



FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
Y TURISMO DE OURENSE

Trabajo de
Fin de Grado

El impacto de la
revolución tecnológica
y la automatización del
empleo en España:
Desafío y adaptación

Un estudio económico

Autor/a: *Betula alba*

GRADO EN ADE
Curso 2020-2021

AVISO

Con la finalidad de cumplir con lo dispuesto en las bases del certamen, el nombre del tutor o la tutora del trabajo ha sido ocultado tanto en las citas como en las referencias bibliográficas. En su lugar aparecerá un recuadro de color negro.

El impacto de la revolución tecnológica y la automatización del empleo en España: Desafío y adaptación

Un estudio económico

The impact of the technological revolution and the automation of employment in Spain: Challenge and adaptation

An economic study

Resumen

El presente trabajo analiza, desde una perspectiva económica y dentro del marco de la Cuarta Revolución Industrial, el impacto que provoca la transformación tecnológica y, particularmente, la automatización y la digitalización del empleo (trabajo en plataformas digitales), en el mercado de trabajo y la economía. A su vez se analizan los efectos socioeconómicos provocados por estos dos fenómenos y cómo el Estado de bienestar podría adaptarse a esta nueva situación. Por último, se proponen una serie de recomendaciones destinadas a configurar un modelo jurídico-económico de transición justa que ayude a mitigar el impacto negativo de dicho cambio.

Abstract

From an economic perspective and within the framework of the Fourth Industrial Revolution, this work analyzes the impact caused by the technological transformation and, specifically, the automation and digitization of employment (work on digital platforms), in the labor market and the economy. At the same time, the study looks at the socioeconomic effects caused by these two phenomena and how the welfare state could affect this new situation. Finally, a series of recommendations are proposed that are intended to configure a legal-economic model of fair transition that helps mitigate the negative impact of that change.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

Afi	Analistas Financieros Internacionales
ANFAC	Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones
MIT	Instituto de Tecnología de Massachusetts
OCDE	La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
PIB	Producto Interior Bruto
PIAAC	<i>Programme for the International Assessment of Adult Competencies</i>
PwC	<i>Price Waterhouse Coopers</i>
S.	siglo
STEM	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>
WEF	Foro Económico Mundial
WIPO	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual

ÍNDICE

BLOQUE INTRODUCTORIO	7
1. Introducción	7
2. Antecedentes históricos: de la protoindustrialización del siglo XVIII a la revolución neotecnológica y la robotización en el segundo cuarto del siglo XXI ..	7
2.1. El germen de la revolución: el fenómeno de la protoindustria.....	7
2.2. La Primera Revolución Industrial.....	9
2.3. La Segunda Revolución Industrial.....	12
2.4. La Tercera Revolución Industrial o Tecnológica.....	14
2.5. La Cuarta Revolución Industrial o Neotecnológica.....	16
BLOQUE I. SECTOR EMPRESARIAL Y MERCADO DE TRABAJO	18
3. El impacto de la Cuarta Revolución en el sector empresarial y sus efectos en el mercado de trabajo	18
3.1. La robotización de la industria y la irrupción de la inteligencia artificial en sectores estratégicos: el fenómeno de la automatización.....	18
3.2. El sector servicios a través del nuevo capitalismo de plataforma	29
BLOQUE II. EFECTOS SOCIOECONÓMICOS Y ESTADO DE BIENESTAR	38
4. Los posibles efectos socioeconómicos de la Cuarta Revolución industrial	38
5. La adaptación del Estado de bienestar	42
BLOQUE III. UN MODELO JURÍDICO-ECONÓMICO DE TRANSICIÓN JUSTA	45
6. Recomendación de posibles medidas correctoras	45
BLOQUE FINAL. CONCLUSIONES	46
7. Conclusiones. Un nuevo horizonte de oportunidades	46
Bibliografía	50
ANEXO I. BLOQUE INTRODUCTORIO	53
ANEXO II. SECTOR EMPRESARIAL Y MERCADO DE TRABAJO	54

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Evolución del PIB per cápita (en dólares internacionales Geary-Khamis de 1990)	11
Gráfico 2. Evolución del PIB (en millones de dólares internacionales Geary-Khamis de 1990)	11
Gráfico 3. Evolución del PIB per cápita (en dólares internacionales Geary-Khamis de 1990)	13
Gráfico 4. Evolución del PIB per cápita (en dólares internacionales Geary-Khamis de 1990)	14
Gráfico 5. Evolución del PIB per cápita (en dólares internacionales Geary-Khamis de 1990)	15
Gráfico 6. Evolución del PIB (en millones de dólares internacionales Geary-Khamis de 1990)	15
Gráfico 7. Porcentaje de trabajos con alto riesgo de automatización y riesgo significativo de cambio en los distintos países de la OCDE.	19
Gráfico 8. Uso de robots industriales o de servicios en empresas por país (2018).	26
Gráfico 9. Evolución del número de patentes en los principales campos de aplicación. ..	26
Gráfico 10. Porcentaje de empresas que analizan <i>big data</i> desde cualquier fuente (2018).	27
Gráfico 11. Potencial de los distintos sectores derivado de la implantación de IA.....	27
Gráfico 12. Proyección del impacto potencial de la automatización de puestos de trabajo en las diferentes industrias hasta el año 2037.	27
Gráfico 13. Ratio de horas realizadas por humanos y máquinas, 2018 vs. 2022 (proyección).	28
Gráfico 14. Contingentación en el mercado de servicios de taxi.....	30
Gráfico 15. Ilustración gráfica del efecto de la flexibilización de la movilidad urbana (eliminación de las restricciones a la entrada de vehículos autorizados).....	31
Gráfico 16. El futuro de la movilidad urbana en taxi y VTC para la ciudad de Madrid.	31
Gráfico 17. El futuro de la movilidad urbana en taxi y VTC para la ciudad de Barcelona.	32
Gráfico 18. Descomposición del VAB total de las plataformas <i>delivery</i> (2018-2020).	36
Gráfico 19. Descomposición del empleo generado por las plataformas <i>delivery</i> (2018-2020).	36
Gráfico 20. Diferencias en el nivel de percepción de ingresos para los países de la OCDE	38
Gráfico 21. La experiencia estadounidense. Cambios en la productividad laboral y compensación salarial (1948-2016)	39
Gráfico 22. Intensidad y relevancia del trabajo en plataformas (estimación combinando información sobre salario y horas trabajadas).....	41
Gráfico 23. El gasto público social asciende a poco más del 20% del PIB en promedio en los países de la OCDE	42
Gráfico 24. Principales destinos del gasto social	43

Gráfico 25. Evolución del PIB (en millones dólares internacionales Geary-Khamis de 1990)	53
Gráfico 26. Evolución del PIB (en millones dólares internacionales Geary-Khamis de 1990)	53
Gráfico 27. Evolución del PIB (en millones dólares internacionales Geary-Khamis de 1990).	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. La industria 4.0 en la Unión Europea. Análisis DAFO.....	16
Tabla 2. Cuadro resumen con los aspectos históricos más relevantes.	17
Tabla 3. Cuadro resumen con los estudios que estiman el riesgo de automatización en España.....	25
Tabla 4. Proyección (2022) de los efectos en la fuerza de trabajo por industria y proporción de empresas	28
Tabla 5. Comparación de la demanda de habilidades entre 2018 y 2020.	29
Tabla 6. Impacto de la flexibilización en los tiempos de espera y en las tarifas medias en el escenario de liberalización.....	32
Tabla 7. Incremento del excedente del consumidor y ahorro del tiempo de espera y aparcamiento en el escenario de liberalización.....	33
Tabla 8. Incremento de actividad económica, empleo y recaudación fiscal derivada de la liberación.	33
Tabla 9. Principales indicadores de penetración de las plataformas digitales <i>delivery</i>	34
Tabla 10. Diferencias entre los tiempos medios de consumo de comida según el canal de consumo.	35
Tabla 11. Ahorro de tiempo para los clientes finales por el uso de plataformas <i>delivery</i> en comparación con el consumo doméstico.....	35
Tabla 12. El impacto económico de la plataforma <i>delivery</i> en el sector de la restauración en España (2019-2020).....	36
Tabla 13. Principales efectos de la automatización y de la digitalización a través de las plataformas digitales.....	42
Tabla 14. Porcentaje de adopción de tecnología en función de sectores y proporción	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Estructura de funcionamiento estándar de una plataforma <i>delivery</i>	34
Ilustración 2. Resultados de las principales empresas del sector de plataformas en los últimos años.....	37
Ilustración 3. Pirámide poblacional de España (estimaciones a partir de 1 de enero de 2020).....	43

BLOQUE INTRODUCTORIO

1. Introducción

En la actualidad el mundo vive una transformación sin precedentes que, con toda probabilidad, acabará cristalizando durante el segundo cuarto del siglo XXI. El desarrollo de la inteligencia y una nueva tecnología poco explorada hasta el momento, unida a la implementación de nuevos materiales y técnicas, terminarán revolucionando los procesos productivos y, con ellos, la economía y también la sociedad.

En este proceso, algunos sectores sufrirán más los efectos de esta etapa y otros, desconocidos hasta ahora, empezarán a surgir con ella. Sin embargo, aunque no cabe duda de que el impacto terminará siendo positivo; en el corto plazo todos estos cambios plantearán una serie de desafíos que necesitarán respuesta por parte de nuestras instituciones. Así, estas deberán gestionar, por una parte, una bolsa de trabajadores poco cualificados que se verán abocados a la precarización y al desempleo y, por otra, la financiación del Estado social, que se verá, en principio, mermada por los efectos de la sustitución tecnológica.

De este modo, teniendo en cuenta todo lo expuesto y tras una breve introducción histórica, este estudio intentará medir el impacto de esta revolución sobre el mercado de trabajo y la economía, centrándose en los efectos provocados por dos de sus fenómenos más relevantes: la automatización de funciones (debido a la amortización de puestos de trabajo y su incidencia en la configuración del mercado laboral) y la digitalización de empresas y sectores a través de la nueva economía de plataformas (por el cambio en la forma de prestación y su incidencia en la precarización del sector de los servicios).

Por último, se hará una valoración de los posibles efectos socioeconómicos y el impacto que dicha transformación puede tener sobre el actual Estado de bienestar, y se planteará una serie de recomendaciones que, desde un punto de vista jurídico-económico posibilite una transición justa que permita, en el medio plazo, un equilibrio para el cambio.

Cabe señalar que los distintos apartados que componen este trabajo han sido elaborados sobre la base de los estudios más relevantes y recientes.

2. Antecedentes históricos: de la protoindustrialización del siglo XVIII a la revolución neotecnológica y la robotización en el segundo cuarto del siglo XXI

La transformación que estamos viviendo desde el punto de vista de los procesos productivos y de la organización del trabajo, con la incorporación de las distintas innovaciones tecnológicas en el marco de la empresa, no dista mucho de los cambios que han revolucionado el sistema económico a lo largo de su historia, señalando nuevas amenazas y oportunidades para unos actores principales que no tienen otra opción más que la de una adaptación forzosa. Por ello se realizará un recorrido histórico centrado en esas grandes etapas de conversión, donde los diferentes progresos tuvieron un gran impacto económico y social.

2.1. El germen de la revolución: el fenómeno de la protoindustria

La primera gran transformación, que se caracterizó por la difusión de la organización de la producción en las fábricas, no surgió de repente, como señala Comín (2011), sino que se gestó en un proceso de cambios en la elaboración desde las artesanías tradi-

cionales y gremiales hacia la producción industrial capitalista. Este periodo de transición, en el que se desarrolla la denominada protoindustria se significó por varios aspectos, según Kriedte (1991):

- 1) Los mercaderes urbanos entraron en la esfera de producción como compradores de materias primas y pasaron a organizar el proceso de elaboración, elevándose a la categoría de empresarios de una red domiciliaria de carácter rural formada mayoritariamente por campesinos. Estos empresarios gestionaban el negocio, dirigían el proceso productivo y controlaban la comercialización de las distintas elaboraciones.
- 2) El hilado y el tejido se realizaban en un “sistema de trabajo a domicilio”; sin embargo, “los procesos preparatorios (limpiar, cardar y tintar la lana)” y el acabado de los tejidos (“curtir, tundir y prensar”) se hacían en unas fábricas primitivas (protofábricas) consistentes en pequeñas instalaciones y molinos.
- 3) Estas instalaciones, que apenas estuvieron mecanizadas, introdujeron una nueva organización del proceso de elaboración, que fue precursor del desarrollado posteriormente en las fábricas de la industrialización: el empresario-comerciante controlaba el trabajo (tiempo e intensidad) de los empleados ya asalariados dentro de estos emplazamientos y centralizaba algunas actividades, permitiendo la fragmentación de tareas (división técnica del trabajo) como refleja Adam Smith (2011) al describir en *La riqueza de las Naciones* una pequeña y pobre fábrica de alfileres, en la cual el trabajo se divide en ramas y es ejecutado por distintas manos, todavía sin máquinas.
- 4) El capital fijo invertido en ellas era notablemente inferior “al capital circulante empleado en el negocio” (salario de los trabajadores a domicilio y de las protofábricas y coste de adquisición de materias primas).
- 5) Esta industria embrionaria “se desarrolló al margen” de la organización gremial de los núcleos urbanos con la finalidad de escapar a sus restricciones, reducir los costes productivos (mano de obra más barata), ampliar la producción para adaptarla a la demanda e introducir innovaciones en los métodos.
- 6) Al contrario de lo que ocurría con la economía doméstica de los artesanos gremiales, su elaboración, en el sistema de trabajo a domicilio, dependía de la colaboración de todos los miembros del hogar, siendo la mujer un elemento organizativo fundamental.
- 7) Estas circunstancias transformarían las zonas agrarias en núcleos casi industriales, donde la agricultura, poco a poco, se fue viendo desplazada por una creciente demanda de empleos retribuidos mediante salarios, asegurando los ingresos que permitirían extender las familias y, con ellas, la oferta de trabajo que posibilitaría mantener los bajos salarios.

La novedad de la protoindustrialización radicó, según Di Vittorio *et al.* (2007), en el interés de los mercaderes urbanos en producir exclusivamente para el mercado, incrementando la competitividad de sus productos en los ámbitos local y externo gracias a una red de trabajo rural y menos costosa, para la cual esta labor se configuraba como una actividad complementaria de su trabajo agrícola (*putting-out system*). Así destacó la Barcelona del S. XVIII, con sus ochenta factorías de calicoes estampados (frente a las veintitrés de Londres), como un buen ejemplo de la expansión y de la creciente especialización regional en la producción de manufacturas.

Así empieza a surgir una nueva fuerza de trabajo que se separa del contacto directo con la tierra para subordinarse a la suerte del empresario, pues no tendrá donde apoyarse cuando las condiciones del mercado fueren recortar la producción y conduzcan al despido. Con ella, también aparecerán nuevas técnicas y formas de organización de la protoproducción.

Para Gregory Clark (2007) la protoindustrialización empezó a romper con “la relación inversa entre salarios per cápita y número de habitantes” gracias a “la mejora de la tecnología y de la organización de la producción”, permitiendo, a partir de 1740, que la población pudiera crecer manteniendo “los salarios reales estancados”, lo que suponía una clara ruptura con el modelo anterior.

No obstante, su difusión conduciría a una bajada de precios y, por tanto, a una reducción en el margen de beneficios, tanto para los campesinos trabajadores como para los inversores comerciales. Además, poco a poco, se demostró la ineficiencia de esta red productiva, difícil de controlar, en la que parte de la elaboración se llevaba a cabo en las viviendas de labradores, sin supervisión y con grandes retrasos.

Muy pronto, desde Inglaterra hasta el norte de Italia, tejidos nuevos y más baratos desplazarían las viejas pañerías y las prendas de lujo más extremo en que se habían sustentado las primeras industrias textiles modernas.

