarta revolución industrial, y los cambios tecnológicos que la acompañan, van a tener un elevado impacto económico, social y cultural, que afectará especialmente a las relaciones que se establecen entre países, entre los diferentes agentes económicos -empresarios, empleados, proveedores, clientes, consumidores-, entre los gobiernos y sus ciudadanos, en definitiva, entre todas las instituciones y las personas que conforman una sociedad.

Estos impactos se ven intensificados por los cambios demográficos y socioeconómicos propios de las últimas décadas: la aceleración de los procesos de globalización, el surgimiento de una clase media en los mercados emergentes, el cambio climático, la creciente preocupación por el medio ambiente y el deterioro de los recursos naturales, la mayor volatilidad geopolítica, el envejecimiento de la población mundial, el empoderamiento de las mujeres, la rápida urbanización de los países en desarrollo, etc.

Todos estos cambios, relacionados con modificaciones en la distribución de poder entre los diferentes actores sociales y económicos, tienen un marcado carácter disruptivo, del que se derivarán nuevos modelos políticos, económicos y sociales. Estos modelos van a necesitar de nuevas formas colaborativas de interacción entre ciudadanos, instituciones y agentes económicos.

Se tratan de impactos polifacéticos y transversales, que afectan a diferentes aspectos de la economía, gobiernos y sociedad civil, cambios que se interrelacionan y retroalimentan entre sí, por lo que resulta sumamente complicado separar los efectos particulares de cada uno de estos ámbitos de los efectos globales.

A continuación se van a analizar algunos de estos impactos, primero de manera general, y segundo, nos centraremos en el caso español.

4.1. MERCADO DE TRABAJO.

El debate sobre el impacto de las nuevas tecnologías en el empleo no es nuevo. En revoluciones industriales anteriores existieron movimientos como el Ludismo, que llevaban a cabo acciones violentas contra las máquinas con el fin de protestar la destrucción de empleo que éstas suponían. En la cuarta revolución industrial, este debate vuelve a cobrar actualidad, al discutirse como afectará la digitalización al empleo.

En ese sentido, se ha señalado que la Cuarta Revolución Industrial, y la ola de innovación tecnológica que la acompaña, va a afectar al papel del hombre como principal factor de producción y creación de riqueza, de la misma manera que el rol de los caballos en la producción agrícola fue primero disminuido y después eliminado por la introducción del tractor (Leontieff, 1983). Hasta ahora se ha considerado a los trabajadores como la unidad fundamental de producción en la economía. No obstante, así como la Primera Revolución Industrial *“transformó al hombre de controlador de la máquina en parte de la máquina”* (Avent, R., 2014), **la Cuarta Revolución Industrial sustituye, en una extensión aún indeterminada, el papel de hombre como partícipe esencial de la producción** por el uso de robots, redes, programación inteligente, y otros dispositivos y avances tecnológicos.

Creación y destrucción de empleo

Para evaluar las consecuencias de este cambio en el papel del hombre como factor de producción, el World Economic Forum (WEF), presento en 2016, en el marco del Foro Económico de Davos, un informe titulado "*The future of Jobs*" en el que se analiza la destrucción y creación de empleo en los próximos años como consecuencia de la automatización. En total se examinan 371 empresas, que concentran a más de 13 millones de empleados en 9 sectores de la industria en 15 países desarrollados y economías emergentes. El informe concluye que la digitalización de la industria supondrá la desaparición de 7,1 millones de empleos tradicionales entre los años 2015 y 2020, debido a la automatización de tareas y la desaparición de intermediarios. En ese tiempo, también se crearán 2,1 millones de puestos de trabajo, la mayoría relacionados con las nuevas capacidades y habilidades digitales.

Muchos puestos de trabajo que conllevan tareas repetitivas y precisas ya han sido sustituidos por las nuevas tecnologías y la automatización de los procesos. Según el informe del WEF antes mencionado, de los 7,1 millones de empleos afectados, dos tercios (4,76 millones) se concentrarán en tareas de tipo administrativo. También las actividades productivas y manufactureras se verán fuertemente impactadas (1,61 millones), aunque en este caso existe margen para la recolocación y mejora de la productividad a través de la tecnología. El tercer ámbito donde más trabajo se destruirá será el de la construcción y extracción (casi 500.000 puestos) (figura 4.1).

A pesar de la destrucción de empleo, la revolución 4.0 impulsará la creación de empleos de difícil sustitución tecnológica, más dependientes de aspectos creativos y liderazgo.

Algunos de los empleos más demandados en un futuro cercano serán analista de datos, que ayuden a las empresas a tomar mejores decisiones, especialistas en representantes de ventas, pues todas las compañías necesitarán reforzar la percepción de valor de su marca y su capacidad de comunicar lo que hacen a sus clientes, especialistas en desarrollo operacional de una empresa, ingeniería bioquímica, ingeniera en nanotecnología y robótica, expertos en sistemas de información, operadores de drones, expertos en la generación del millenials, gerente de sustentabilidad, especialista en computarización de la nube (*Cloud*), ingeniería automotriz autónoma, inventor de aplicaciones digitales, gestor de medios de comunicación social (figura 4.1).

Asimismo, se prevé que las empresas de energía, medios de comunicación y entretenimiento demanden una nueva categoría de directivos que les ayuden a lidiar con la incertidumbre y la disrupción en sus modelos de negocio (Hallett y Hunt, 2016).

Estos resultados se apoyan en un estudio sobre el efecto de la innovación en el empleo realizado en 2013 por el economista Carl Frey y el experto en aprendizaje de máquina Michael Osborne, en el que se afirma que aunque la automatización se ha limitado históricamente a tareas basadas en reglas explícitas, en la actualidad los algoritmos creados a partir de grandes bases de datos pueden reconocer patrones y sustituir al trabajador en tareas cognitivas no rutinarias.

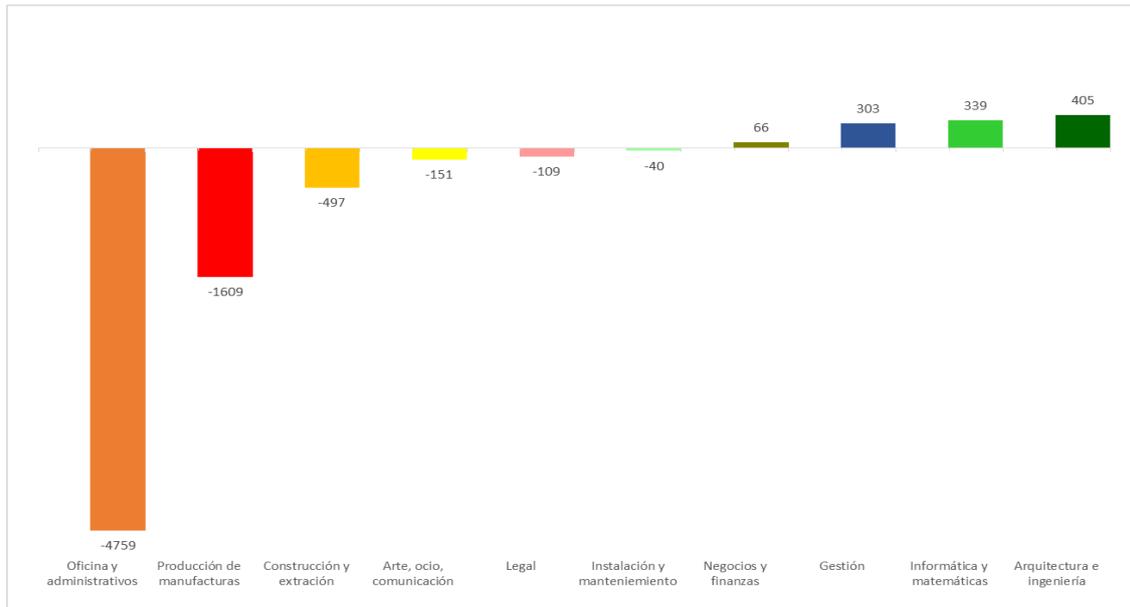


Figura 4.1. Empleos que se crean y destruyen, 2015-2020. (miles de empleos)