2.2. La Primera Revolución Industrial

En la segunda mitad del siglo XVIII, el Reino de Gran Bretaña sufriría una transformación sin precedentes desde el punto de vista de la mecánica, la Economía y la organización de la sociedad. La Primera Revolución Industrial, impulsada por el capitalismo comercial, introduciría nuevos elementos en los métodos de elaboración de los bienes que romperían con la práctica laboral que se desarrollaba hasta entonces. Así, los nuevos productos dejaron de ser elaborados de forma íntegramente artesanal para conformar el resultado de un proceso en el que, por una parte, interviene el hombre como factor humano y, por otra, lo que más tarde conoceríamos como máquina, aunque en su versión más rudimentaria.

Pero este cambio no puede entenderse sin la fuerza del nuevo liberalismo burgués que acabaría sepultando la realidad del feudalismo agrario del Antiguo Régimen y dibujando un nuevo marco regulatorio que, unido a las distintas innovaciones mecánicas, posibilitaría el inicio de la revolución. Así, como señala Comín (2011), resultó fundamental un régimen legal que garantizaba “los derechos de propiedad privada de los medios de producción, el funcionamiento de los mercados para la asignación de los recursos y la intervención del Estado encaminada a la regulación de las reglas de actuación de los agentes privados en los mercados y a la provisión de determinados bienes públicos”.

La escuela tecnológica, con David Landes (1998) a la cabeza, entendió la revolución industrial como la invención y difusión de novedades tecnológicas, que no sólo abarcaron las máquinas y las herramientas, sino también “nuevos productos y nuevas formas de organización del trabajo, de comercialización y de distribución”. Aunque sin esa nueva mecánica, que sustituiría a la fuerza humana y animal en la realización de labores, no podría hoy hablarse de transformación.

Como señalan Neal y Cameron (2016), estas innovaciones fueron el coque, que liberó a la industria siderúrgica “de la dependencia exclusiva del carbón vegetal, y la invención de la máquina de vapor atmosférico, una nueva y poderosa fuerza motriz que acabó remplazando a los molinos de viento y de agua como fuentes de energía” y que fue empleada fundamentalmente en la industria minera. Además, con los años se fueron

perfeccionando las primeras máquinas de hilar, capaces de hacer el trabajo de varios tejedores, y las máquinas trilladoras revolucionarían el trabajo agrícola.

La introducción general de estas novedades en los procesos productivos, unida a la “introducción de fuentes de energía inanimadas (combustibles fósiles) y el uso generalizado de materias que normalmente no se encuentran en la naturaleza” nos permiten, como señalan estos autores, hablar por primera vez de la existencia de una industria moderna, que acabaría reduciendo significativamente la relevancia global de la actividad agrícola.

Di Vittorio *et al.* (2007) afirman, por su parte, que la creación a domicilio, seña de identidad de la etapa protoindustrial, se vería, poco a poco, sustituida por un sistema totalmente opuesto: el de fábrica centralizada. Por primera vez, aparecerían grandes empresas, ligadas a la fabricación y a la minería, que organizarían a “muchos trabajadores bajo una sola dirección empresarial” y con una nueva organización de la producción que los distinguiría de los trabajadores del Antiguo Régimen: horarios estrictos, disciplina laboral y una división del trabajo que desplazaría los oficios artesanales. Este sistema permitiría multiplicar las disponibilidades de consumo gracias a las economías de escala, transformar la estructura productiva para orientarla a ciclos de producción más cortos y, sobre todo, mayor flexibilidad para el empresario a la hora de responder a las cambiantes condiciones del mercado. De este modo, “cambió la propia naturaleza del crecimiento y los ciclos económicos” se transformaron (Comín, 2011).

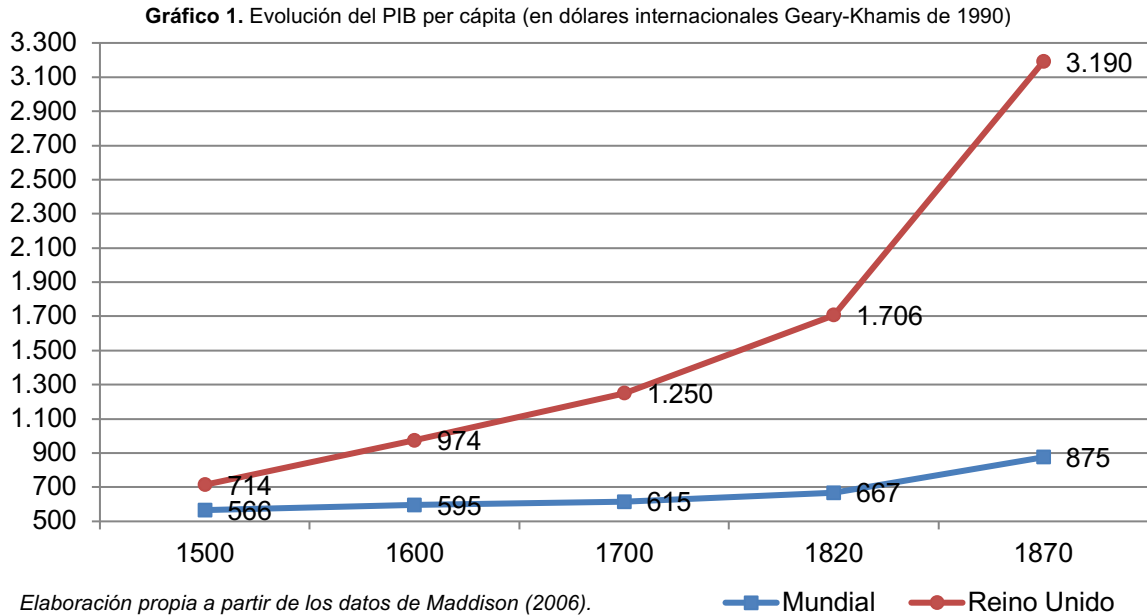
Los importantes cambios organizativos y técnicos, junto con “el notable crecimiento de algunas industrias (algodón, carbón y siderurgia)”, generarían una estructura industrial que se consolidaría a partir del año 1830. Los núcleos fabriles se acabarían urbanizando y la inmigración del campo acabaría por nutrir las primeras ciudades industriales. Si bien en el corto plazo a los trabajadores de las insalubres fábricas “no les fue mejor que los campesinos que siguieron en el campo”, estos acabarían mejorando su nivel de vida en el largo plazo. A su vez, con el incremento del PIB per cápita, más significativo desde 1840, se posibilitó el ahorro y, con él, la financiación de los bienes de capital que aumentaron la productividad, ampliando las posibilidades de consumo de la sociedad. De este modo, los procesos productivos dejaron “de ser intensivos en capital circulante a ser intensivos en capital fijo privado (maquinaria y fábricas), capital social fijo (canales, carreteras, puertos y, más adelante, redes ferroviarias) y capital humano (cualificación de la mano de obra)”. Todo ello significó el abandono progresivo de la trampa matusiana en la que había caído la sociedad hasta entonces y el consumidor medio europeo empezó, por primera vez, a vivir mejor que sus ancestros (cazadores y recolectores), a mejorar su estatura (indicador de la calidad de su dieta) y ensanchar su esperanza de vida, estancada en los 35 años. Además, se redujo “la desigualdad en la distribución de la renta”, característica de las sociedades feudales: sería 30 veces más rico que sus antepasados de 1.800. Así, por primera vez, “las ganancias del progreso técnico y del crecimiento económico” no sirvieron exclusivamente para “aumentar la población”, sino también “para mejorar los niveles de vida” (Comín, 2011).

Una teoría compartida por Gregory Clark (2007), que afirma que la industrialización “permitió un incremento acelerado de la población sin ocasionar descensos en los salarios reales ni en los niveles de vida”, tendencia que ya se había iniciado con la protoindustrialización: entre 1800 y 1860 los salarios crecieron relacionados con el incremento de población.

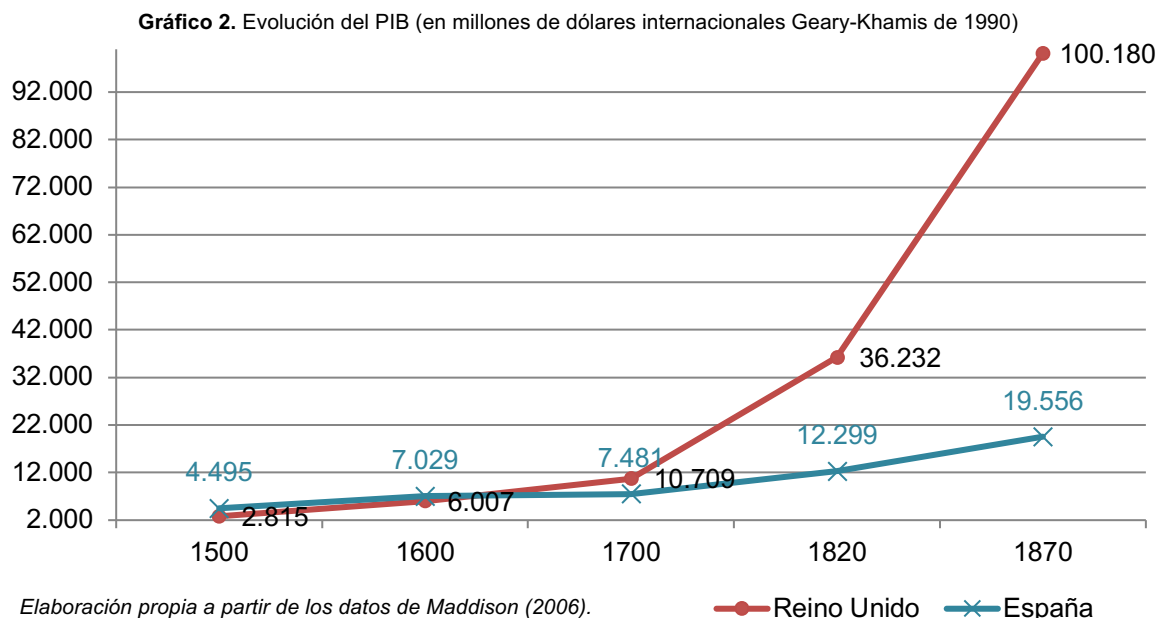
Kutznets (1995) denominó este proceso como “crecimiento económico moderno”, que se singularizó “por la aplicación sistemática de la ciencia a los procesos productivos y a la organización de la economía, la empresa y la sociedad”. Este crecimiento, señala Comín (2011), vino acompañado de “altas tasas de crecimiento del PIB per cápita, la aceleración del crecimiento de la población y del consumo, el aumento de las tasas de ahorro

y de inversión y la transformación en la estructura del PIB” por la migración de la producción agraria en industrial.

Como demuestran los datos que recoge Maddison (2006, pp. 640, 641, 643), el ratio del crecimiento del PIB mundial pasó de ser, entre el año 1500 y 1820, de 0,32 a ser de 0,93 entre 1820 y 1870 (periodo de tan solo 50 años). Cfr. gráfico 25 en anexo I.



Por su parte, la ratio de crecimiento del PIB per cápita mundial, de 0,05 en la primera etapa, aumentó a 0,54 en la segunda (multiplicándose por 11). De hecho, tan solo el PIB del Reino Unido se elevó del 2.9% en 1700 para representar, en 1870, el 9% del PIB mundial.



De hecho, si comparamos la evolución del Reino Unido con una de las grandes potencias hasta el momento como fue España, vemos como esta última cede su posición por el gran crecimiento ligado al proceso de innovación.

Como señala McCloskey (citado en Mokyr, 1987) esta expansión, aunque es significativa, se vio limitada por el sistema económico dual existente en Reino Unido hasta

1820, pues el sector tradicional (agricultura, construcción, industria doméstica y gremios de artesanos) todavía representaba la mayor parte de la producción. A partir de esa fecha, este fue desplazado por la fuerza del sector moderno (industrias de algodón, minería, cerámica, papel, siderurgia, maquinaria y transporte), cuya productividad crecía a un mayor ritmo anual.

En un periodo corto de tiempo, las nuevas innovaciones introducidas, aunque rudimentarias (sobre todo si las comparamos con las actuales), provocaron una gran disrupción relacionada con los gremios tradicionales, que vieron como su mercado sería absorbido por nuevos centros de fabricación asistidos por máquinas. Los artesanos se vieron incapaces de competir con ellos y sus negocios fueron arrastrados a la ruina por una nueva forma de producción que reducía los tiempos, multiplicaba la capacidad y permitía fijar precios más bajos.

Por su parte, los trabajadores de las instalaciones fabriles pronto comprobaron cómo esos artilugios eran capaces de realizar labores, efectuadas hasta entonces por ellos, de forma mucho más eficiente, por lo que no tardaron en ver reducidos sus salarios.

Algo parecido sucedió con el sector agrario, que también se vio afectado de forma directa por la introducción de nuevos mecanismos capaces de realizar individualmente el trabajo de varios hombres.

Todo este caldo de cultivo provocó el estallido de una protesta que, de forma escalonada, acabaría extendiéndose desde Reino Unido a toda Europa, y que destacó en España por Los Sucesos de Alcoy de 1821. En ellos, “un millar campesinos y jornaleros de los pueblos vecinos, que cardaban e hilaban lana en sus casas” a través del sistema de trabajo “*putting-out*”, asaltaron la ciudad para destruir diecisiete mecanismos en señal de reivindicación y protesta. Fue así, como el ludismo surgió como reacción al nivel de desempleo y a las condiciones de trabajo impuestas tras el proceso de conversión y que, en un primer momento, dejaron sin alternativa a numerosos trabajadores y artesanos. Su finalidad, por tanto, no era la eliminación de las máquinas, sino, según Hobsbawn (1952), llevar a cabo una negociación colectiva a través de motín para conseguir una respuesta adecuada a su situación de desprotección social, pues muchos de ellos se habían quedado de repente sin la posibilidad de desarrollar su oficio, sin opción y sin asistencia.

2.3. La Segunda Revolución Industrial

La segunda industrialización (1850-1914), como señala Comín (2011), “fue radicalmente diferente de la primera, tanto que Gran Bretaña, con problemas para incorporarse a ella debido a unas organizaciones anticuadas, inició su declive económico”. De este modo, este autor destaca cuatro diferencias esenciales:

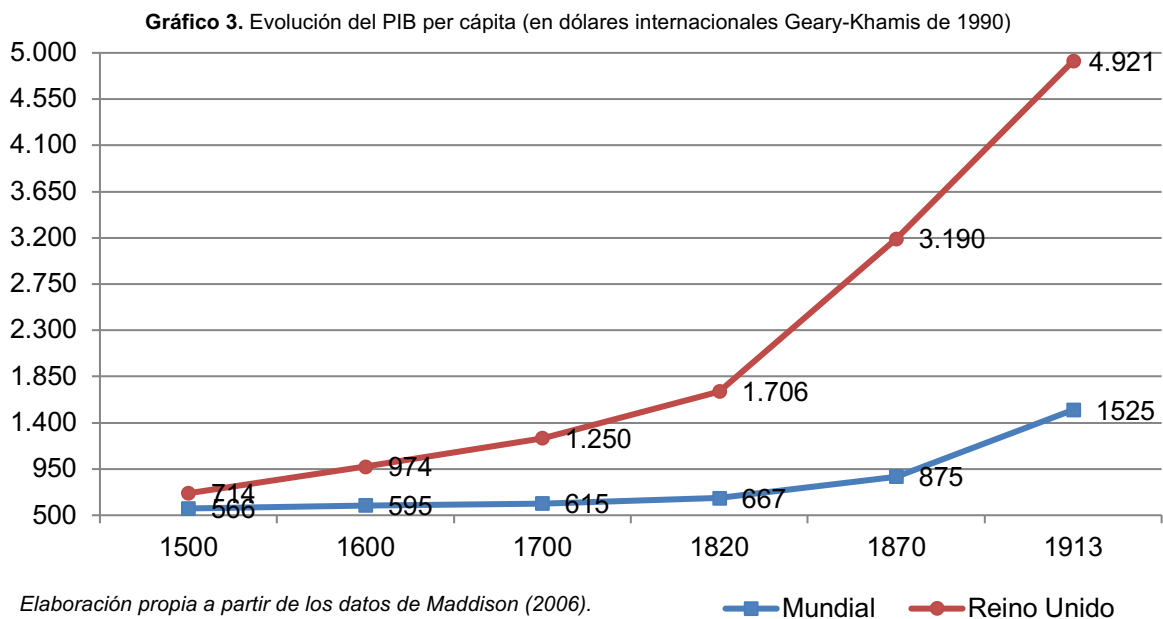
- 1) Se desarrolló en el contexto de una primera globalización, animada por la generalización de tratados comerciales bilaterales y “el desarrollo de los transportes y las comunicaciones”, lo que permitió el crecimiento del comercio internacional y la primera convergencia de los precios internacionales. Todo ello ayudó a que la industrialización, ya consolidada en 1870 en Europa, Estados Unidos y Japón, se extendiera a otras regiones. Por otra parte, la multiplicación de “las migraciones generalizadas de trabajadores y de capitales entre naciones, incrementaron la demanda y la capacidad productiva mundial”.
- 2) Se transformó el papel del Estado como actor económico, reforzando su intervención. “Los gobiernos cambiaron la política comercial” hacia un proteccionismo moderado con la firma de tratados comerciales; la política industrial a través de una mayor protección para las empresas y la política social

por medio de “una serie de reformas tributarias progresivas y de los gastos públicos en bienes preferentes (educación, vivienda y sanidad), del establecimiento de seguros sociales y con la regulación de las condiciones y jornadas de trabajo”.

- 3) Las innovaciones pasaron a desarrollarse sobre una base científica y experimental, lo que requirió cierta inversión en capital humano, en educación y en investigación. De este modo, progresó “el transporte marítimo (barco de vapor), terrestre (ferrocarriles y automóvil) y aéreo (avión), además de las comunicaciones (telégrafo y teléfono)”. A su vez, desde 1870 la industria pesada adquirió un papel protagonista con el crecimiento “del acero, la química, la petrolífera y la de transformados metálicos”. Aunque sin duda, la gran revolución fue la implantación de la electricidad, que cambió la producción en las empresas y también los hogares.
- 4) Surgió la nueva figura de “la gran empresa industrial” que permitió “aprovechar las economías de escala” y transformó las estructuras organizativas, financieras y mercantiles hacia la eficiencia de recursos, acabando así con el predominio de la empresa familiar de la primera industrialización. Por su parte, debido a la necesidad de inversión se generalizó la sociedad anónima “como forma organizativa capaz de reunir recursos propios y ajenos”, además de la banca mixta, “que también participaba en la creación y financiación de nuevas empresas”. Es en este contexto donde empieza a surgir una regulación más exigente con el funcionamiento del mercado.

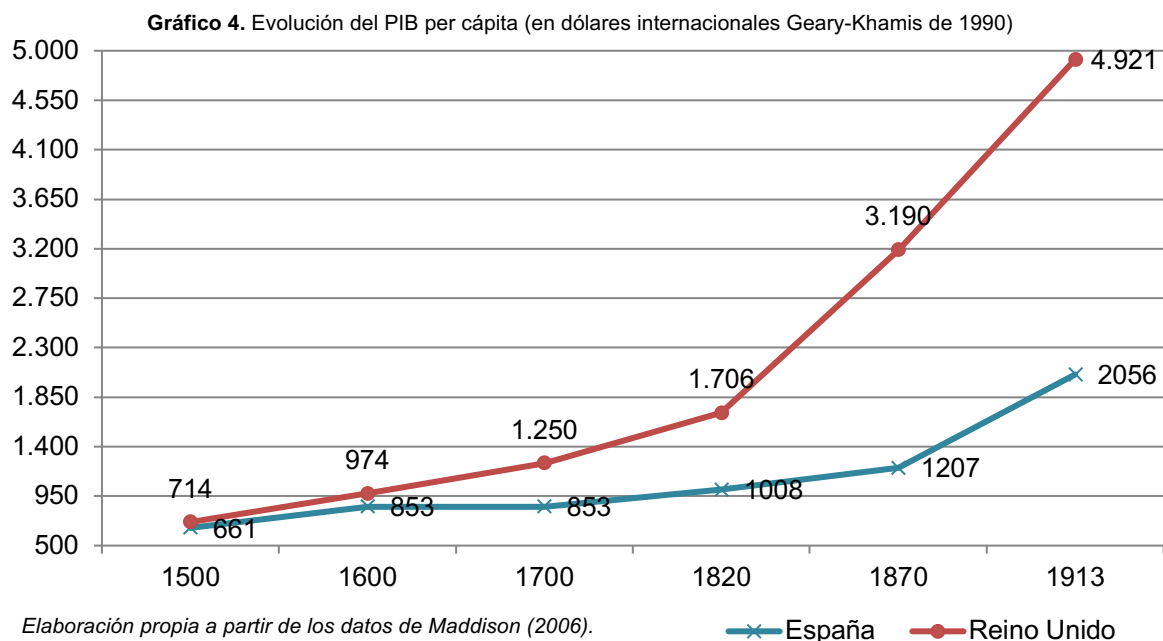
Así, las innovaciones incorporadas a los procesos productivos obligaron a adaptar la práctica laboral en torno a ellas, con una nueva ordenación del trabajo en las grandes fábricas que, poco a poco, siguieron la organización científica del trabajo de Taylor, imponiendo un sistema de especialización tendente a la máxima reducción de costes y que se prolongaría, de forma similar, con el sistema de montaje en cadena de Henry Ford.

Si tenemos en cuenta el impacto económico de dichos cambios, como señala A. Maddison (2006), la ratio del crecimiento del PIB mundial pasó de un 0,93 (1820-1870) a un 2,11 (1870-1913). *Cfr. gráfico 26 en Anexo I.*



Por su parte el ratio de crecimiento del PIB per cápita se multiplicó del 0,54 al 1,30 en el mismo periodo.

Sin embargo, las condiciones en las fábricas eran demasiado precarias y apuntaban a un claro desequilibrio entre los trabajadores y el empresario con jornadas laborales excesivas, salarios precarios y desprotección social. Todo esto cambiaría con la organización de una clase obrera que, articulada en sindicatos, reclamaría sus derechos y asentarían las condiciones para la construcción del Estado de bienestar y la amplia regulación de las condiciones de trabajo.



En el caso de España, aunque no supo aprovechar a tiempo las innovaciones que permitía la primera revolución, experimenta durante este periodo el crecimiento que otros países ya habían iniciado, aumentando el PIB per cápita de forma notable entre 1870 y 1913; sin embargo, todavía sigue muy lejos de las cifras obtenidas por el Reino Unido. Sin embargo, en este análisis no interesa tanto la diferencia de magnitud, que puede tener su origen en los diferentes elementos estructurales de cada economía, sino la repetición de una tendencia de crecimiento similar, aunque diferida en el tiempo para el caso español, y que puede deberse a la progresiva integración de las innovaciones en los diversos sectores productivos.

2.4. La Tercera Revolución Industrial o Tecnológica

Este periodo de cambio se inició con la aparición de los ordenadores y la electrónica a partir de 1970. Como señala Granell (2016), la generalización de internet y la telefonía móvil hicieron que el mundo se interconectara y aprendiera a vivir los acontecimientos en tiempo real y que se pudieran aplicar a nuevas estructuras productivas mucho más eficientes que la antigua división del trabajo que se había producido en la Segunda Revolución Industrial.

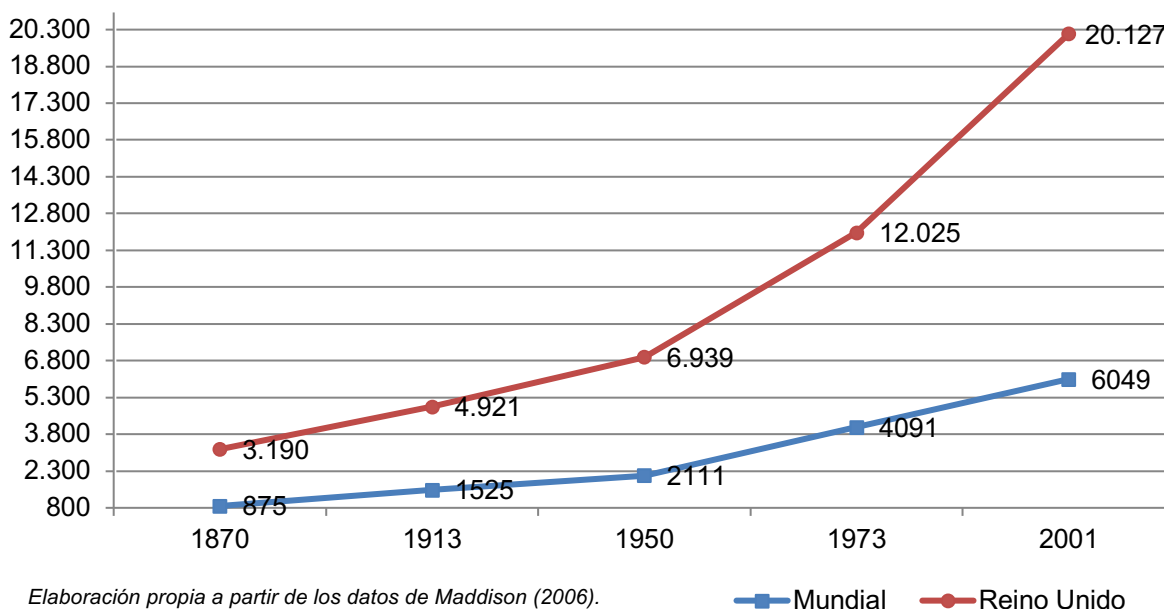
También durante esta etapa surgen nuevas formas de organización empresarial que buscan limitar la responsabilidad del empresario, se computerizan los procesos y se expande un nuevo mercado: el digital. Además, se produce un fenómeno de deslocalización empresarial que lleva las actividades con menos valor añadido a los países en vía de desarrollo, donde los costes laborales son ínfimos.

Sin embargo, y pese a que algunos países apostaron por la conversión hacia las energías renovables, las fuentes empleadas siguieron siendo mayoritariamente fósiles (carbón, petróleo y gas), lo que situaba algunos países de occidente en una situación de

gran vulnerabilidad, pues su suministro estaba bajo el control de Oriente Medio. Esta dependencia se hizo evidente durante las crisis del petróleo de 1973 y 1979, que tuvieron un impacto económico profundo.

Por su parte, la trascendencia económica de este proceso se traduce en un ratio de crecimiento del PIB mundial del 3,09 para el periodo comprendido entre el año 1973 y 2001 *Cfr. gráfico 27 en anexo I.*

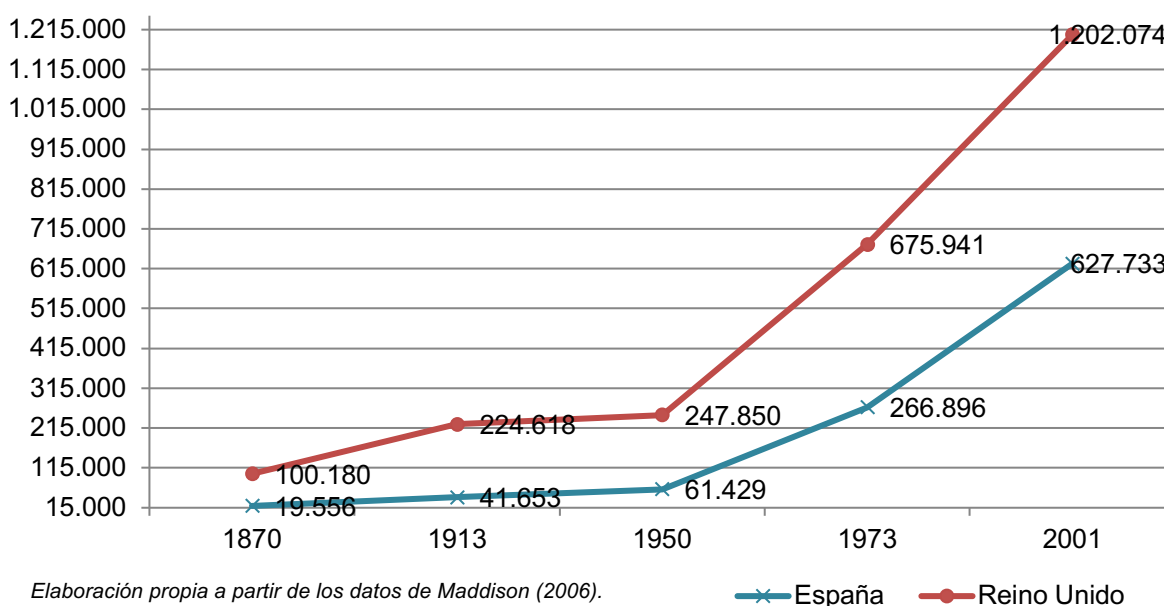
Gráfico 5. Evolución del PIB per cápita (en dólares internacionales Geary-Khamis de 1990)



A su vez, el ratio de crecimiento del PIB per cápita mundial es de 1,41 para el mismo periodo, aunque sigue siendo menor al del Reino Unido, país que supo adaptar su tejido productivo a las nuevas circunstancias.

Además, los derechos de los trabajadores se ensanchan con la consolidación definitiva del Estado del bienestar y su calidad de vida mejora notablemente.

Gráfico 6. Evolución del PIB (en millones de dólares internacionales Geary-Khamis de 1990)



Finalmente, en relación con España vemos como en esta etapa, aprovechándose de todo el progreso tecnológico ya existente, consigue multiplicar su PIB; sin embargo, este constituye solo la mitad del PIB del Reino Unido. No obstante, en el conjunto de países desarrollados es la etapa donde se alcanza el mayor progreso económico.

2.5. La Cuarta Revolución Industrial o Neotecnológica

Actualmente vivimos una nueva etapa de transformación que, como la Primera Revolución Industrial, supondrá un gran impacto socioeconómico. La incorporación de nueva tecnología en las empresas como la robótica y la inteligencia artificial, además de la digitalización de determinados servicios, cambiarán no solo el tejido productivo y comercial, sino también el conocido marco de la relación laboral.

Algunas de las ramas más afectadas en el corto plazo por sus posibilidades serán la industria automovilística, el sector textil y el ámbito de los servicios (sobre todo transportes y bancarios), que tenderán a la adaptación personalizada en función de las cambiantes exigencias del mercado; pero, además, permitirá ensanchar otros campos más recientes como la bioquímica, la biotecnología o la neurociencia.

Tal y como expone Granell (2016) esta nueva etapa se está caracterizando por una serie de elementos como la extensión de robots inteligentes en la industria; la utilización de impresoras 3D para la producción aditiva; el uso de *big data*, *blockchain* e inteligencia artificial en los procesos; la producción inteligente y personalizada; la digitalización de determinados sectores (entre los que podemos incluir la Administración Pública) y la generalización del uso de drones sincronizados, entre otros.

De hecho, la integración de todos estos elementos en el tejido productivo, sitúa, según datos de la OCDE y para el caso particular del España, en un riesgo significativo de cambio a casi un 50% de los actuales puestos de trabajo.

Tabla 1. La industria 4.0 en la Unión Europea. Análisis DAFO.