Fuente: Elaboración propia a partir WEF (2013) "The future of Jobs"

El estudio predice que la automatización de tareas se limitará en principio a las ocupaciones menos cualificadas y de bajos salarios. Sin embargo, a medida que se desarrollen nuevas innovaciones y progrese la digitalización y automatización, nuevos empleos se verán afectados. Los empleos se irán progresivamente desplazando hacia las tareas que requieren más inteligencia creativa y social. En la siguiente tabla se exponen, en función del estudio mencionado, los empleos más y menos propensos a la automatización en los próximos años (tabla 4.1).

Empleo más propensos a la automatización	Empleo menos propensos a la automatización
Vendedores vía telefónica	Salud mental y trabajadores sociales de abuso de sustancias
Preparadores de impuesto	Coreógrafos
Evaluadores de seguros de daños en automóviles	Médicos y cirujanos
Árbitros y otros jueces deportivos	Psicólogos
Secretarios jurídicos	Gestores de Recursos Humanos
Camareros de restaurantes, salones y cafés	Analistas de sistemas de cómputo
Compraventa de bienes inmuebles	Antropólogos y arqueólogos
Contratistas de trabajo agrícola	Ingenieros marinos y arquitectos navales
Secretarías y asistentes administrativos, excepto los jurídicos, médicos y ejecutivos	Gerentes de ventas
Entregas y mensajería	Altos ejecutivos

Tabla 4.1. Empleos más y menos propensos a la automatización.

Fuente: Elaboración propia a partir de Schwab (2016)

Necesidad de capacitación

El estudio de Frey y Osborne (2013) prevé una polarización del mercado de trabajo, al ser necesario la adquisición de nuevas capacidades para acceder a los empleos con menos riesgo de sustitución por tecnologías. Actualmente, en casi todas las actividades, los cambios tecnológicos están acortando la vida útil de las competencias

de los empleados. Al mismo tiempo, existen problemas para encontrar mano de obra con determinados conocimientos y capacidades que los cambios en la industria están demandando. Las capacidades del trabajo más demandadas en el futuro serán por lo general aquellas que se basen en la creatividad, la inteligencia emocional, la flexibilidad cognitivas, y en las habilidades sociales y de colaboración (tabla 4.2).

	2015	2020
1	Resolución de problemas complejos	Resolución de problemas complejos
2	Coordinación con otros trabajadores	Pensamiento crítico
3	Gestión de personal	Creatividad
4	Pensamiento crítico	Gestión de personal
5	Negociación	Coordinación con otros trabajadores
6	Control de calidad	Inteligencia emocional
7	Orientación al servicio	Juicio y toma de decisiones
8	Juicio y toma de decisiones	Orientación al servicios
9	Escucha activa	Negociación
10	Creatividad	Flexibilidad cognitiva

Tabla 4.2. Las 10 habilidades más demandadas.

Fuente: Elaboración propia a partir de WEF (2016)

En consecuencia, el conjunto de aptitudes y actitudes que permiten a una persona conseguir y conservar un empleo, no va a depender tanto de sus conocimientos y de la formación, como de la capacidad para aprender nuevas habilidades. Así lo indica el WEF (2016) al estimar que, en promedio, para 2020 más de un tercio de las habilidades básicas demandadas en la mayoría de las ocupaciones son aún desconocidas, o no se consideran cruciales para el actual mercado laboral. De esta forma, el 65% de los alumnos de educación primaria trabajarán en empleos que no existen en la actualidad, por lo que la mano de obra va a tener que estar en un constante aprendizaje.

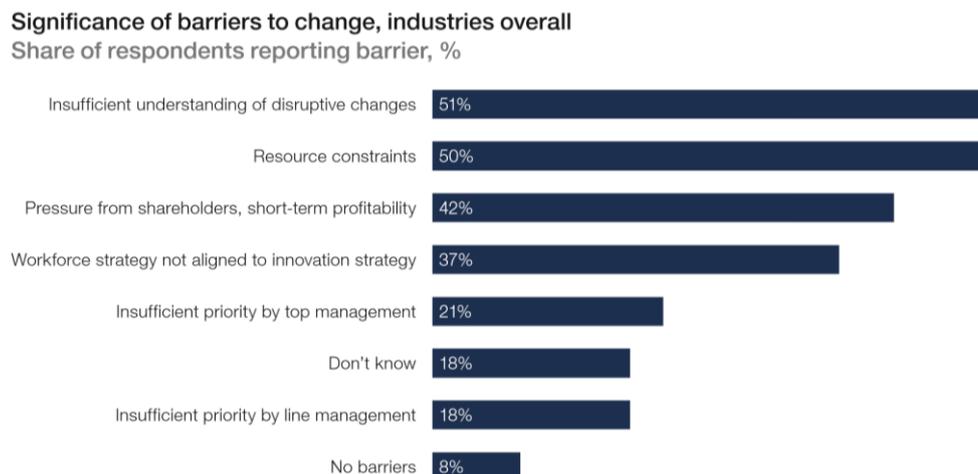
La irrupción de las nuevas capacidades en el trabajo y la automatización también tendrán su efecto en la brecha de género entre hombres y mujeres. Schwab (2016) afirma que “dado que los hombres todavía tienden a dominar las profesiones asociadas a la ciencia de la computación, la ingeniería y las matemáticas, la creciente demanda de conocimientos técnicos especializados puede exacerbar las desigualdades de género”. Sin embargo, como se ha explicado anteriormente, la cuarta revolución industrial podría tener un efecto positivo en todas aquellas ocupaciones que se basan en habilidades humanas, tales como la psicología, el coaching, la educación, la atención sanitaria, y en general, servicios personales, en donde tradicionalmente se viene localizando el empleo femenino.

Estrategias de captación, retención y promoción del talento

Esta revolución tecnológica, los cambios en el mercado laboral, la transformación del empleo, y las necesidades de nuevas capacidades, influirá en las estrategias de captación, retención y promoción del talento en las organizaciones. El informe del WEF (2013) indica que a pesar de tener conciencia de la escasa preparación de los trabajadores frente a los cambios que se avecinan, las empresas apenas han adoptado medidas para hacer frente a los retos de capacitación. Las principales dificultades para el reclutamiento de mano de obra capacitada se van a encontrar en las industrias de fabricación de bienes de consumo.

El estudio señala que las principales barreras al cambio son la falta de comprensión de los cambios disruptivos, los recursos limitados, la falta de relación entre las

estrategias laborales y las estrategias de innovación de las empresas, y las presiones para obtener una rentabilidad a corto plazo (figura 4.2).



Source: Future of Jobs Survey, World Economic Forum.

Note: Names of barriers have been abbreviated to ensure legibility.

Figura 4.2. Barreras al cambio que tienen las empresas.