<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la productividad, de la eficiencia (recursos), de la competitividad y de los ingresos. • Aumento de los puestos de trabajo de alta cualificación y muy remunerados. • Mejora de la satisfacción del cliente y nuevos mercados: incremento de la personalización de los productos y de su variedad. • Mayor flexibilidad y control de la producción. 	<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de adaptación tecnológica: pequeñas disrupciones pueden tener impactos grandes. • Dependencia de un abanico de factores de éxito: estándares, coherencia del entorno, oferta laboral con las habilidades apropiadas, inversión en I+D. • Costes de desarrollo y puesta en marcha. • Pérdida potencial de control sobre la empresa. • Puestos de trabajo semi-formados. • Necesidad de importar mano de obra formada e integrar los inmigrantes.
<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reforzamiento de la posición de Europa como líder en industria manufacturera y otros sectores. • Desarrollo de nuevos mercados punteros para productos y servicios. • Contrapunto a la demografía negativa de la UE. • Disminución de las barreras de entrada para algunas PYMES para participar en nuevos mercados y nuevas cadenas de suministro. 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ciberseguridad, propiedad intelectual, privacidad de los datos. • Trabajadores, PYMES, sectores y economías nacionales sin conciencia y/o medios para adaptarse a la Industria 4.0 y que quedarán atrás. • Volatilidad de las cadenas de valor globales y vulnerabilidad hacia ellas. • Adopción de la Industria 4.0 por parte de los competidores extranjeros que neutralicen las iniciativas europeas.

Fuente: Blanco, Fontodrona y Poveda (2017).

Sin embargo, también se plantean algunos desafíos específicos como son la racionalización de los recursos empleados dentro de un marco de producción sostenible, la reducción del impacto medioambiental, la financiación del Estado social y el posible desempleo a corto plazo de una gran masa de trabajadores poco cualificados.

Y aunque el objetivo principal será el de maximizar los beneficios esperados de dichos progresos, a diferencia de la Primera Revolución, el Estado deberá buscar una transición equilibrada que permita amortiguar los costes derivados en el medio plazo, pues la sensibilidad social hoy es mayor.

Tabla 2. Cuadro resumen con los aspectos históricos más relevantes.
Elaboración propia

	INNOVACIONES	PROCESOS + EMPRESA	ECONOMÍA + SOCIEDAD
Primera Revolución (1760-1840) 	Se inventan la máquina de vapor, la máquina de hilar y la máquina de trillar, entre otros artilugios. El coque "liberó a la industria siderúrgica de la dependencia exclusiva del carbón vegetal".	Se introducen las primeras invenciones en los procesos productivos que empiezan a sustituir a trabajadores y a desplazar a los gremios tradicionales. Surge la figura de la gran empresa industrial.	Se sigue la tendencia que se inició con la protoindustria: ruptura de la trampa malthusiana y la población crece junto a la calidad de vida. Gran crecimiento económico. Auge del ludismo.
Segunda Revolución (1850-1914) 	Progresó "el transporte marítimo (barco de vapor), terrestre (ferrocarriles y automóvil) y aéreo (avión); también las comunicaciones (telégrafo y teléfono)". La industria pesada adquirió relevancia: el acero, la química, la petrolífera y la de transformados metálicos.	Se asienta la nueva figura de "la gran empresa industrial" que permitió aprovechar "las economías de escala" y transformó las estructuras organizativas. Organización científica del trabajo.	La ratio del crecimiento del PIB mundial pasó de un 0,93 (1820-1870) a un 2,11 (1870-1913). Por su parte el ratio de crecimiento del PIB per cápita se multiplicó del 0,54 al 1,30. Nace el sindicalismo.
Tercera Revolución (1970-2008) 	Nace la informática e internet que revoluciona nuestra forma de vivir y trabajar. Además, se empieza a introducir la primera robótica en algunos sectores. Transición hacia las energías renovables, aunque siguen reinando las fósiles.	Integración de la informática y de internet a los procesos productivos, a la gestión del almacenamiento, a la prestación de servicios y a la forma de interactuar con los clientes. Nace el mercado y la economía digital.	Se produce un notable crecimiento en los países desarrollados por la digitalización de las economías. Etapa de mayor progreso económico en términos comparativos, salvo momentos de crisis. Se ensanchan el Estado Social y los derechos laborales.
Cuarta Revolución (2011-futuro) 	Producción inteligente con la generalización e integración en los procesos de la robotización, la inteligencia artificial, la impresión 3D o la utilización del <i>big data</i> o <i>blockchain</i> . Digitalización del sector de los servicios. Energías renovables.	Cambio radical en los procesos productivos y de almacenamiento, en la prestación de los servicios y en la forma de relacionarse con el cliente. Transformación del sistema de transportes.	Impacto sociolaboral muy similar al de la Primera Revolución con una importante bolsa de trabajadores no cualificados en el desempleo y con grandes problemas para financiar el Estado social. Impacto económico general positivo.

BLOQUE I. SECTOR EMPRESARIAL Y MERCADO DE TRABAJO

3. El impacto de la Cuarta Revolución en el sector empresarial y sus efectos en el mercado de trabajo

El Informe Preliminar *Industria Conectada 4.0. La transformación digital de la industria española* (Ministerio de Industria, Energía y Turismo; 2016; p.114) ya señaló la existencia de una emergente industria 4.0, referida a una cuarta revolución industrial, y que está basada “en la disponibilidad en tiempo real de toda la información relevante al producto, proporcionada por una red accesible en toda la cadena de valor, así como la capacidad para modificar el flujo de valor óptimo en cualquier momento”. Lo que “se logra a través de la digitalización y la unión de todas las unidades productivas de una economía” y gracias a la “necesaria la fusión de tecnologías tales como Internet de las Cosas (*IoT*), computación y *cloud*, *big data* y ciberseguridad, así como las complementarias: móvil, *analytics*, *M2M*, impresión 3D, robótica y comunidad/compartición”, entre otras.

A lo largo de los últimos años las empresas españolas han ido incorporando de forma paulatina todas estas innovaciones a sus ciclos de producción; sin embargo, se espera que, en un periodo corto de tiempo, todos estos elementos integren una parte sustancial en la mayor parte de los procesos. Este cambio, que tendrá un carácter disruptivo, transformará la organización de las empresas y del trabajo, teniendo un importante efecto económico y social. *Cfr. Tabla 14 en Anexo II.*

Por ello, este apartado se centrará en aquellos aspectos que ya han empezado a revolucionar algunas esferas y que nos pueden dar una idea global del impacto que tendrá el cambio. De esta forma se analizará el alcance y los efectos que puede tener la robotización y la inteligencia artificial con la automatización de funciones y la transformación del sector servicios a través del nuevo capitalismo de plataforma.

3.1. La robotización de la industria y la irrupción de la inteligencia artificial en sectores estratégicos: el fenómeno de la automatización

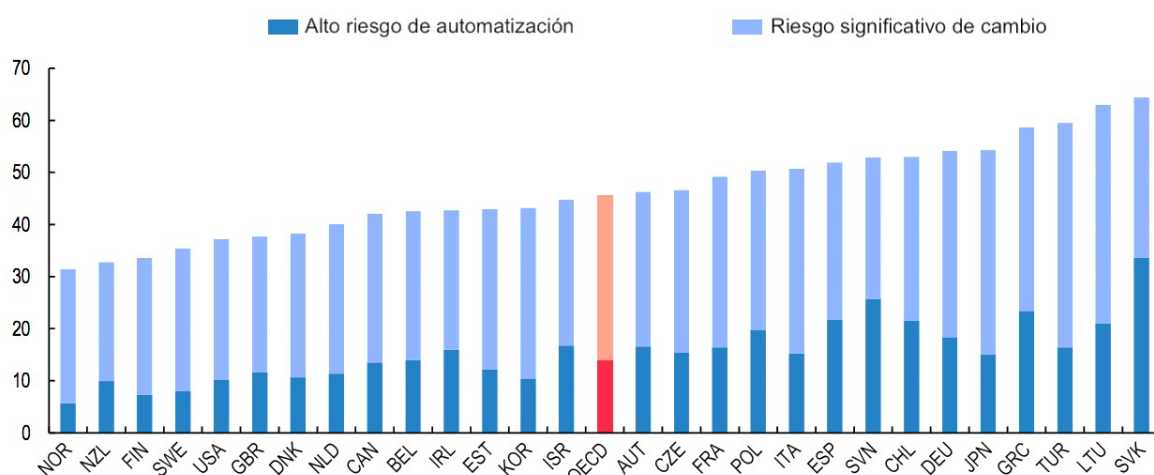
Tanto la emergente robotización de algunos sectores industriales como la irrupción de la inteligencia artificial en determinados procesos plantean una serie de desafíos económicos que deben ser abordados dentro del concepto de automatización.

Según el informe *World Robotics* de la International Federation of Robotics (2019), España se sitúa entre los diez primeros países en implantación de robots industriales y se convierte en el cuarto mercado europeo de robótica industrial después de Alemania, Italia y Francia. Si bien las ventas de autómatas en España han crecido desde el año 2013 a un ritmo de un 14% de promedio anual, solo en el año 2018 nuestro país instaló 5.266 robots industriales, lo que supone un aumento del 24% para dicho período. Según este informe “los principales sectores que explican este crecimiento son el automovilístico, el metalúrgico y de maquinaria, el textil y el de la alimentación”. Sin embargo, España todavía sigue muy lejos del índice de robotización de países como China, Japón, Estados Unidos o Corea, líderes en todas las clasificaciones, aunque parece que la tendencia va encaminada a alcanzar dichos niveles en poco tiempo.

Por su parte, el informe *Artificial Intelligence* (WIPO, 2019) señala también el impacto que tendrá la inteligencia artificial en las empresas y, como consecuencia, el empleo. Así señala que “la inteligencia artificial está impulsando cada vez más desarrollos importantes en tecnología y negocios, desde vehículos autónomos hasta diagnóstico mé-

dico y fabricación avanzada”. Además señala que “su crecimiento se ve impulsado por una profusión de datos digitalizados y un poder de procesamiento computacional que avanza rápidamente con un efecto potencialmente revolucionario: detectar patrones entre millones de datos aparentemente no relacionados, aumentar el rendimiento de los cultivos, mejorar la detección de enfermedades...; predecir una epidemia” como el Covid-19 e “incrementar la productividad industrial” de forma notable. Esta tecnología también servirá para mejorar la toma de decisiones empresariales, sobre todo a la hora de decidir dónde localizar un nuevo centro; segmentar el mercado potencial o adelantarse a los cambios en las tendencias de los consumidores.

Gráfico 7. Porcentaje de trabajos con alto riesgo de automatización y riesgo significativo de cambio en los distintos países de la OCDE.



Fuente: *The Future of Work*, OCDE Employment Outlook 2019, p.49.

El mayor desafío que plantea la automatización de funciones, ya sea debido a la robotización o a la implantación de inteligencia artificial en las empresas, es la amortización inicial de puestos de trabajo y, por tanto, el posible desempleo que puede generar en un corto plazo. Además, debemos tener en cuenta que el último informe publicado hasta la fecha (*Employment Outlook 2019 - The Future of Work* de la OCDE) sitúa a más de la mitad de los puestos de trabajo españoles en un riesgo significativo de cambio, por lo que es muy probable que dichos efectos se noten también en nuestro país.

Por su parte, Duflo (2020), profesora de Reducción de la Pobreza y Economía del Desarrollo del MIT, advierte que la crisis sanitaria provocada por el Covid-19 acelerará el ritmo de dicha transformación. Esto se debe a que las empresas han constatado la vulnerabilidad del factor humano y han descubierto las ventajas “de ir hacia una máxima automatización, pues “las máquinas no enferman”, “no se organizan ni hacen huelgas” y “reciben un trato fiscal más favorable”. Lamentablemente, la experiencia ha demostrado que los puestos perdidos en el desarrollo de este proceso “no se han compensado con otros”, lo que se traduce un efecto “negativo para los trabajadores”. Sin embargo, aunque se trate de una tendencia que no podremos parar, tenemos las herramientas necesarias para “ayudar a los trabajadores a ajustarse al cambio y a encontrar otros empleos”.

Para estimar el impacto que tendrá la automatización en España, y teniendo en cuenta la complejidad de diseñar un modelo econométrico que pueda tener en cuenta los datos de todas las variables que influyen en la determinación del número de puestos de trabajo afectados, se ha considerado acertado realizar una labor de investigación con el fin de reunir los estudios más recientes que, de alguna forma, hayan especificado el nivel de incidencia que tendrá este fenómeno en nuestro país; aunque su ritmo, como se ha señalado, pueda variar. Así, se han encontrado siete publicaciones, elaboradas por dis-

tintos autores, y que han sido publicadas en un tramo temporal que se extiende desde el año 2016 hasta el año 2019, siendo esta la fecha más reciente.

Se irán señalando, por tanto, los aspectos más relevantes de cada informe en función del año de publicación y se intentará obtener alguna conclusión que pueda aportar luz sobre los efectos que este fenómeno puede tener en España. Por último, se realizará una pequeña aproximación que ayude a señalar la proporción de puestos de trabajo que pueden verse afectados.

a) The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries (Arntz, M., Gregory, T. y Zierahn, U.; 2016)

Este estudio sigue un enfoque alternativo al de Frey y Osborne (2013), ya que tiene en cuenta que, incluso dentro de las ocupaciones, los trabajadores están expuestos de manera muy diferente a la automatización dependiendo de las tareas que estos realizan. Así, en vez de basarse exclusivamente en la ocupación, estiman la relevancia de las tareas desarrolladas de los trabajos en EE.UU. y utilizan una relación empírica para transferir los resultados a los países de la OCED. El análisis se basa en datos del PIAAC y en encuestas individuales con respecto a una lista completa de tareas que las personas realizan en su lugar de trabajo. Al utilizar datos a nivel individual, pues las estructuras de tareas son autoinformadas por los propios trabajadores, tienen en cuenta que los individuos de la misma ocupación a menudo realizan tareas distintas.

Para España señala que el 35% de los puestos de trabajo estarían en riesgo de automatización. Sin embargo, esta cifra debe ser tomada con cautela, por diversas razones: 1) el enfoque tomado refleja las capacidades tecnológicas y no la utilización real de la tecnología; 2) el efecto sobre la perspectiva de empleo dependerá del ajuste a la división del trabajo, pues los empleados podrán desarrollar tareas complementarias; 3) se trata de una visión limitada en la que solo se tienen en cuenta los empleos existentes y resulta probable que la tecnología creen nuevos puestos de trabajo; y 4) el nuevo factor también puede tener efectos positivos sobre la demanda laboral si se eleva la demanda de productos debido a una competitividad mejorada y a un efecto positivo sobre los ingresos de los trabajadores.

En él también se señala que la diferencia en el riesgo de automatización tiene un doble componente: el externo, donde destaca la configuración de la industria, la ocupación o la estructura educativa; y el interno, que tiene que ver con la realización de más (o menos) tareas automatizables.

Además, se constata que los países con más riesgo tienen una mayor proporción de trabajadores escasamente cualificados, los cuales soportarán la mayor parte de los costes del ajuste. Para ellos, recuperar la ventaja competitiva sobre las máquinas mediante la capacitación puede ser difícil debido a la velocidad que tomará la revolución.

b) ¿Llegará la Cuarta Revolución Industrial a España?, Informe de Caixa Bank, (Morrón, A.; 2016)

Este análisis parte de los datos de Frey y Osborne (2013) y convierte la clasificación estadounidense para poder estimar el efecto sobre una lista de 485 profesiones en España. En ella, “los científicos (creatividad) y gerentes (interacción social) tendrían un riesgo reducido, mientras que los administrativos se concentran en el grupo de alto riesgo”. De esta forma “se estima que la tecnología sería ya capaz de automatizar algunas profesiones cualificadas (contables, analistas financieros y economistas)”.

Además, señala que “un 43% de los puestos de trabajo actualmente en España tienen un riesgo elevado de ser automatizados en el medio plazo”. Sin embargo, advierte

que el potencial de robotización no debe ser confundido “con la desaparición de empleos”, ya que “la tecnología destruye profesiones pero no necesariamente la posibilidad de trabajar”, al “permitir reorientar la naturaleza del trabajo, liberando a los trabajadores para que puedan dedicar nuevas actividades en las que desarrollen su potencial”.

Los datos indican una “correlación negativa entre la probabilidad de automatización de una profesión y su salario anual medio”, lo que puede conducir a “un posible aumento de la desigualdad”.

c) Índice de jóvenes trabajadores de PwC (Hawksworth, J.; Audino, H.; Mason, G.; Stubbings, C. y Norriss, P.; 2017)

Sus estimaciones se basan en un algoritmo que vincula la capacidad de automatización con características de las tareas involucradas en diferentes trabajos y las propias de los trabajadores. El riesgo potencial de automatización varía considerablemente según el sector; de hecho, la fabricación, el transporte y el comercio minorista enfrentan algunos de los mayores riesgos.

Así determina que hasta un 32% de los puestos de trabajo en España está en riesgo de automatización, aunque este varía considerablemente de unos sectores a otros. Esto se explica por las tareas que los integran, por lo que sectores en los que se desarrollan tareas manuales o rutinarias tendrían un mayor riesgo; mientras que aquellos en los que se llevan a cabo habilidades sociales tendrían un riesgo menor.

Además, los jóvenes, como nativos digitales, podrían estar mejor posicionados para aprovechar las oportunidades creadas por las nuevas tecnologías; aunque esto dependerá en gran medida el nivel educativo, por lo que el riesgo se reducirá a medida que el nivel formativo aumente. En todo caso, las políticas públicas dirigidas a los jóvenes tienen que ir enfocadas a su integración en sectores como la ciencia y tecnología, pues son los que ofrecen mayores posibilidades.

Por último señala que se producirán ganancias compensatorias a través de aumentos en la productividad. Esto generará ingresos adicionales y eventualmente alimentará a la economía general a medida que estos ingresos se gastan e invierten; por último, la demanda adicional conseguirá generar empleos.

d) ¿Cuán vulnerable es el empleo español a la revolución digital ?, BBVA Research, (Doménech, R .; García, JR; Montañez, M .; Neut, A.; 2018)

Este informe parte de la metodología de Frey y Osborne (2017) e identifica los factores de riesgo que pueden afectar a los distintos puestos de trabajo. De esta forma señala que el 36% de los empleos en España están en riesgo por el fenómeno de la automatización y señala la existencia de una polarización entre los trabajos que requieren un desarrollo más técnico y especializado y los que consisten en el desarrollo de tareas rutinarias.

El análisis por sectores determina que aquellos relacionados con las TIC, la energía, la rama científica y técnica o los servicios sociales tienen menor un menor riesgo de automatización. En el otro extremo se encuentran los que integran la agricultura, el comercio, el transporte, la manufactura, las finanzas y los bienes raíces.

A su vez determina las características de los trabajadores por riesgo de automatización con la ayuda de los datos de la EPA de 2011-2016. Estas se encuentran relacionadas con el nivel educativo, la situación laboral de partida y el grado de responsabilidad, pues cuanto mayor peso tiene cada uno de ellas, menor riesgo existe. Por su parte, el

riesgo se dispara para aquellos trabajadores que se encuentran en una situación de temporalidad.

e) Automatización, uso de habilidades y capacitación, OCDE (Nedelkoska, L .; Quintini, G.; 2018)

Este estudio sigue muy de cerca los enfoques de Frey y Osborne (2013 y 2017), para el análisis de 32 países de la OCDE, y de Arntz, Zierhan y Gregory (2016). Los datos a nivel individual se recopilan a través de los datos del PIAAC.

Los resultados de la estimación determinan que un 54% de los puestos de trabajo en España están en un riesgo significativo de automatización, lo cual que no quiere decir que todos lleguen a alcanzar este nivel de cambio.

Por su parte, el análisis de las industrias determina que las que tienen un gran riesgo de automatización pertenecen principalmente al sector primario y secundario. Así se pueden destacar algunas industrias de servicios, como la mensajería, de alimentos y bebidas, de transporte terrestre, de recolección y tratamiento de residuos, de manufacturas y de edificación.

Afirma que los grupos ocupacionales que tienen la mayor probabilidad de automatizarse generalmente no requieren habilidades o capacitación específicas: asistentes de preparación de alimentos, ensambladores, trabajadores, operarios de la basura, limpiadores y ayudantes. En la siguiente categoría afectada se sitúan los trabajadores con relativa capacitación y cuyo trabajo requiere la interacción con máquinas, principalmente en el sector de fabricación: operadores de máquinas y plantas móviles, conductores, trabajadores del procesamiento industrial, trabajadores agrícolas cualificados, trabajadores de metal y maquinaria, etc.

En el otro extremo, el menos afectado, se encuentran profesiones que requieren un alto nivel de educación y capacitación y que implican “un elevado grado de interacción social, creatividad, resolución de problemas y cuidado” de los demás. Este grupo está poblado por todo tipo de profesionales y gerentes, pero también por trabajadores que se dedican a la asistencia personal.

En todo caso existe factores individuales que van a determinar un mayor riesgo como son el nivel formativo y el género. Así, un logro educativo mayor se traduce en una menor probabilidad. En el caso de los trabajadores de género masculino, estos encaran un peligro sensiblemente menor.

f) ¿Los robots realmente robarán nuestros trabajos? Un análisis internacional del impacto potencial a largo plazo de la automatización, PwC (Hawksworth, J .; Berriman, R .; y Cameron, E.; 2018)

La metodología para estimar las tasas de automatización potenciales parte de los datos del PIAAC. Además, se considera que las diferencias entre los países tienen su razón de ser en las estructuras del mercado laboral, los niveles de educación y habilidades, y las políticas gubernamentales, entre otros factores.

Las tasas de automatización potenciales más altas se encuentran “en los países que tienen una mayor concentración de mano de obra” en los sectores industriales, en lugar del sector de los servicios. De hecho, para España estima que un 34% de los puestos de trabajo están en riesgo de automatización.

El riesgo potencial de automatización varía ampliamente entre los sectores industriales. Se estima que el transporte, el almacenamiento y la fabricación tienen la mayor

proporción de trabajos existentes que podrían ser automatizados para la década de 2030 en torno al 52% y el 45%, respectivamente. La salud humana y la educación son los principales sectores con las tasas de automatización futuras más bajas estimadas, y el potencial correspondiente de ganancias laborales netas a largo plazo. Además, es probable que las industrias sigan diferentes caminos de automatización a lo largo del tiempo: las industrias basadas en datos como los servicios financieros y la gestión de la información serán las más afectadas a corto plazo a medida que se desarrollen las tecnologías algorítmicas. A largo plazo, la llegada de vehículos sin conductor y otros tipos de máquinas autónomas afectará a sectores como el transporte y la construcción.

La composición de tareas y los requisitos educativos de una industria son los principales impulsores de su capacidad de automatización. Las industrias donde una gran cantidad de trabajadores se dedican a tareas relativamente rutinarias serán más automatizables. Por su parte, los sectores con menor riesgo tienen una mayor proporción de tiempo dedicado a tareas sociales y de alfabetización, y también tienen requisitos educativos más altos.

Así, el impacto relativo de la capacidad de automatización de los trabajos depende de una gama más amplia de determinantes, como el nivel de capacitación, educación y habilidades requeridas para esos trabajos.

Por su parte, las mayores ganancias laborales se producirán en sectores donde estas nuevas tecnologías aumentan la demanda, ya sea directa o indirectamente, a través del aumento de los ingresos y la riqueza. Como estos ingresos adicionales se gastan en bienes y servicios, esto generará una mayor demanda de mano de obra y, por tanto, un incremento del empleo.

g) OECD Employment Outlook 2019, *The Future of Work* (2019)

El riesgo de automatización asociado con cada trabajo individual se calcula en función de la metodología desarrollada en Nedelkoska y Quintini (2018). Así se determina que los trabajos poco cualificados, que implican tareas simples y repetitivas, tienen un mayor riesgo de ser automatizados, a excepción de trabajos relacionados con el cuidado o la asistencia.

Para este informe, un 51,9% de los puestos de trabajo en España estaría en riesgo significativo de automatización.

Si hablamos de sectores, el manufacturero es el que presenta un riesgo mayor, seguido del sector de los servicios. En cambio, el riesgo es menor en sectores relacionados con la salud, la educación y el sector público.

Las mayores diferencias se observan entre adultos poco cualificados y altamente cualificados y entre adultos en trabajos con alto y bajo riesgo de automatización, pero también existe una brecha significativa entre los adultos mayores y las personas más jóvenes, pues estos últimos tienen más opciones de adaptarse. Por su parte, los trabajadores por cuenta propia también se encontrarán con una mayor dificultad en la capacitación.

Tanto el logro educativo como la competencia en alfabetización se asocian positivamente con una mayor probabilidad de adaptación. Mientras que la edad se relaciona de forma negativa.

Además, se señala que este proceso no llevará necesariamente a una destrucción del empleo y, en muchos, casos solo implicará una variación en las funciones. Habrá

pues, una mayor rotación de empleos, con trabajos nuevos y diferentes que reemplacen a los destruidos, y esto dará como resultado un cambio estructural y nuevas necesidades de habilidades.

Un desafío clave será gestionar con éxito la transición hacia nuevas oportunidades para los trabajadores, las industrias y las regiones afectadas por las megatendencias del cambio tecnológico y la globalización. Esta transición será particularmente difícil para las personas mayores en un contexto de envejecimiento general de la población, debido a la escasa posibilidad de adaptar sus habilidades a la nueva tecnología. También lo será para aquellos jóvenes con poca cualificación; y, especialmente, para las mujeres, que sufren desde hace tiempo una profunda brecha en el campo tecnológico.

h) Líneas generales

Por lo tanto, el conjunto de estudios analizado establece un riesgo de automatización para los puestos de trabajo en España que se sitúa en el intervalo del 32% (estimación mínima) al 51,9% (máxima). Al haber utilizado todos ellos criterios homogéneos, creemos que su valor medio (40,84%) es el que mejor se acerca al impacto que puede tener este fenómeno en el futuro, cuando nos hayamos recuperado por completo de la crisis provocada por el Covid-19, la cual, además, puede tener un efecto aceleración sobre la transformación, pues la tecnología permitiría, en ciertos casos, amortiguar los efectos productivos de otra posible amenaza para la salud.

Sin embargo, también es muy probable que esta crisis pueda camuflar parte del impacto que tendrá este proceso, al situarnos, previsiblemente, en una situación inicial de mayor desempleo, por lo que será más difícil medir la destrucción de puestos de trabajo ligada directamente a la automatización; a no ser que, en un momento en el que la economía esté ya estabilizada, se haga una comparativa histórica en el sector a través de un índice que tenga en cuenta la presión de la tecnología incorporada.

Ahora bien, el impacto de la automatización resultará más visible si se ilustra cuantificando el número total de puestos de trabajo que pueden verse afectados. Así, para hacernos una idea de la fuerza transformadora de dicho fenómeno creemos acertado tomar como referencia el último año con datos disponibles.

De este modo, tomando el 2019 como año de referencia, nos encontramos, según el INE, con un total de 21.216.065 puestos de trabajo al final del segundo semestre. Para esta cifra, en el escenario más prudente (32%) hasta 6.789.141 puestos de trabajo estarían en riesgo de automatización; mientras que para el más ambicioso (51,9%) se llegarían a automatizar un total de 11.216.065. Si tenemos como referencia el valor medio calculado, la cifra global de puestos afectados se situaría en 8.664.641.

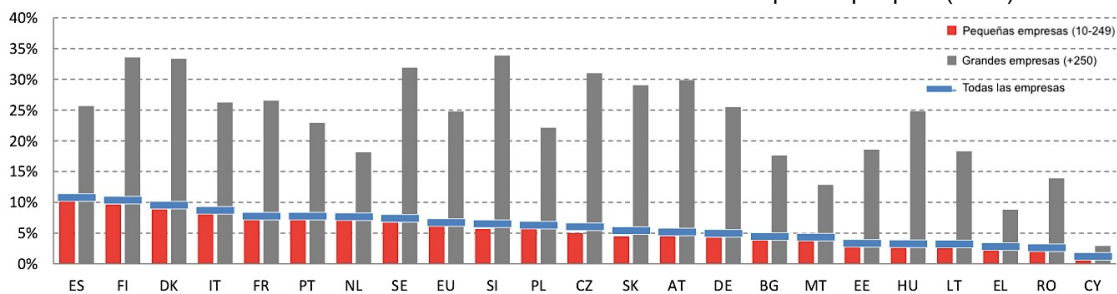
Sin duda, se trata de un potencial impacto significativo; sin embargo, se deberán tener también en cuenta otros factores. El riesgo individual vendrá determinado por el género, la edad y el nivel educativo, que condicionarán de forma notable las posibilidades de adaptación al cambio, por lo que los hombres jóvenes y formados podrán adaptarse mejor.

Por su parte, se debe recordar que este proceso incidirá de forma diferente dependiendo de la naturaleza y configuración del sector, afectando fundamentalmente a aquellos que integren más tareas rutinarias y repetitivas.

Tabla 3. Cuadro resumen con los estudios que estiman el riesgo de automatización en España.
Elaboración propia

ESTUDIO + AUTORES	CONTENIDO	RESULTADOS
<p>The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries.</p> <p>Arntz, M., Gregory, T. y Zierahn, U. (2016).</p>	<p>Este estudio sigue un enfoque centrado en las tareas que realizan los trabajadores y la facilidad con la que pueden automatizarse. También tiene en cuenta otras variables que van a incidir en el fenómeno, como son el nivel educativo y el nivel de ingresos.</p>	<p>España cuenta con un 12% de personas en alto riesgo debido a la automatización; este es menor a medida que aumentan la formación y los ingresos. En total, un 35% de los puestos de trabajo estarían en riesgo por la automatización en nuestro país.</p>
<p>¿Llegará la Cuarta Revolución Industrial a España?</p> <p>Morrón, A. (Caixa Bank Research, 2016).</p>	<p>Este trabajo realiza una estimación a partir de los datos de Frey y Osborne (2013) y hace una clasificación de las profesiones más afectadas: contables y administrativos, ocupaciones elementales, trabajadores del sector primario, operadores de maquinaria...</p>	<p>Las estimaciones de estudio señalan que “un 43% de los puestos de trabajo de España están en riesgo de ser automatizados”. La automatización destruirá profesiones, pero no la posibilidad de trabajar.</p>
<p>PwC Young Workers Index.</p> <p>PwC (2017).</p>	<p>Sus estimaciones se basan en un algoritmo que vincula la capacidad de automatización con características de las tareas involucradas en diferentes trabajos y las características de los trabajadores. El riesgo potencial varía considerablemente según el sector.</p>	<p>La automatización afectará a un 32% de los puestos de trabajo en España; esta estimación es global. El estudio aclara que este proceso afectará más a unos sectores que a otros. Afectará más a fabricación, transporte y venta minorista.</p>
<p>How vulnerable is Spanish employment to the digital revolution?</p> <p>Doménech, R.; García, J.R.; Montañez, M.; Neut, A. (BBVA Research, 2018).</p>	<p>“Este Observatorio utiliza las probabilidades de automatización de cada ocupación, obtenidas por Frey y Osborne (2017), para determinar qué características personales y laborales condicionan el riesgo de que un trabajador en España pierda su empleo”.</p>	<p>“Hasta un 36% de los puestos de trabajo en España estaría en riesgo de ser automatizados”. Probabilidad mayor “en la agricultura, el comercio, el transporte, la hostelería, la industria manufacturera y las actividades financieras (...)”</p>
<p>Automation, skills use and training.</p> <p>Nedelkoska, L.; Quintini, G. (OECD, 2018).</p>	<p>Este estudio mejora las variables de Arntz, Zierhan y Gregory (2016), estimando la proporción de empleos amenazados y presentando un análisis de distribución de riesgos entre diferentes grupos, así como evaluando el papel de la capacitación para adaptarse.</p>	<p>Un 54% de los puestos de trabajo en España están en peligro por la automatización. Esto es debido a su alta participación dentro de los sectores primario y secundario; pero particularmente por la extensión de su manufactura.</p>
<p>Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation.</p> <p>Hawksworth, J.; Berriman, R.; y Cameron, E. (PwC, 2018).</p>	<p>La metodología para estimar los posibles puestos de trabajo automatizables se basa en los datos disponibles en la PIAAC (<i>Programme for the International Assessment of Adult Competencies</i>) para 27 países de la OECD.</p>	<p>Predice un riesgo del 34% para el total de los puestos de trabajo en España. Además un 45% para el sector de la manufactura, un 42% para el sector de la construcción, un 35% para el comercial, un 26% para salud y trabajo social y un 8% para educación.</p>
<p>OECD Employment Outlook 2019.</p> <p>OECD (2019).</p>	<p>El riesgo de automatización asociado a cada puesto de trabajo se calcula según la metodología de Nedelkoska, L.; Quintini, G. (2018), aunque actualizando los cálculos y afinando su precisión.</p>	<p>Señala un impacto global de un 51,9% (un alto riesgo de automatización del 21,7% y un 30,2% de cambios significativos) sobre los puestos de trabajo en España. Mayor impacto en jóvenes y trabajadores adultos sin estudios superiores.</p>