Fuente: Elaboración propia a partir WEF (2013) "The future of Jobs"

4.2. NEGOCIOS.

En todos los sectores de actividad, empresas de todo tipo se enfrentan actualmente al reto de identificar y aprovechar las oportunidades que ofrecen las transformaciones inherentes a la cuarta revolución industrial, así como a los desafíos y riesgos que pueden implicar la adaptación a las nuevas reglas del juego que rigen la actividad económica. Nuevos modelos de negocio se empiezan a desarrollar auspiciados, entre otros, por los cambios en las relaciones con los consumidores, las mejoras en los productos gracias al manejo de un gran volumen de información y datos, la colaboración entre empresas por y para mejorar la innovación (Schwab, 2016).

El proceso de adaptación de la empresa a estas transformaciones le exige, en primer lugar identificar estos cambios en su entorno actual, y seguidamente adoptar una estrategia que le permita adaptarse a esos cambios. Puede haber tantas estrategias como compañías y negocios diferentes, ya que cada una de las empresas se enfrenta a una situación concreta diferente.

Por otra parte, la incorporación de estos cambios a la organización empresarial va a tener un impacto directo en su desarrollo, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo.

Desde el punto de vista de los resultados cuantitativos, la cuarta revolución industrial va a permitir a la empresa mejorar sus resultados y cifras de negocio y optimizar los costes. La implementación de las nuevas tecnologías y el manejo de mayor volumen de información aumentará la eficacia de los procesos empresariales, tanto externos (producción, logística, inventario, calidad y mantenimiento), como internos (toma de decisiones en la empresa).

Desde el punto de vista cualitativo, la digitalización y aplicación de otras tecnologías va a ayudar a los empleados a mejorar su productividad, a asimilar nuevos conocimientos, y desarrollar sus capacidades. Ello tendrá un efecto positivo sobre su satisfacción en el empleo, y en consecuencia, sobre el ambiente laboral de la organización. También el cliente se verá beneficiado al ofrecerle productos y servicios

más personalizados y adaptados a sus necesidades gracias a la mayor información que maneja la empresa.

Schwab (2016) sintetiza los principales impactos de la cuarta revolución industrial en los modelos de negocio en cuatro aspectos: a) expectativas de los clientes, predefinidas como experiencias, y centro de la economía digital; b) vinculación producto-producción-datos en la mejora de la eficiencia de la producción; c) nuevas relaciones de colaboración innovadora con los stakeholders; y d) transformación digital de los modelos de negocio, ciberseguridad y gestión del talento.

A continuación se analizan algunos de estos impactos y los retos a los que se enfrentan las empresas como consecuencia de ellos.

Expectativas del consumidor y vinculación producto-producción-datos.

Anteriormente se ha señalado que los consumidores se verán ampliamente beneficiados por los cambios derivados de la cuarta revolución industrial. Las tecnologías que impulsan la cuarta revolución industrial y las innovaciones que van apareciendo van a permitir desarrollar una producción más individualizada y adaptada a los gustos y necesidades de los consumidores (Salas, 2002). Así, por ejemplo, el *Big Data* permite recoger, almacenar y explotar amplia información sobre el proceso comercial.

Las compañías podrán conocer en tiempo real los comportamientos de los consumidores, cómo evolucionan sus hábitos de compra y sus preferencias. Analizar esta información permitirá a la empresa generar una cadena de valor que se adapte mejor a las demandas de los clientes de la empresa. Los productos y servicios se renovarán a gran velocidad para adaptarse a esos cambios y ofrecer mejores prestaciones a los consumidores sin que el coste de los mismos aumente sensiblemente (Schwab, 2016).

Al mismo tiempo, se desarrollan nuevos canales de distribución que permiten a los consumidores acceder a muchos de los bienes y servicios que demandan desde cualquier lugar sin necesidad de desplazarse, como por ejemplo música, literatura, cine, moda, alimentos, etc. Este cambio ya se puede observar con la revolución digital y las TIC, al extenderse cada vez más las compras y pagos por internet. Sin embargo el alcance de esta transformación en los hábitos de compra se acelerará en la cuarta revolución industrial. El *Cloud Computing* permitirá, a través del procesamiento de millones de datos de desde entornos virtuales, generar propuestas de valor para los consumidores desde lugares remotos. El *internet de las cosas* posibilita la interconexión de todos aquellos elementos implicados en la cadena de valor de un producto y/o servicio que se ofrece al consumidor. En este ámbito se puede ir perfeccionando la atención al consumidor.

Por otra parte, los clientes de la empresa dejan de ser considerados solo consumidores, ya que pasan a interactuar directamente con los productores, por lo que sus opiniones son tenidas en cuenta para diseñar y personalizar el producto o servicio, adaptándolo a sus preferencias.

Schwab (2016) señala que “la tendencia a la digitalización apunta hacia una mayor transparencia, lo que significa más datos en la cadena de suministro, más datos al alcance de los consumidores y, por lo tanto, más comparaciones entre usuarios sobre la calidad de los productos, lo cual les traslada el poder a los consumidores”. Se trata de hacer un marketing más directo. Las opiniones de los consumidores en plataformas como TripAdvisor, Amazon, y asistentes y comparadores de precios de acceso gratuito que encontramos en las redes, pueden ser esenciales en las decisiones de compras de los consumidores. Las consecuencias de un mal producto pueden ser enormes para las empresas, que se afanan por ganar una gran imagen de marca pero deben ser conscientes de que esa imagen es fácil perderla.

En definitiva, si nos fijamos en los diferentes elementos que impulsan la cuarta revolución industrial, se observa que el elemento clave en lo que se refiere a los consumidores para mejorar la competitividad de la empresa es la información.

Innovación colaborativa.

Otra de las tendencias de la cuarta revolución industrial es la innovación colaborativa, que se produce entre empresas cuando éstas deciden compartir recursos e innovar conjuntamente, creando valor para todas las partes que participan (Schwab, 2016). Se trata de una práctica que va adquiriendo mayor importancia en todo el mundo ya que permite afinar las ventajas competitivas, articular sinergias y valores comunes al complementarse las empresas mediante la colaboración. Por ejemplo, una firma joven podrá mejorar posiciones en el mercado cooperando con un socio establecido, que cuente con más capital y conocimiento del negocio, mientras que una firma establecida puede adquirir nuevos conocimientos sobre las oportunidades del mercado para la innovación, ofrecidos por la firma joven (Esposito, 2015).

Se trata de ir más allá de una alianza centrada solo en resultados puntuales. La innovación colaborativa implica una relación más compleja basada en la combinación de los recursos y habilidades de las empresas que colaboran. La clave es el **proceso de aprendizaje** que se generan a partir de esas interacciones. **Co-innovar no es simplemente trabajar uno para el otro, sino crear una solución innovadora estratégicamente alineada con los objetivos competitivos de todas las partes implicadas.**

Estas interacciones necesitan de ecosistemas, que se suelen confundir a menudo con meras plataformas digitales de colaboración. No son lo mismo. La web 2.0 y las plataformas colaborativas ayudan como soporte para que la innovación colaborativa prospere, porque permiten la generación distribuida de ideas y abren la posibilidad de que éstas sean debatidas, filtradas, contrastadas y mejoradas. Pero eso no es suficiente para completar el ciclo de innovación, porque se necesita también el despliegue de buenos equipos, una gestión estratégica de todo el ecosistema, y adecuadas hojas de ruta para convertir las ideas en productos/soluciones de valor para los clientes.