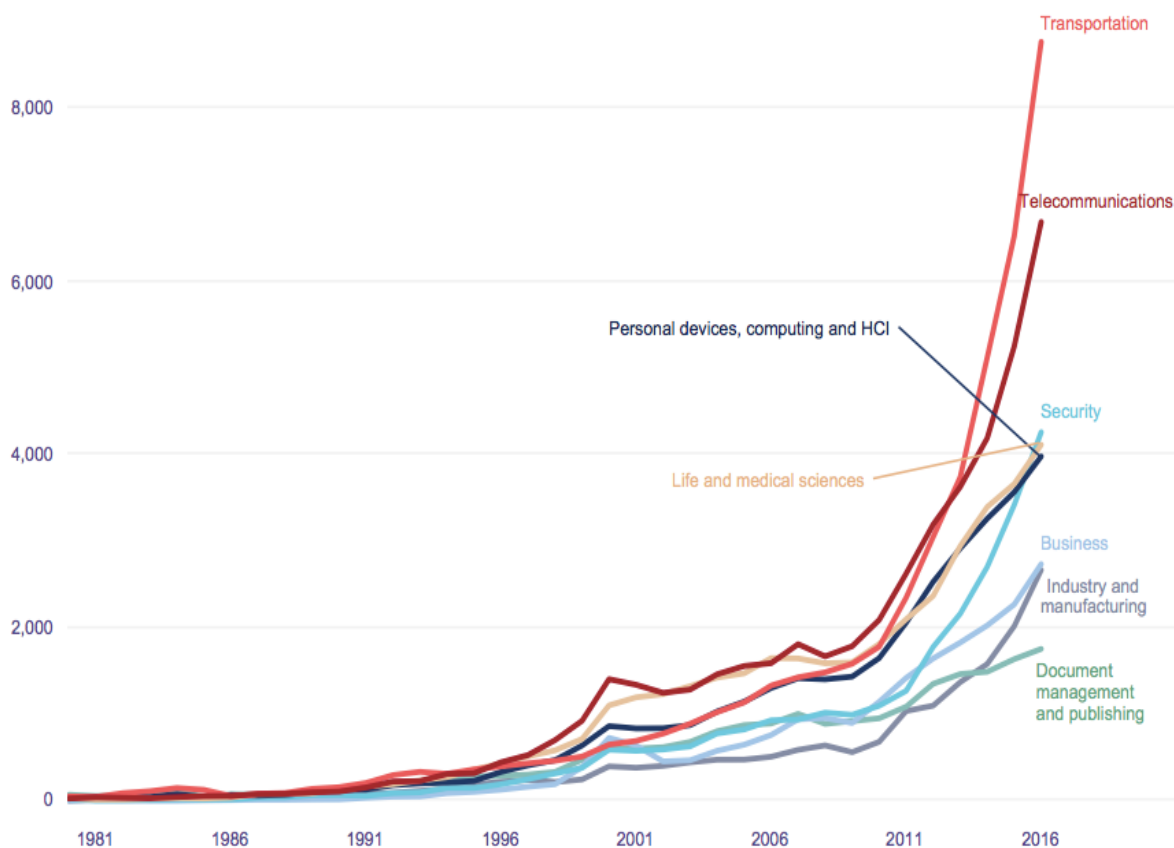
Gráfico 8. Uso de robots industriales o de servicios en empresas por país (2018).



Fuente: *Digital Economy and Society Index Report (2019)*.

En este proceso, como señala el *Digital Economy and Society Index Report (2019)*, España parte de una situación de ventaja en relación con sus socios europeos, pues el uso de robots industriales o de servicios alcanza más del 10% en las pequeñas y supera el 25% en las grandes empresas. Se convierte así en el país con mayor porcentaje de compañías que han conseguido integrar el factor robótico en los procesos y en la prestación de los distintos servicios.

Gráfico 9. Evolución del número de patentes en los principales campos de aplicación.

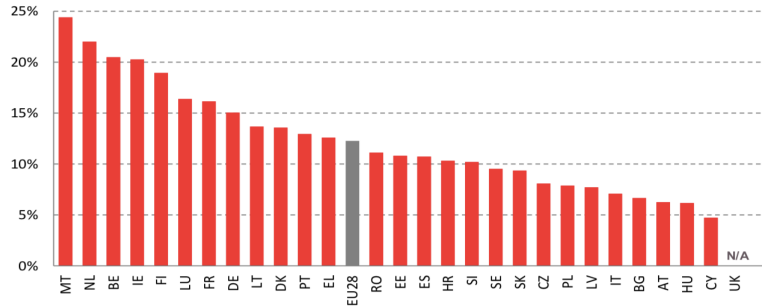


Fuente: *Artificial Intelligence. Technology Trends, World Intellectual Property Organization, 2019, p. 52*.

A su vez las patentes de inteligencia artificial se han disparado a nivel global en los últimos años, con un incremento exponencial a partir del año 2011. Destacan particularmente las relacionadas con el sector del transporte, las telecomunicaciones, la seguridad, la medicina y la informática.

Aunque también se ha producido un incremento significativo en el sector de los negocios y en los sectores de la industria y las manufacturas.

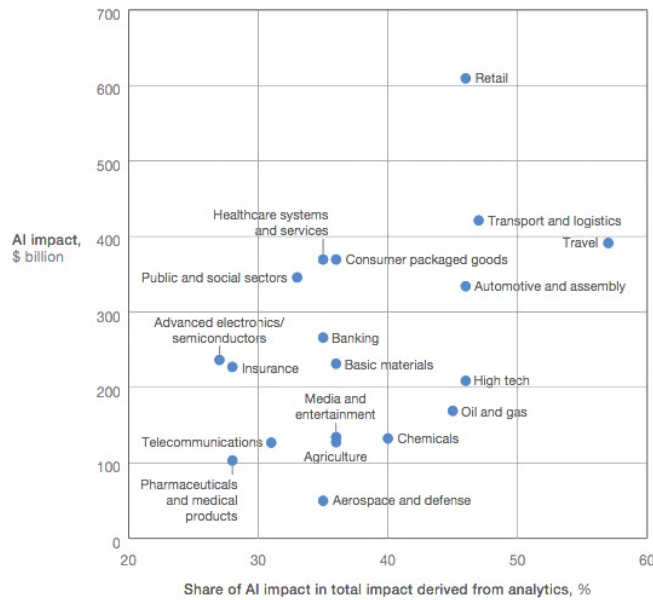
Gráfico 10. Porcentaje de empresas que analizan *big data* desde cualquier fuente (2018).



Fuente: Digital Economy and Society Index Report (DESI) 2019, basado en datos de Eurostat.

Por su parte, en relación con el análisis de *big data* (muy ligado a la implantación de I.A.) se debe señalar que los datos de Eurostat muestran que más del 10% de las empresas españolas ya utilizaban este conjunto de información en el año 2018.

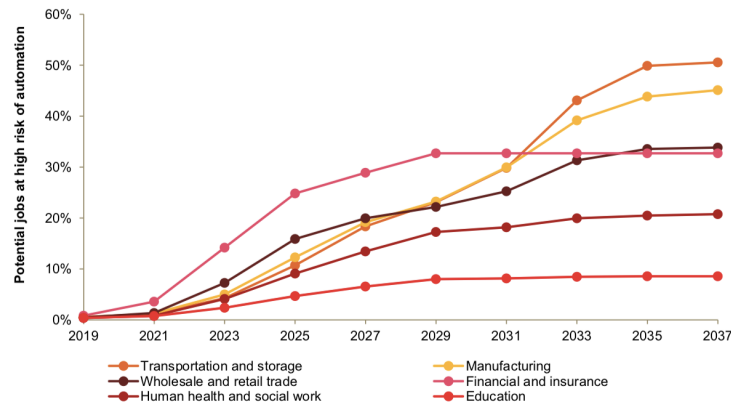
Gráfico 11. Potencial de los distintos sectores derivado de la implantación de IA.



Fuente: Driving impact at scale from automation and AI, McKinsey & Company, 2019, p. 19.

En términos de impacto económico los sectores del textil y el de transporte y logístico aparecen en el informe de Mckinsey & Company (2019) como los que mejor van a capitalizar los efectos positivos de esta transformación.

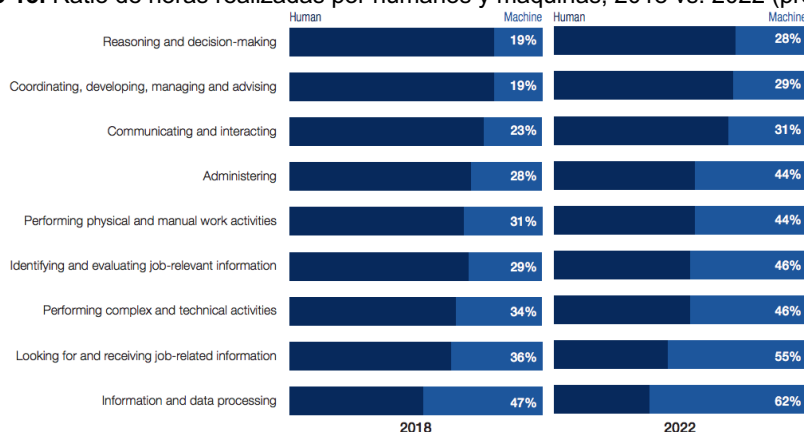
Gráfico 12. Proyección del impacto potencial de la automatización de puestos de trabajo en las diferentes industrias hasta el año 2037.



Fuente: Will robots really steal our jobs?, PwC, 2018, p. 20.

Además, el informe de PwC (2018), que realiza una proyección desde 2019 hasta el año 2037, identifica por sectores cuáles son los puestos de trabajo con mayor riesgo de automatización. Estos se sitúan, en orden de mayor a menor riesgo, en los sectores de transporte y almacenamiento, fabricación, comercial, financiero y de seguros. Sin embargo, en el periodo comprendido entre 2019 y el año 2031, el sector financiero y de seguros sería inicialmente el más afectado.

Gráfico 13. Ratio de horas realizadas por humanos y máquinas, 2018 vs. 2022 (proyección).



Fuente: *Future of Jobs Survey 2018, World Economic Forum, p. 11.*

Por otro lado, el *Future of Jobs Survey* del World Economic Forum (2019), que realiza una proyección de la ratio de horas efectuadas para el año 2022, estima un importante incremento del tiempo de trabajo llevado a cabo por máquinas en detrimento de las horas desarrolladas por el factor humano, que sufren una notable reducción en relación con 2018. Esta disminución es mayor en el desarrollo de actividades técnicas y complejas, “en la búsqueda y recepción de información relacionada con el trabajo” y en el procesamiento de información y de datos (inteligencia artificial y *big data*). Sin embargo, es mucho menor en actividades relacionadas con el razonamiento y la toma de decisiones; en la coordinación, el desarrollo, la gestión y el asesoramiento; además de en la comunicación y en la interacción, campos donde previsiblemente el factor humano siga teniendo un papel protagonista.

Tabla 4. Proyección (2022) de los efectos en la fuerza de trabajo por industria y proporción de empresas

	Overall	Automotive, Aerospace, Supply Chain & Transport	Aviation, Travel & Tourism	Chemistry, Advanced Materials & Biotechnology	Consumer	Energy Utilities & Technologies	Financial Services & Investors	Global Health & Healthcare	Information & Communication Technologies	Infrastructure	Mining & Metals	Oil & Gas	Professional Services
Modify value chain	59	82	44	71	83	78	56	67	55	78	44	87	60
Reduce workforce due to automation	50	48	50	38	57	56	56	47	55	33	72	52	37
Expand task-specialized contractors	48	52	50	42	51	52	44	33	57	56	56	52	51
Modify locations of operation	48	42	50	58	54	52	67	73	55	28	44	57	54
Expand the workforce	38	50	39	38	34	19	31	27	41	28	22	35	71
Bring financing on-board for transition	36	38	33	29	40	37	31	20	34	56	22	30	37
Expand workforce due to automation	28	20	50	29	23	19	25	20	52	22	33	26	57

Fuente: *Future of Jobs Survey 2018, World Economic Forum, p. 16.*

El mismo informe elabora una proyección para 2022 en la que mide los efectos en la fuerza de trabajo por industria y proporción de empresas. Así destaca que en un 50% de las empresas reducirán la fuerza laboral debido a la automatización. Esta reducción será mayor en las empresas relacionadas con la minería y el metal (72%); el consumidor (57%); la energía, las utilidades y la tecnología (56%); y los servicios financieros y de inversión (56%).

A su vez, un 28% de las empresas verán expandida su fuerza de trabajo. Principalmente las relacionadas con los servicios profesionales (57%), pues se requerirá mayor especialización; la información, la comunicación y la tecnología (52%); y la aviación, el viaje y el turismo (50%). Estos dos últimos casos debido probablemente a un efecto de derivación de trabajadores desde los sectores principalmente afectados por el cambio.

En definitiva, esta transformación va suponer una destrucción inicial de puestos de trabajo que no se va a ver compensada del todo por el efecto expansivo de la automatización sobre la fuerza laboral (- 22% de las empresas).

Tabla 5. Comparación de la demanda de habilidades entre 2018 y 2020.

Today, 2018	Trending, 2022	Declining, 2022
Analytical thinking and innovation	Analytical thinking and innovation	Manual dexterity, endurance and precision
Complex problem-solving	Active learning and learning strategies	Memory, verbal, auditory and spatial abilities
Critical thinking and analysis	Creativity, originality and initiative	Management of financial, material resources
Active learning and learning strategies	Technology design and programming	Technology installation and maintenance
Creativity, originality and initiative	Critical thinking and analysis	Reading, writing, math and active listening
Attention to detail, trustworthiness	Complex problem-solving	Management of personnel
Emotional intelligence	Leadership and social influence	Quality control and safety awareness
Reasoning, problem-solving and ideation	Emotional intelligence	Coordination and time management
Leadership and social influence	Reasoning, problem-solving and ideation	Visual, auditory and speech abilities
Coordination and time management	Systems analysis and evaluation	Technology use, monitoring and control

Fuente: *Future of Jobs Survey 2018, World Economic Forum, p. 12.*

Por último, como señala el *Future of Jobs Survey* del WEF (2018), este proceso también traerá cambios significativos en la demanda de habilidades por parte de las empresas en el año 2022 y, con ellos, en el mercado de trabajo, que ahora demandará perfiles más técnicos y cualificados. Así pues, parece esencial que este cambio venga acompañado de planes de reciclaje y recolocación específicos, dirigidos a corregir el efecto negativo inicial y que ayuden a los trabajadores a adaptarse a las nuevas exigencias del mercado.