Estos ecosistemas o plataformas para co-innovar se pueden diseñar siguiendo diversas configuraciones, aunque todas ellas deben ofrecer una estructura de la asociación flexible que permita reaccionar ante una amplia gama de escenarios (Sang, Olson y Trimi, 2012):

1. **Modelo del Bazar Creativo.** Un modelo donde el espacio de innovación no está definido del todo pero el liderazgo o gobierno gira en torno a una empresa dominante. Esta empresa acude al "mercado" de ideas, productos y tecnologías y emplea su estructura de comercialización propietaria para cristalizar esas ideas en productos/servicios para su mercado. Un ejemplo de este modelo es el empleado por Procter & Gamble que se vale de empresas intermediarias como Innocentive o NineSigma para buscar fuentes de innovación (e.g. ideas).
2. **Modelo "MOD Station".** Un modelo donde el espacio de innovación está definido ya que se parte de innovaciones existentes, aunque el liderazgo es compartido. Este modelo se centra en la modificación y explotación de conocimiento existente para afrontar desafíos de mercado y tecnológicos por parte de comunidades de innovadores. Un ejemplo bastante actual es el fenómeno de los "mashups", que combinan servicios y datos de diferentes fuentes para proporcionar una nueva funcionalidad innovadora. En este modelo algunos de los autores incluyen a los espacios de **co-working** como la forma "earlystage" de co-innovación.
3. **Modelo "Jam" Centralizado.** Un modelo donde el espacio de innovación no está definido y el liderazgo es compartido. Los objetivos de la innovación tienden a

emerger a través de la colaboración entre diferentes agentes de la red. Un ejemplo de este modelo ha sido el mundo virtual de Second Life donde Linde Lab (creador de Second Life), los usuarios y las organizaciones colaboran en el diseño del mundo virtual y la creación de nuevas experiencias de usuario. Así, Second Life proporciona un entorno experimental para que los usuarios y organizaciones colaboren e innoven a través de la experiencia, sin un objetivo predefinido. En general, en este modelo podemos incluir muchos de los LivingLabs.

4. **Modelo “Orquesta”**. Un modelo donde el espacio de innovación está claramente definido y el liderazgo lo ejerce una organización central. Aquí un grupo de empresas colaboran para explotar una oportunidad de mercado basada en un esquema de innovación establecido por una empresa dominante. Este es el caso de Salesforce.com y su plataforma AppExchange donde distintos proveedores pueden almacenar extensiones al servicio CRM Force.com y comercializarlo a los usuarios finales.

En el informe del Foro Económico Mundial de agosto de 2015 llamado “*Collaborative Innovation. Transforming Business, Driving Growth*” se habla de los principales retos de la innovación colaborativa: Requiere una inversión importante por parte de las dos empresas, una estrategia firme, sistemas de comunicación adecuados entre los participantes, alinear procesos y flexibilidad ante los cambios.

4.3. CRECIMIENTO ECONÓMICO.

La economía mundial, no crece al mismo ritmo en la actualidad que justo antes de la crisis de 2008 donde la economía mundial crecía a un ritmo del 5% anual, de hecho la economía mundial crece a un ritmo inferior al 3-3,5% al año, por ejemplo, según datos del Banco Mundial en 2015 el PIB mundial creció un 2,717%. Las causas se encuentran en el elevado coste de la energía, la deuda pública, y en general, las consecuencias de la crisis económica iniciada en 2008.

Aun así, Jeremy Rifkin (2014) añade un nuevo factor que puede afectar a este estancamiento: el coste marginal. El coste marginal es el incremento que sufre el coste cuando se incrementa la producción en una unidad. Este autor explica que a medida que el coste marginal de producir bienes y servicios se vaya acercando a cero en un sector tras otro (e.g. contenidos audiovisuales), los beneficios disminuyen y el PIB se reduce. Que cada vez más bienes y servicios sean prácticamente gratuitos, que se opte por reciclar y redistribuir productos ya comprados, provocando un aumento de la vida útil de los productos, y que haya consumidores prefieran el uso de un bien a cambio de un pago por uso, en vez de la propiedad (e.g. automóvil, una herramienta), provoca una reducción del PIB.

Finalmente, a medida que la automatización, la robótica y la inteligencia artificial sustituyen a la fuerza del trabajo en numerosos sectores, simplemente por razones del aumento de productividad, aumento de eficiencia en costes y la reducción de errores en la producción, se produce una pérdida de poder adquisitivo de los consumidores, que evidentemente tiene un efecto negativo sobre el PIB.

El PIB se ha usado hasta ahora como indicador referencia del éxito económico. Sin embargo, la evolución de la economía digital ha creado un debate en torno a la posibilidad de que el PIB no sea un indicador tan representativo, ya que está cambiando la forma de trabajar y de consumir.

Los contadores nacionales han considerado al gobierno y las empresas como parte productiva, y a los hogares no, pero la brecha entre trabajo y hogar cada vez es más pequeña. El número de trabajadores por autónomos, que utilizan las plataformas digitales es cada vez mayor. Usan activos de su propiedad, como sus ordenadores, para realizar un trabajo remunerado. Incluso, se producen gratuitamente trabajos

digitales, como el software libre, que pueden utilizarse como sustitutos de otros productos equivalentes comercializados.

Es por esta razón por la que el PIB proporciona una información limitada, porque sólo informa sobre los bienes y servicios producidos, y no tiene en cuenta los impactos medioambientales si no afectan a activos, la contribución de plataformas para compartir cosas o los contenidos gratuitos que proporciona la red. Esto genera una brecha entre el valor que puede entregar un servicio al consumidor y el crecimiento económico. En definitiva, el PIB no mide aspectos que proporcionan calidad de vida o bienestar a la población.

Productividad.

Según el informe de la OCDE, llamado “*El Futuro de la Productividad*” (2015), la productividad consiste en trabajar de forma más inteligente, reflejando la capacidad de producir más mejorando la organización de los factores de producción gracias a las innovaciones tecnológicas y nuevos modelos de negocio. En la última década, la productividad está desacelerándose, lo que puede cuestionar el futuro del crecimiento a largo plazo de la economía (figura 4.3). En el siguiente gráfico elaborado por la OCDE se puede observar como el crecimiento del PIB por hora trabajada ha descendido en las grandes economías incluso durante las épocas de crecimiento anteriores a la crisis económica.

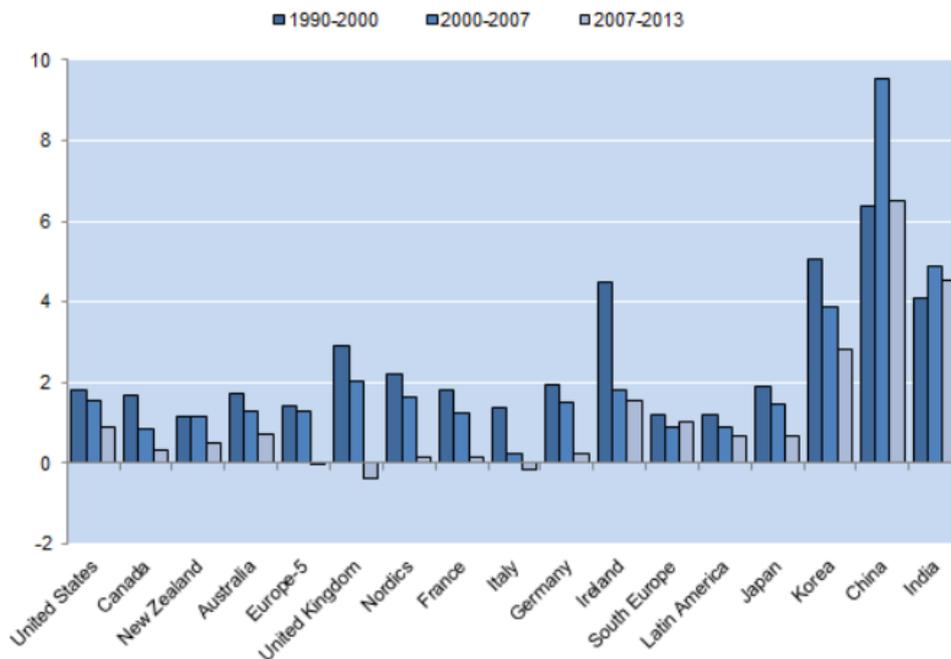


Figura 4.3. PIB por hora trabajada en los periodos 1990-2000, 2000-2007 y 2007-2013.

Fuente: *The Future of Productivity*, OCDE (2015).

A pesar de esta desaceleración, las empresas más eficientes han aumentado su productividad a un ritmo sólido y sostenido pero el resto de empresas no, lo cual ha provocado una brecha entre las más eficientes y las que no. La difusión de la tecnología es clave para que esta brecha no siga aumentando. Ésta se basa en 4 factores fundamentales, según la OCDE:

1. Las **relaciones internacionales** que se establecen entre países a través del comercio, la inversión extranjera directa, la participación en cadenas de valor mundiales, y la movilidad internacional de los trabajadores cualificados. Estas

relaciones posibilitan la difusión del conocimiento desde las empresas punteras globales a las empresas punteras nacionales.

2. La **incorporación de nuevas tecnologías y modelos de negocio** de las empresas nuevas entrantes al mercado.
3. Las inversiones en **I+D, competencias, know-how de organización** (es decir, calidad de gestión), y otras formas de capital basado en el conocimiento, a fin de que las economías puedan absorber, adaptar y aprovechar todas las ventajas de las nuevas tecnologías.
4. La **reasignación eficiente** de los recursos escasos con objeto de sustentar el crecimiento de las empresas más innovadoras.

Los gobiernos deben de facilitar la difusión de las tecnologías y el conocimiento aplicando una serie de medidas entre las que destacan: financiación pública eficiente y más elevada de las investigaciones, fomentar la competitividad de los bienes y servicios, fomentar la colaboración entre empresas y universidades, y no favorecer a las empresas tradicionales afectando negativamente a las nuevas empresas jóvenes e innovadoras. Este último punto es especialmente decisivo, ya que las empresas han de alcanzar un tamaño suficiente para hacer frente a los costes fijos de entrada en los mercados mundiales. Solo así se facilita la incorporación de nuevas tecnologías y la expansión de ideas fructíferas.

4.3. CONSECUENCIAS EN ESPAÑA.

Es importante también situar a España con respecto a la cuarta revolución industrial y señalar qué oportunidades y retos se le presentan.

Situación de España con respecto a la Cuarta Revolución Industrial.

1. España como economía digital

En primer lugar, el Networked Readiness Index es un buen indicador para situar a España como economía digital en el mundo ya que evalúa como está utilizando una economía las tecnologías de la información y comunicación para impulsar la competitividad y el bienestar (Breene, 2016). Las economías líderes en este índice son Singapur, Finlandia, Suecia, Noruega y Estados Unidos. España se encuentra en un discreto 35 puesto mundial. A día de hoy, la economía española no lidera los procesos de cambio de la Cuarta Revolución Industrial.

2. Digitalización de las empresas españolas

En segundo lugar, es necesario un análisis de la digitalización de la empresa española. La consultora PwC evalúa la digitalización de las empresas españolas (figura 13), a través de una encuesta realizada a casi 2000 directivos, conformando un coeficiente de digitalización compuesto por 10 parámetros⁴ (tabla 4.3).

Las empresas españolas superan a la media global pero no están al nivel de las empresas líderes. Aun así, destaca el compromiso de los CIOs o CDOs y el equipo directivo por la digitalización de las empresas aunque no se traduce en una estrategia digital integrada para toda la empresa, ni en un plan digital a largo plazo. Las empresas españolas son conscientes de que las ventajas competitivas basadas en las nuevas tecnologías marcan la diferencia y están a un buen nivel, cerca de las empresas líderes; sin embargo, deben avanzar en temas de seguridad, privacidad y uso de información.

⁴ Los parámetros están puntuados sobre 5.

	Media global	Las mejores	España
Coeficiente digitalización total (sobre 100)	77,2	81,0	77,5
Liderazgo del CEO	4,1	4,1	4,0
Involucración de los CIOs y/o CDOs ⁵	4,1	4,3	4,4
Compromiso del equipo directivo	4,2	4,4	4,4
Estrategia digital compartida por toda la empresa	3,9	4,2	3,7
Entorno como fuente de inspiración	3,9	4,0	3,7
Lo digital cómo ventaja competitiva	4,2	4,5	4,3
Buen uso de la información	3,7	3,9	3,3
Proactivos en materia de seguridad y privacidad	4,2	4,4	3,8
Una única hoja de ruta digital	3,8	3,9	3,4
Evaluación consistente	4,1	4,4	3,8

Tabla 4.3. La digitalización de las empresas españolas versus mundiales.

Fuente: Elaboración propia a partir de informe de PwC(2015).

3. Madurez digital por sectores de la economía española

En tercer lugar, gracias al informe “España 4.0: el reto de la transformación digital de la economía” de la consultora Roland Berger (figura 4.4), realizada a más de cien top-decision makers, consejeros y máximos responsables de tecnología, se va a analizar **la madurez digital por sectores de la economía española**.

El sector de las telecomunicaciones es el más maduro digitalmente hablando, ya que es muy amplio y no sólo se compone de las ofertas de operadores móviles, también lo conforman las aplicaciones móviles y las plataformas. La aplicación del Big Data y la distribución de servicios basados en el *cloud computing* hacen que este sector sea más maduro que cualquier otro ya que el nivel de competitividad que provocan las nuevas tecnologías es mayor que en cualquier otro sector. Los 2 sectores que le siguen son el sector de los servicios financieros y el turismo.

⁵ CIO y CDO significan Chief Information Officer y Chief Digital Officer, respectivamente.

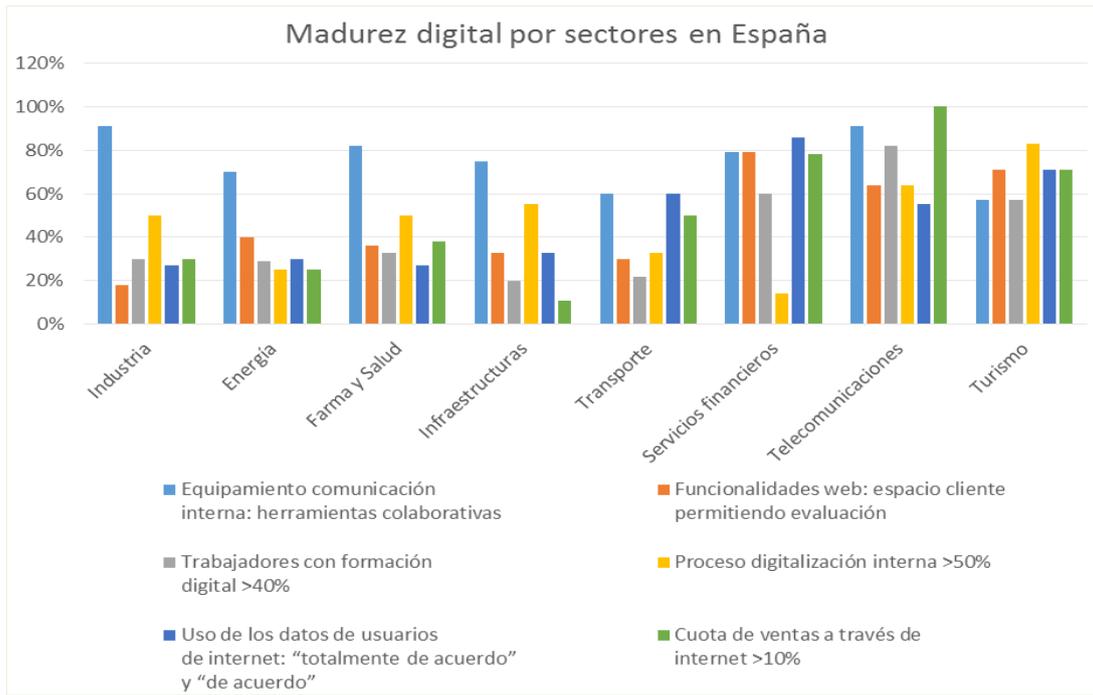


Figura 4.4. Madurez digital por sectores en España.