3.2. El sector servicios a través del nuevo capitalismo de plataforma

La nueva economía de plataformas ha revolucionado la prestación de los servicios, generando un gran impacto económico y social que ha transformado incluso la configuración de la relación laboral conocida hasta el momento.

Bajo el concepto de servicios *delivery*, numerosas empresas como Uber, Cabify, Deliveroo o Glovo han empezado a ofrecer sus servicios de transporte o entrega a domicilio, cambiando por completo el funcionamiento del sector en los últimos años.

Esta entrada de nuevos competidores ha generado una serie de consecuencias que deben ser analizadas desde diferentes perspectivas.

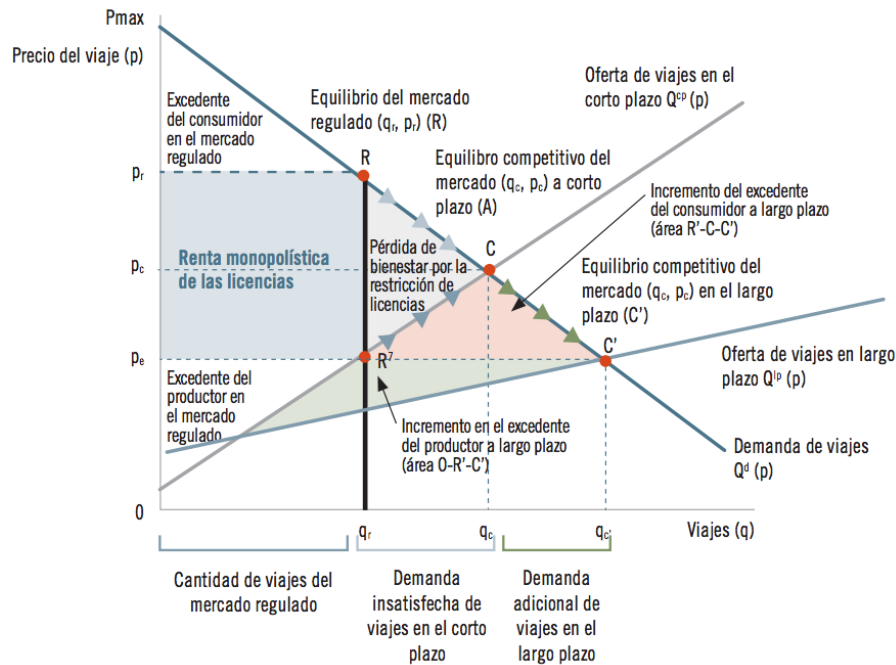
Desde un punto de vista económico, habrá que profundizar en los efectos que ha tenido la variación en la cuota de mercado de los distintos operadores y su relación con la demanda de servicios. También resultará esencial comprobar las implicaciones fiscales derivadas del cambio.

Por su parte, desde una perspectiva legal, interesa estudiar el modelo laboral impulsado por estas nuevas empresas, ya que podrían estar arrastrando al sector a una precarización general con consecuencias económicas en términos de cotización, recaudación y consumo que, sin lugar a dudas, deben ser tenidas en cuenta.

En definitiva, en el desarrollo de este epígrafe, indagaremos en las ventajas y desventajas, principalmente económicas, derivadas de este nuevo modelo.

asociada a la inversión, ya que ambas realidades apuntan a un ineficiente funcionamiento del mercado que no aprovecha su máximo potencial.

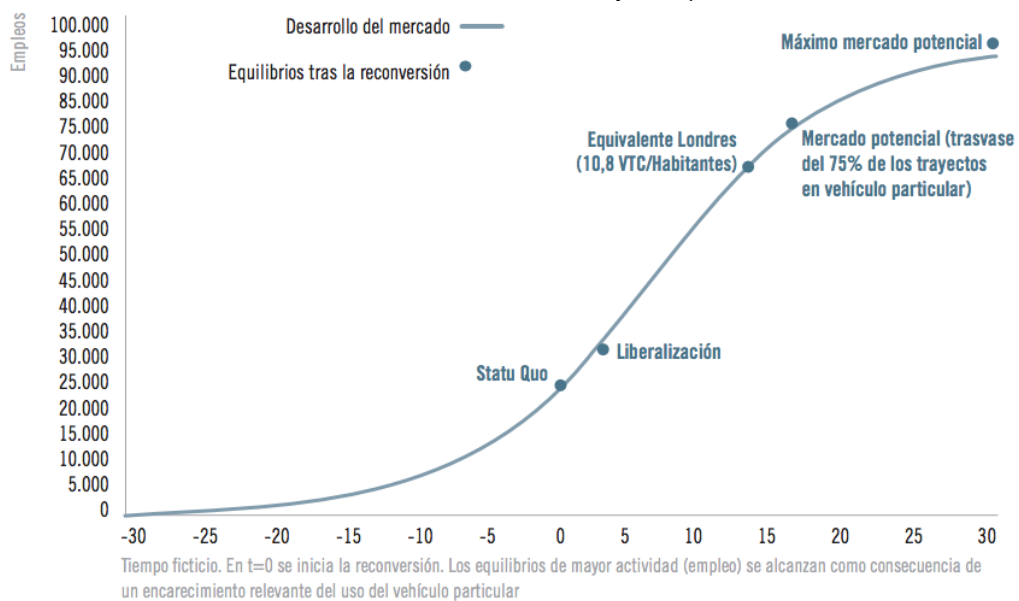
Gráfico 15. Ilustración gráfica del efecto de la flexibilización de la movilidad urbana (eliminación de las restricciones a la entrada de vehículos autorizados).



Fuente: Afi (2017), p. 44.

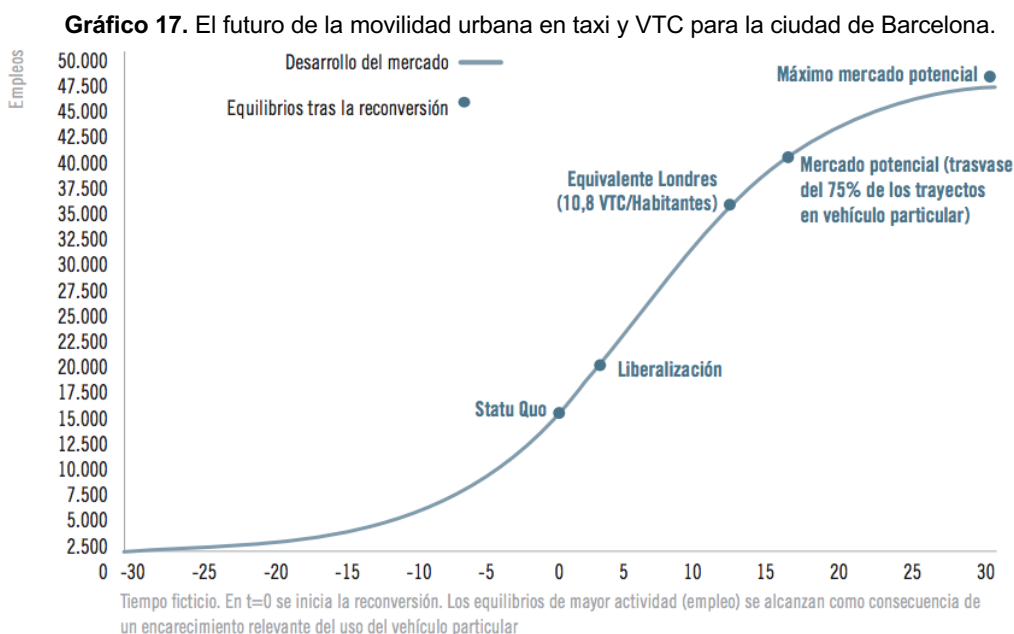
Con la eliminación de restricciones a la entrada de vehículos autorizados el funcionamiento del mercado se vuelve más eficiente, ya que la oferta se desplaza en el largo plazo y la renta monopolística se distribuye, produciendo un incremento del excedente del consumidor (R^7-C-C') y un incremento en el excedente del productor ($O-R^7-C'$). Además permite cubrir la demanda adicional de viajes (q_c-q_c') y establecer una tarifa del servicio mucho más reducida.

Gráfico 16. El futuro de la movilidad urbana en taxi y VTC para la ciudad de Madrid.



Fuente: Afi (2017), p. 54.

A su vez, la liberalización de los servicios (es decir, la eliminación del límite de licencias a los vehículos VTC) permitiría un desarrollo exponencial del mercado en una ciudad como Madrid, con un transvase del 75% de los trayectos realizados en vehículo particular debido a la introducción de penalizaciones por razones medioambientales, y posibilitando la creación de más de 95.000 puestos de trabajo.



Fuente: Afi (2017), p. 54.

En el caso de Barcelona el efecto sería similar, aunque con una creación de empleo que rondaría los 50.000 puestos de trabajo de alcanzarse el máximo mercado potencial.

Tabla 6. Impacto de la flexibilización en los tiempos de espera y en las tarifas medias en el escenario de liberalización.

	Taxi		VTC		Ambos	
	valor	% de variación	valor	% de variación	valor	% de variación
Madrid y Barcelona						
Tiempos de espera (minutos por trayecto)						
Actual	6,8	-	6,8	-	6,8	-
Liberalización	5,5	-20%	5,5	-20%	5,5	-20%
Tarifa media (euros por trayecto)						
Actual	14,0	-	11,5	-	13,8	-
Liberalización	10,9	-22%	7,9	-31%	9,0	-35%

Fuente: Afi (2017), p. 46.

Por otra parte, un escenario de liberalización conseguiría incrementar el ratio de vehículos y mejorar el servicio ofertado de manera global al reducir los tiempos de espera en un 20%, pasando de 6,8 a 5,5 minutos. También, la eliminación de barreras de entrada permitiría la generación de un entorno competitivo que posibilita disminuir las tarifas en un 35%, al situarse de 13,8 en 9 €.

Además, la prestación se vería forzada a adaptarse de manera global a las nuevas técnicas y métodos que han empezado a implantar empresas como Uber y Cabify, lo que acabaría modernizando el servicio y beneficiando a sus distintos usuarios.

Tabla 7. Incremento del excedente del consumidor y ahorro del tiempo de espera y aparcamiento en el escenario de liberalización.

	Madrid		Barcelona	
	valor	% de variación	valor	% de variación
Disminución de la tarifa media (euros por trayecto)	4,90	-35,3%	4,90	-35,3%
Trayectos adicionales sustraídos al vehículo particular (mil. desplazamientos)	41,40	21,4%	27,90	29%
Incremento del excedente del consumidor (millones de euros)	312,60	-	211,30	-
Incremento del excedente del consumidor (euros por trayecto)	3,70	-	3,70	-
Valor del tiempo de aparcamiento (euros por trayecto)	1,43	-	1,52	-
Ahorro de tiempo de aparcamiento (millones de euros) *	59,20	10,5%	42,50	14,2%
Ahorro neto de tiempos de espera (millones de euros)	6,00	-4,9%	4,90	-5,9%
Ahorro neto de tiempo de espera (euros por trayecto)	0,07	-4,9%	0,09	-5,9%

Fuente: Afi (2017). *Este ahorro se produce por la sustitución del vehículo particular, p. 47.

También se produciría un incremento del excedente del consumidor que se podría cifrar en 3,7 € por trayecto.

Por su parte, se produciría una disminución de la tarifa media por trayecto del 35,3% en ciudades como Madrid o Barcelona, y se conseguiría reducir el uso del vehículo particular entre un 21,4 (Madrid) y un 29 % (Barcelona).

A su vez se produce un ahorro neto en los tiempos de espera por trayecto que rondaría el 4,9% en la ciudad de Madrid y el 5,9% en Barcelona.

Tabla 8. Incremento de actividad económica, empleo y recaudación fiscal derivada de la liberación.

Incremento anual	Madrid	% de variación	Barcelona	% de variación	Ambos	% de variación
VAB (M€)	263	27,8%	177	35,0%	441	30,2%
Empleo	7.163	27,8%	4.821	35,0%	11.983	30,2%
Recaudación fiscal total (M€)	109	27,8%	73	35,0%	182	30,2%

Fuente: Afi (2017), p. 48.

El análisis conjunto de las ciudades de Madrid y Barcelona apunta a que, con la liberalización, el valor añadido bruto (VAB) alcanzaría la cifra de 441 millones de euros, incrementándose el empleo en un 30,2% y aumentando la recaudación fiscal en 182 millones de euros.

Parece, pues, que los datos generales de Afi avalan los efectos positivos que conllevaría la eliminación de restricciones en el reparto de licencias de vehículos VTC; aunque no se tiene en cuenta los efectos sobre la remuneración global de los trabajadores y las condiciones laborales en este nuevo escenario y que son, sin duda, significativos. Así, no se debe olvidar el tipo de empleo que estas empresas promueven y que pueden conducir a la precarización general del sector. De hecho, es probable que se llegue a causar una caída de la recaudación fiscal por la vía de la remuneración, y, como consecuencia, en el consumo, lo que implicaría también un efecto negativo sobre la recaudación.

Por lo tanto, aunque estos datos pueden ilustrar algunos de los aspectos relevantes, no deja de ser una visión parcial que deja sin cuantificar otros puntos que van a alterar de manera sustancial dichas cifras.

b) Los nuevos servicios de reparto o entrega

Ilustración 1. Estructura de funcionamiento estándar de una plataforma *delivery*



Fuente: Afi (2019), p. 5.

Un análisis distinto merecen los denominados operadores de plataforma con servicio reparto o entrega como Glovo o Deliveroo. Estas empresas funcionan como un intermediario entre restaurantes o comercios y sus clientes a cambio de una comisión.

Para analizar el impacto económico de estas empresas nos guiaremos por los resultados obtenidos en el informe *La contribución económica de las plataformas de delivery en España* (Afi, 2019).

Para sus autores las plataformas son “una nueva y más eficiente forma de organizar la actividad económica”, pues reducen los costes de transacción y generan economías de red que permiten la expansión del negocio.

Según este estudio su éxito reside en la “la creciente digitalización de la población española y la rapidez con la que se ha extendido el uso de dispositivos móviles con conexión a internet”.

Tabla 9. Principales indicadores de penetración de las plataformas digitales *delivery*.

Indicadores	2016	2017	2018	% de crecimiento (2016-2018)
Nº de empresas adheridas	11.509	20.028	31.322	172%
Nº de clientes finales	1.282.197	2.069.470	3.249.309	153%
Nº de pedidos (unidades)	9.616.420	14.792.719	19.814.467	106%
Facturación de plataformas de <i>delivery</i> (M€)	215	387	555	158%
Facturación total del sector <i>delivery</i> (M€)	1.796	2.762	3.700	106%
% Crec. facturación total del sector <i>delivery</i>	n.d.	54%	34%	n.a.

Fuente: Afi (2019), p. 6.

La actividad de estas plataformas se ha visto incrementada en los últimos años (2016-2018) con un aumento “del 172% en el número de empresas adheridas” y de un 153% en el número de clientes finales, pasando de más de nueve millones a rozar los

veinte millones de pedidos.

Si nos fijamos en la facturación este tipo de plataformas, estas pasaron de facturar 215 millones de euros en 2016 a facturar 555 millones en el año 2018. Un crecimiento similar al del sector, que de 1.796 millones pasó a 3.700.

Esto se debe a un “cambio en los hábitos de la demanda”, la “reducción de las barreras de entrada para muchos comercios y restaurantes que no disponían de medios para prestar el servicio a domicilio”, una atención diferenciada a través de “recomendaciones personalizadas” y el ahorro en tiempos de espera.

Tabla 10. Diferencias entre los tiempos medios de consumo de comida según el canal de consumo.