Fuente: Elaboración propia a partir de informe de Roland Berger(2016).

4. Inversión en I+D

En cuarto lugar, el contexto de crisis económica y estancamiento provoca que las empresas se resistan a tomar riesgos y a apostar por las nuevas tecnologías innovadoras ya que generan cierta incertidumbre. La consecuencia de este comportamiento es la baja inversión en I+D en la economía española (figura 4.5), una de sus mayores debilidades. (Roland Berger, 2016).

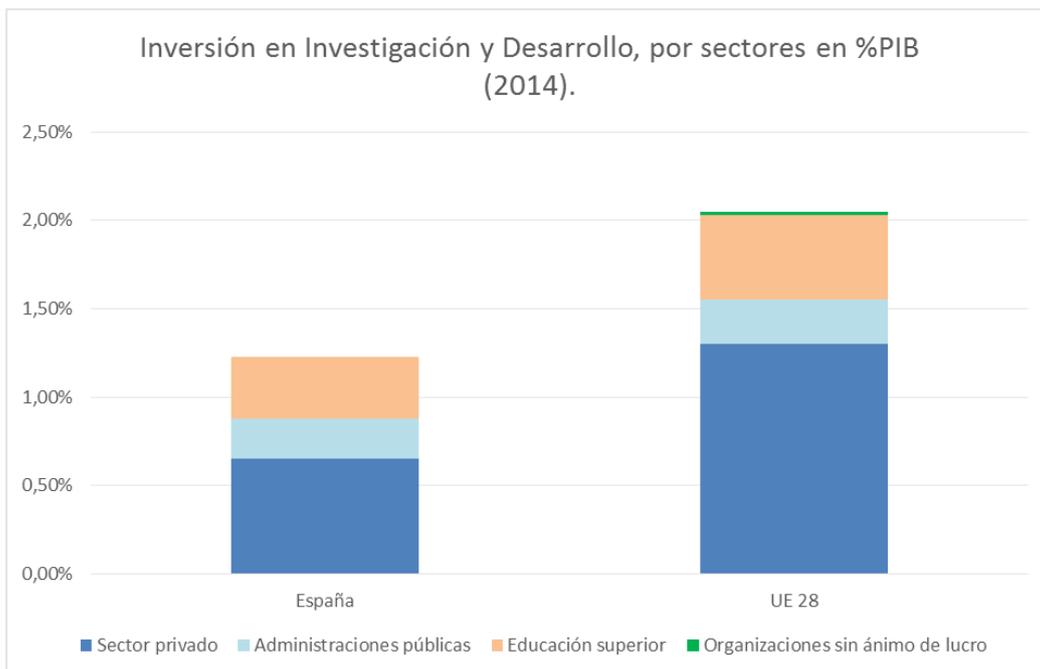


Figura 4.5. Inversión en Investigación y Desarrollo, por sectores en %PIB (2014).*Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Eurostat.*

Es destacable la **escasa inversión en I+D** de la economía española, que no solo está por debajo de países punteros europeos, sino también muy por debajo de la media europea, siendo ésta un 66,67% más elevada que la inversión en I+D de la economía española.

Líneas de actuación para la economía española.

Partiendo de este análisis, la economía española se enfrenta a una serie de retos. La empresa española es consciente de las ventajas de la digitalización y tienen a responsables dedicados a la función digital pero no existe un plan a largo plazo o una hoja de ruta. Se hace necesario un cambio en la cultura de la organización, que sea más consciente de los retos digitales, que tenga una visión digital, que desarrolle prototipos y pruebe nuevas tecnologías y que introduzca procesos digitales en la organización.

Las asociaciones son claves en este proceso porque deben encargarse de la coordinación de proyectos entre los sectores, centros de investigación y la administración pública. Además representan los intereses del sector y pueden ser útiles en la colaboración y apoyo en la transformación digital de sus miembros (Roland Berger, 2016).

Finalmente, se debe implantar un marco legal adaptado a los cambios, a nivel europeo, que fomente la transformación digital de las empresas y proyectos de inversión europeos y que repartan las cargas de la inversión digital, como por ejemplo el Plan Juncker de la Unión Europea, que destina una parte de la cuantía total a proyectos de investigación y desarrollo y economía digital.

En general, para todas las economías, la cuarta revolución industrial supone una serie de oportunidades y de retos que es necesario abordar (figura 4.6):

4ª Revolución Industrial	
Oportunidades	Retos
Aumentar el nivel de ingresos y mejorar la calidad de vida de las personas de forma global.	Mayores desigualdades por la disrupción del mercado de trabajo.
Nuevos productos y servicios que aumentan la eficiencia y el bienestar personal.	Aumento de las tensiones sociales debido a la segregación del mercado de trabajo segregado entre personas cualificadas y no cualificadas.
Disminución de los costes del transporte, el comercio y las comunicaciones.	Mayor diferencia entre los rendimientos de capital y los del trabajo.
Supply chains más eficientes.	Disminución de las clases medias.
Nuevos mercados y crecimiento.	

Figura 4.6. Oportunidades y retos de la 4ª revolución industrial.*Fuente: Elaboración propia.*

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

La Cuarta Revolución Industrial se basa en tecnologías que utilizan la infraestructura digital de la tercera revolución industrial. Se caracteriza en parte por la recogida masiva de datos que permite la toma de decisiones a tiempo real sobre aspectos de toda la cadena de valor de un producto, desde la gestión de los stocks hasta la distribución del producto final, es decir, permiten la trazabilidad total del producto. La convergencia o integración de nuevas tecnologías de la información con computación masiva, inteligencia artificial, e internet de las cosas es una característica clave de esta revolución.

No es una evolución de la industria japonesa de los años 80, basada en la alta tecnología de la época. Es un cambio más profundo que va a afectar a todos los países y va a transformar todos los ámbitos de la vida, como la economía, la educación, la sanidad, el arte y la cultura; ya que las nuevas tecnologías no sólo se van a insertar en la producción de las empresas aumentando de manera considerable la eficiencia y eficacia, también va a cambiar la forma de relacionarnos, la forma de trabajar y los modos de vida.

Es una revolución sin precedentes debido a la velocidad de los cambios, la integración tecnológica y la irrupción de modelos de negocio nuevos basados en las plataformas. Genera una mayor competitividad en el mercado por la aparición de los modelos de negocio colaborativos y disruptivos, y la necesidad que tienen las organizaciones de adaptarse al cambio tecnológico, teniendo que realizar inversiones tecnológicas importantes.

Esta revolución permite, gracias al desarrollo de las comunicaciones e internet, eliminar las fronteras y la distancia entre personas, dándole más poder al ciudadano y a los grupos. Pero tiene como contrapartidas la marginación, la desigualdad y la inseguridad que se originan de estos avances.

Para sacar el máximo partido a la Cuarta Revolución Industrial es necesario replantear el debate sobre cómo debe un país desarrollarse económicamente y como sociedad, y analizar si los indicadores macroeconómicos que se usan como referencia para explicar la situación de una economía están teniendo en cuenta nuevas actividades que han surgido de esta revolución. También hay que replantearse cómo podemos proteger los derechos que tenemos sobre nuestros datos y nuestra vida privada en un mundo totalmente digitalizado y en el que captar información es muy sencillo, aunque la gente cada vez es más consciente de la importancia de sus datos.

El futuro de las tecnologías que a día de hoy esta revolución propone depende de la decisión del consumidor, de la sociedad, de los poderes políticos y de los inversores. En definitiva, el desarrollo de esta revolución depende de las decisiones que vaya tomando el conjunto de la población y de sus valores y preferencias. Nunca debemos olvidar que al final, las nuevas tecnologías están creadas por el ser humano para servir las necesidades que tenemos. Por ello, la robótica y la automatización de los procesos deben ser fuerzas que liberen al trabajador y le alejen de tareas en las que no puede desplegar todo su potencial. Los robots pueden ser más rápidos, eficientes y más exactos, pero este hecho debe alentar al ser humano a desplegar habilidades puramente humanas como la creatividad. Por ello, debemos asegurarnos de que la innovación y la tecnología sigan poniendo a las personas en primer lugar, impulsándonos hacia un desarrollo sostenible e integrador.

Un desarrollo integrador y sostenible conlleva la aplicación de políticas que fomenten la aplicación y regulación de los nuevos avances tecnológicos, no sólo por

razones puramente económicas, sino también por razones de sostenibilidad medioambiental. Por estas razones es necesario que los gobiernos y los ciudadanos, en la parte que les incumbe, adopten un compromiso hacia a las nuevas realidades que vayan apareciendo y adopten un enfoque proactivo. Serán los países que adopten ese enfoque los que realmente se conviertan en la referencia para el resto, como por ejemplo lo es Alemania a día de hoy, por ser uno de los países que más ha apostado por las nuevas tecnologías y lugar donde se celebra la Feria de Hannover, cuna de la industria 4.0. La ignorancia o la inacción de los gobiernos hacia las nuevas realidades de esta revolución puede relegar a sus países a una situación muy pobre en lo que a relaciones comerciales e institucionales se refiere.

Las nuevas cualificaciones requeridas para el empleo digital plantean un problema en el mercado de trabajo, que no cumple los requisitos necesarios, lo cual reduce el mercado relevante en los procesos de reclutamiento y selección de las empresas ante la falta de candidatos preparados para abordar la Cuarta Revolución Industrial con éxito. Ajustar esta situación es clave para no generar tensiones sociales, ya que las personas pueden pensar que no tienen un propósito ni objetivos por no poder acceder al mercado laboral y no poseer la formación necesaria. La contratación, la formación, y la gestión del talento cobran gran importancia ante esta situación.

Para evitar este problema, es necesario que la educación esté vinculada al mundo real y profesional con proyectos y aplicaciones reales en equipo. En Inglaterra, esta metodología se aplica, por ejemplo, en la University Technical Colleges. Algunos autores plantean la necesidad de incluir en los programas formativos de las escuelas primarias programación informática y contar con impresoras 3D y en los programas formativos de la escuela secundaria materias como la Ciencia Computacional y el Diseño y Tecnología. También será útil incluir cuestiones de emprendimiento, negocios y marketing para fomentar una cultura emprendedora.

No sólo la formación escolar y secundaria debe experimentar un cambio. La Cuarta Revolución Industrial requiere una formación continua de la fuerza de trabajo para adaptarse a las necesidades cambiantes del mercado y a las nuevas circunstancias. La aparición de los MOOC o Massive Open Online Courses, (cursos online y en su mayoría gratuitos) podrían ser una solución a las necesidades formativas que demandan las empresas.

Como consecuencia de los cambios que se están produciendo, las instituciones educativas, la universidad y la empresa deben trabajar conjuntamente para no generar brechas entre el mercado de trabajo y la formación que se demanda en él.

En cuanto a la regulación, el sistema legislativo de las economías debería ser más ágil ante los cambios que se producen, los legisladores deben estar al tanto de las nuevas tendencias y cambios que se plantean para poder responder con mayor rapidez a los posibles conflictos que surjan derivados de éstas. Por ejemplo, la economía colaborativa puede plantear problemas en torno a los derechos de los trabajadores cuando participan en ella.

Por último, por todo lo expuesto en el desarrollo del trabajo y las propuestas realizadas, cabe plantearse una serie de interrogantes sobre el futuro de esta revolución: ¿Se aprovecharán todas las oportunidades que ofrece?, ¿será una revolución que disfrute la mayoría de la población mundial o sólo unos pocos?, ¿cómo se solucionará finalmente la dualización del mercado de trabajo?

Bibliografía

- Arrieta, E. (2016): "Tecnología y desigualdad. Por un mundo más justo y próspero", Fundación Innovación Bankinter
https://www.fundacionbankinter.org/documents/20183/137024/TI_COMPLETO_ESP_2016.pdf/97baded5-be92-4ba3-a63a-a6fda753d566
- Arrieta, E. (2017): "El 'blockchain' encuentra su aliado en la Industria 4.0" expansión.com, 1 de Mayo, <http://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2017/05/01/5901c89622601dbc348b45cb.html>
- Avent, R. (2014): "The third great wave". The Economist, 4, 2014.
- Baller, S., Dutta, S., and Lanvin, B. (2016): "The Global Information Technology Report 2016" http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Full_Report.pdf
- Basilieri, P. (2016): "Predicts 2017: 3D Printing Accelerates" Gartner, 29 de Diciembre <http://blogs.gartner.com/pete-basilieri/2016/12/29/%EF%BB%BF%EF%BB%BFpredicts-2017-3d-printing-accelerates/> (Consultado 20/04/2017)
- Beato, P. (2015): "El debate de la energía distribuida", elpaís.com, 19 de Abril, http://economia.elpais.com/economia/2015/04/17/actualidad/1429270074_528940.html (Consultado 25/04/2017)
- Berger, R. (2016): "España 4.0. El reto de la transformación digital de la economía". Mayo 2016 Roland Berger.
https://w5.siemens.com/spain/web/es/estudioidigitalizacion/Documents/Estudio_Digitalizacion_Espana40_Siemens.pdf
- Bradley, J., Barbier, J. y Handler D. (2013): "Embracing the Internet of Everything To Capture Your Share of \$14.4 Trillion" Cisco.com
http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/loE_Economy.pdf
- Breene, K. (2016): "What is 'networked readiness' and why does it matter?" World Economic Forum, 6 de Julio <https://www.weforum.org/agenda/2016/07/what-is-networked-readiness-and-why-does-it-matter/>
- Cisco (2013): "The Internet of Everything. Global Private Sector Economic Analysis" http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/business-insights/docs/ioe-economy-faq.pdf
- Comisión Europea: "Marco sobre clima y energía para 2030", ec.europa.eu, https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_es
- Deutschland (2014): "Industria 4.0 en la Feria de Hannover", deutschland.de, 7 de Abril <https://www.deutschland.de/es/topic/economia/globalizacion-comercio-mundial/industria-40-en-la-feria-de-hannover> (Consultado: 04/03/2017)
- Dosdoce.com (2015): "Evolución de los nuevos modelos de negocio en la era digital" (2015), dosdoce.com
http://www.dosdoce.com/evolucion_nuevos_modelos_negocio_en_la_era_digital_v2.pdf
- Edgar Frank Codd (1970) "A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks", Communications of the ACM, 13(6), 377-387
- Esposito, M (2016): "New Business Growth in the Era of Collaboration". Stanford Social Innovation Review, 26 de Junio
https://ssir.org/articles/entry/new_business_growth_in_the_era_of_collaboration#
- Eurostat: Research and development expenditure, by sectors of performance % of GDP <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=tsc00001&language=en>
- Foro Económico Mundial (2016): "The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce. Strategy for the Fourth Industrial Revolution." Enero 2016
http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

- Frey, C. y Osborne, M. (2016): "The future of employment: how susceptible are jobs to computerization?" Universidad de Oxford, 17 de Septiembre , http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf
- G. Aldane, A. (2015): "Labour's share", Bank of England, 12 of November. <http://www.bankofengland.co.uk/publications/Documents/speeches/2015/speech864.pdf>
- Hallett, R. y Hunt, R. (2016): "10 jobs that didn't exist 10 years ago". World Economic Forum, 7 de Junio <https://www.weforum.org/agenda/2016/06/10-jobs-that-didn-t-exist-10-years-ago>
http://www3.weforum.org/docs/WEF_FOJ_Executive_Summary_Jobs.pdf
- Kevin Ashton (2009): "That "Internet of Things". RFID Journal, 22 de Junio, <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>
- Komorowski, M. (2014): "A history of storage cost (update)", Mkom.com, 9 de Marzo, <http://www.mkomo.com/cost-per-gigabyte> (Consultado 30/03/2017)
- Leontief, W. (1983): "Technological advance, economic growth, and the distribution of income". Population and Development Review, 403-410.
- Lucas, Robert E. (2002): "*Lectures on Economic Growth.*" Cambridge: Harvard University Press. pp. 109-110. ISBN 978-0-674-01601-9.
- Luna, A. (2016): "Hacienda obliga a los creadores de bitcoins a darse de alta y pagar impuestos" La Vanguardia, 2 de septiembre, <http://www.lavanguardia.com/tecnologia/internet/20160922/41474751465/hacienda-bitcoins-pagar-impuestos.html> (16/05/2017)
- M. Almanza (2016): "Ingeniero 4.0, un acercamiento desde el coaching. Navegando en la era de la revolución digital"
- Manyika J., Chui M., Bughin, J., Dobbs, R., Bisson, P. y Marrs, A. (2013): "Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy". McKinsey Global Institute, Mayo 2013
- Margolis, J. (2017): "Self-driving cars still face multiple roadblocks", Financial Times, 11 de Enero <https://www.ft.com/content/f9847198-d40b-11e6-b06b-680c49b4b4c0> (Consultado 03/04/2017)
- Margolis, J. (2017): "El futuro utópico-distópico de los coches autónomos", expansión.com, 22 de Marzo, <http://www.expansion.com/economiadigital/innovacion/2017/03/22/58d191e8468aebc74f8b45fc.html> (Consultado 03/04/2017)
- Martori, P. (2017): "Los bomberos de Nueva York utilizan drones en los incendios", lavanguardia.com, 14 de Marzo, <http://www.lavanguardia.com/tecnologia/20170308/42656623173/bomberos-nueva-york-utilizan-drones-incendios.html> (Consultado 1/04/2017)
- Mason, Paul (2016): "*Postcapitalismo*" Paidós Ibérica
- Muñoz, F. (2013): "Los usos más increíbles de los «drones»", abc.es, 14 de Julio, http://www.abc.es/tecnologia/informatica-hardware/20130714/abci-usos-diferente-drones-201307121935_1.html (Consultado 1/04/2017)
- Oliván, Raúl (2016). La Cuarta Revolución Industrial, un relato desde el materialismo cultural. URBS. Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales, 6(2), 101-111. <http://www2.ual.es/urbs/index.php/urbs/article/view/olivan>
- Oxford Analytica Daily Brief Service (2014): "Artificial intelligence impacts labour", Oxford Analytica Daily Brief Service, 15 de Abril <https://www.conference-board.org/retrievefile.cfm?filename=Artificial-intelligence-will-transform-labour-markets-.pdf&type=subsite> (Consultado 03/03/2017)
- Oxford Analytica Daily Brief Service (2016): "Industry 4.0 will arrive unevenly", Oxford Analytica Daily Brief Service, 12 de Octubre <https://dailybrief.oxan.com/Analysis/DB214240/Industry-40-will-arrive-unevenly> (Consultado 03/03/2017)

- Peña, E (2016): "De cara a la Cuarta Revolución Industrial", project-syndicate.org, 18 de Enero, <https://www.project-syndicate.org/commentary/mexico-fourth-industrial-revolution-response-by-enrique-pena-nieto-2016-01/spanish>
- Perasso, V. (2016): "Qué es la cuarta revolución industrial (y por qué debería preocuparnos)", bbc.com, 16 de Octubre, <http://www.bbc.com/mundo/noticias-37631834> (Consultado: 04/03/2017)
- Piketty, T (2014): "El capital en el siglo XXI" S.L. Fondo de cultura económica de España
- Pino Díez, R., Gómez Gómez, A., de Abajo Martínez, N. (2001): "Introducción a la inteligencia artificial: sistemas expertos, redes neuronales artificiales y computación evolutiva", Universidad de Oviedo
- PwC (2015): "Claves para sacar el máximo partido a la digitalización. Séptima Encuesta Mundial sobre el Coeficiente Digital de las empresas". Resumen ejecutivo. <https://www.pwc.es/es/publicaciones/gestion-empresarial/assets/septima-encuesta-mundial-coeficiente-digital-resumen-ejecutivo.pdf>
- Rifkin, Jeremy (2011): "*La Tercera Revolución Industrial: Cómo el poder lateral está transformando la energía, la economía y el mundo.*" Estado y sociedad, Paidós.
- Rifkin, Jeremy (2014): "*La sociedad de coste marginal cero. El internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo*", Estado y sociedad, Paidós.
- Sang M. Lee, David L. Olson, Silvana Trimi, (2012): "Co-innovation: convergenomics, collaboration, and co-creation for organizational values", Management Decision, Vol. 50 Issue: 5, pp.817-831, <https://doi.org/10.1108/00251741211227528>
- Schwab, K. (2016): "*La Cuarta Revolución Industrial*", Debate.
- Simonite, T. (2017): "Los 'ojos' de los coches autónomos empiezan a ser su mayor problema" Technologyreview.es. 31 de Marzo, <https://www.technologyreview.es/s/6662/los-ojos-de-los-coches-autonomos-empiezan-ser-su-mayor-problema> (Consultado 25/03/2017)
- Tecnalia (2014): "Industria 4.0, la fábrica inteligente", tecnalia.com, 15 de Octubre <http://www.tecnalia.com/es/industria-transporte/eventos/industria-40-la-fabrica-inteligente.htm> (Consultado: 02/03/2017)
- University Technical Colleges: <http://www.utcolleges.org/>
- Vicente Salas Fumás (2000): "La empresa española en el umbral de la sociedad de la información" ISBN 84-235-2261-X, págs. 23-50
- World Economic Forum (2016): "The Future of Jobs" Executive summary, Enero 2016
- Zamora, L. (2016): "3 claves para salir vencedor en la Cuarta Revolución Industrial", Forbes, 5 de Febrero, <https://www.forbes.com.mx/3-claves-para-salir-vencedor-en-la-cuarta-revolucion-industrial/>