	Doméstico		Delivery		Diferencia	
	Minutos / día	Minutos / comida	Minutos / día	Minutos / comida	Minutos / día	Minutos / comida
Tiempo medio preparación y limpieza	87	29	0	0	87,0	29,0
Tiempo de espera	0	0	84	28	-84,0	-28,0
Tiempo medio de consumo	118	39	118	39	0,0	0,0
Tiempo medio de compra	65	22	15	5	50,0	16,7
Total	270	90	217	72	53	18

Fuente: Afi (2019), p. 9.

En muy poco tiempo se ofrece un servicio a domicilio que no requiere previsión, ni preparación ni limpieza y que por tanto reduce o elimina los periodos que serían necesarios en caso de optar por el canal de consumo doméstico.

Tabla 11. Ahorro de tiempo para los clientes finales por el uso de plataformas *delivery* en comparación con el consumo doméstico.

	2018
Diferencia en el tiempo total de consumo (minutos)	18
Volumen de pedidos (unidades)	19.814.467
Ahorro total de tiempo anual (minutos)	350.055.584
Salario por minuto (euros por minuto)	0,27
Valor del tiempo total ahorrado (euros)	95.222.541
Número de usuarios (personas)	3.249.309
Ahorro de tiempo por usuario anual (euros por persona)	29,3

Fuente: Afi (2019), p. 9. Para la monetización del tiempo se ha utilizado la remuneración media por empleado a jornada equivalente a tiempo completo de la economía española en cada año de referencia (en 2017 alcanza los 16,6 euros hora).

En total el ahorro del “tiempo para los clientes finales” con el uso de plataformas *delivery* “en comparación con el consumo doméstico” se cifra en 29,3 euros anuales por persona.

Además, este estudio señala que su operativa “supone un importante impulso para la eficiencia de la actividad del comercio y la restauración”, ya que “eliminan las restricciones físicas del comercio *offline*”, “reducen las barreras geográficas”, “permiten la entrada a un mercado potencial más amplio a empresas de reducido tamaño”, “constitu-

yen una vía para la modernización y el aprovechamiento de las ventajas de la innovación digital” y para el crecimiento de “las pymes en España”.

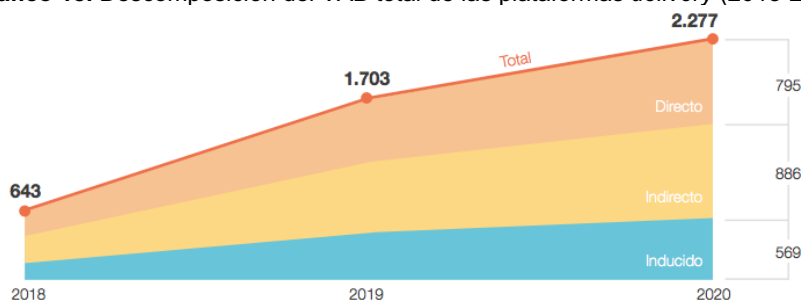
Tabla 12. El impacto económico de la plataforma delivery en el sector de la restauración en España (2019-2020).

	VAB total (M€)	% sobre VAB total	Empleo total (puestos trabajo EJC)	% sobre empleo total
2018	643	0,06%	14.337	0,08%
2019	1.703	0,15%	37.951	0,21%
2020	2.277	0,18%	50.742	0,26%

Fuente: Afi (2019).

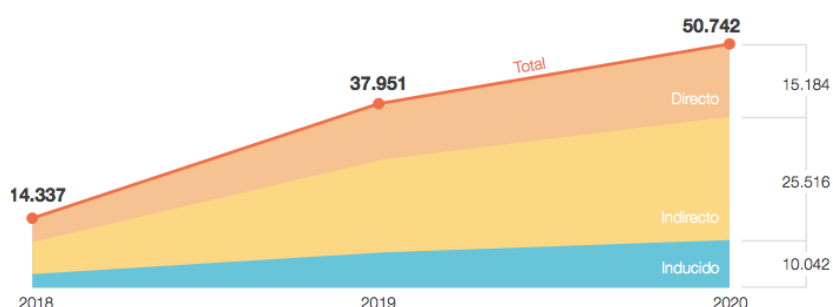
Por su parte, Afi también señala que “la extensión prevista para los próximos años multiplicará el impacto económico de las plataformas *delivery*”, alcanzando un VAB de 2.277 millones de euros y generando más de 50.000 puestos de trabajo en 2020.

Gráfico 18. Descomposición del VAB total de las plataformas *delivery* (2018-2020).



Fuente: Afi (2019), p. 10.

Gráfico 19. Descomposición del empleo generado por las plataformas *delivery* (2018-2020).



Fuente: Afi (2019), p. 10.

“En términos agregados, el balance es un crecimiento de la facturación de los sectores de comercio y restauración, que impulsa a su vez efectos de arrastre sobre el resto de la economía”. Así distinguimos también los efectos indirectos (“impacto en la red de actividades suministradoras de bienes y servicios a lo largo de la cadena de valor”) e inducidos (“derivados del uso de las rentas directas e indirectas en el consumo de bienes y servicios en el conjunto de la economía”).

c) Problemática fiscal derivada de este nuevo modelo

Ilustración 2. Resultados de las principales empresas del sector de plataformas en los últimos años.



Fuente: Daniel Caballero (ABC, 21 de enero de 2019)

Como señala ABC (2019), la actividad de este tipo de empresas en España supone un agujero en la recaudación fiscal, pues en conjunto se llegan a encontrar ejercicios en los que “no han pagado ni un euro a la Hacienda española por el negocio que declaran en nuestro país, y que no siempre se corresponde con su actividad real”. De hecho, como se puede comprobar en la ilustración núm. 2, muchas de ellas han declarado incluso resultados negativos en los últimos años.

De hecho, Antón y Bilbao (2016) afirman que “una de las características derivadas de los modelos de negocio que utilizan internet es la dificultad de asociar una actividad *online* (...) a una situación física definida (...) lo que hace que aumente la dificultad para determinar el sistema tributario aplicable a una transacción o a un negocio (...) y se favorezca la utilización de paraísos fiscales o países de baja o nula tributación como sede virtual de empresas y de ofertas comerciales que tienen su verdadero origen en otro país cuyo sistema tributario se trata de eludir”.

Además, señalan que la propia OCDE “ha identificado algunas de las características principales de estos modelos de negocio que pueden potenciar los riesgos de prácticas elusivas a través de determinadas estructuras jurídicas y fiscales”.

Entre las estrategias de planificación fiscal se pueden encontrar: 1) la “minimización de la carga tributaria en el Estado de la fuente evitando toda presencia fiscalmente imponible o, en caso de tener una presencia fiscalmente imponible, el traslado de los beneficios brutos mediante estructuras comerciales o la reducción del beneficio neto maximizando las deducciones a nivel del ordenante”; 2) una “escasa o nula retención en la fuente”; 3) una “escasa o nula tributación a nivel del perceptor de las rentas (posible a través de países o territorios de baja tributación, regímenes preferenciales o mecanismos híbridos), con derecho a sustanciosos beneficios excepcionales frecuentemente sustentados en acuerdos intragrupo”; y 4) la “no imposición de los rendimientos sometidos a baja tributación a nivel de la matriz”.

BLOQUE II. EFECTOS SOCIOECONÓMICOS Y ESTADO DE BIENESTAR

4. Los posibles efectos socioeconómicos de la Cuarta Revolución industrial

Como señala [REDACTED] (2020) “la tradicional relación entre empleador y trabajador ha dado paso a un nuevo marco laboral, muy diferente al que estábamos acostumbrados”. A ello han contribuido los dos fenómenos en los que se ha profundizado: la automatización de funciones y la digitalización de empresas y sectores. Los efectos socioeconómicos de este cambio son múltiples y deben ser apuntados con cautela.

a) Los efectos derivados de la automatización de funciones

El estudio *How robots change the world: what automation really means for jobs and productivity* (Oxford, 2019) estima que para el año 2030 un total de veinte millones de trabajadores no cualificados serán expulsados del mercado de trabajo debido al proceso de automatización. Sin embargo, los datos que proporciona ANFAC, y que están basados en la experiencia, parecen contradecir esta predicción, pues las empresas automovilísticas, a pesar de haber incorporado elementos robóticos en sus sistemas de producción, han conseguido mantener una cifra de empleo muy similar a la etapa precrisis ([REDACTED], 2017).

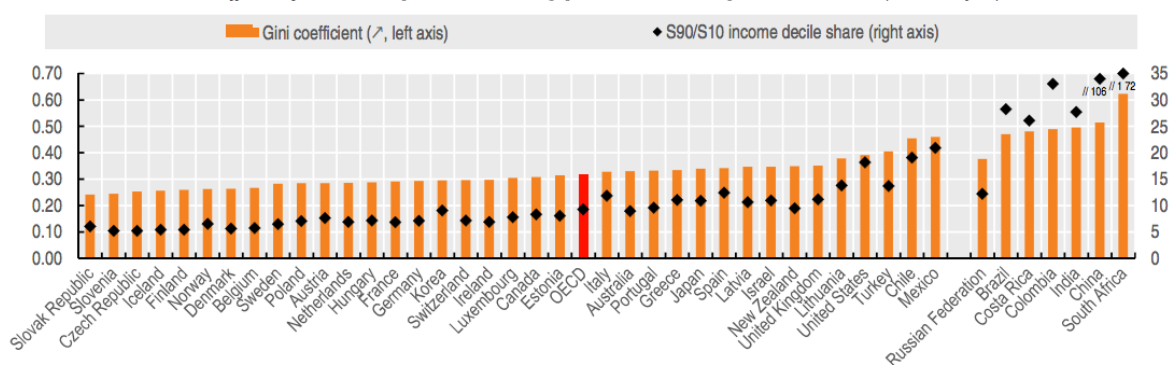
Lo que resulta evidente es que se producirá un incremento del empleo relacionado con “ocupaciones intensivas y tareas no rutinarias”; no obstante, esta circunstancia no conducirá necesariamente a un “descenso en la demanda del trabajo poco cualificado”, incluso teniendo en cuenta la amortización inicial de determinados puestos de trabajo.

A su vez, se debe tener en cuenta que la introducción del factor tecnológico en las empresas sí generará “bolsas importantes de perdedores y ganadores”. Dentro del primer grupo se situarían aquellos trabajadores que desarrollan tareas más sencillas, de un mercado carácter repetitivo y que, por su realización, recibirán un salario sensiblemente menor (Gortázar, 2018).

Teniendo en cuenta esta circunstancia, no resulta descabellado pensar que la automatización de funciones, con la introducción de nueva tecnología, pueda favorecer la generación de un mercado de trabajo dual: uno de trabajadores técnicamente formados y otro de trabajadores con escasa cualificación tecnológica, incluso dentro de la misma empresa. La retribución entre unos y otros será razonablemente distinta.

Gráfico 20. Diferencias en el nivel de percepción de ingresos para los países de la OCDE

Gini coefficient of household disposable income and gap between richest and poorest 10%, in 2016 (or nearest year)



Fuente: *Society at a Glance 2019*, OCDE, p. 99.

Pero aunque puedan entenderse fundadas las razones que motivan la existencia de diferentes salarios, resulta evidente que la demanda de nuevas competencias, en un nuevo marco tecnológico, ayuda a generar un mayor desequilibrio retributivo y, por tanto, ahonda en el fenómeno de la desigualdad.

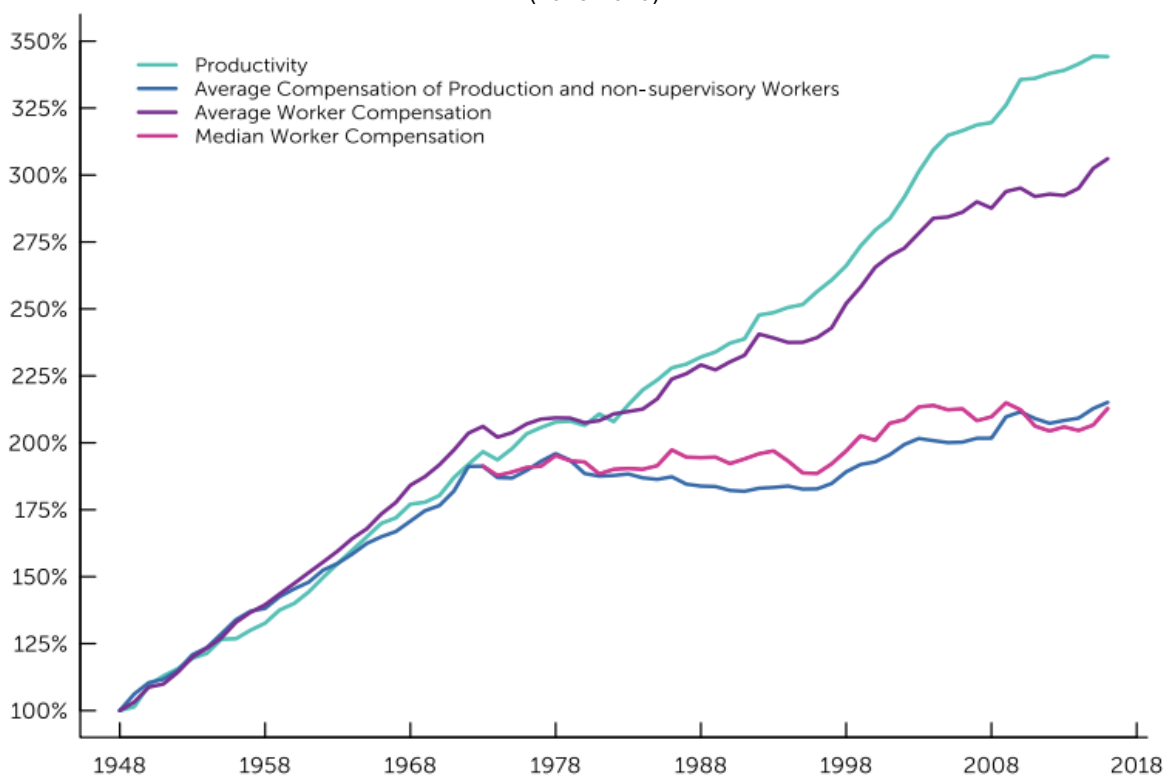
Se debe recordar, como señala el informe *Society at a Glance 2019*, a través del gráfico núm. 20, que ya existen una grandes diferencias salariales dentro de los países de la OCDE

Resulta importante señalar, además, que la mayor parte de las prestaciones por contingencias, independientemente del tipo, aparecen ligadas al salario. Parece, por tanto, evidente que la protección social de estos trabajadores menos formados también se verá afectada en términos comparativos.

Este hecho resulta más relevante si se tiene en cuenta su especial vulnerabilidad frente al posible efecto “sustitución” derivado de la incorporación de máquinas capaces de realizar las tareas rutinarias, aquellas que venían desempeñando los trabajadores poco cualificados, con igual o mayor precisión.

Sin embargo, como apunta [REDACTED] (2020), se debe reparar en otros aspectos. Uno de ellos es el de la “complementariedad”. Así, debemos percatarnos que con la introducción de elementos tecnológicos se posibilitará un incremento en la productividad en la empresas, lo que estimulará un “efecto de creación de nuevos empleos”, ya sea este interno o sectorial.

Gráfico 21. La experiencia estadounidense. Cambios en la productividad laboral y compensación salarial (1948-2016)



Fuente: MIT (2019). *The Work of the Future: Shaping Technology and Institutions*, Fall 2019 report, p. 14.

Por otra parte, el incremento en la productividad supondrá un aumento de los beneficios del empresario, que tendrá mayor margen para mitigar la desigualdad salarial derivada de este proceso. Debemos, además, apuntar, tal y como señala este autor ([REDACTED])

■, 2020), que el efecto “relacionado con el desplazamiento de la función de producción” permitirá producir un mayor número de bienes y servicios con los mismos recursos, lo que, sin duda, tendría un efecto muy positivo en el PIB, la riqueza nacional y sobre el bienestar social.

Sin embargo, como señala el MIT en el gráfico núm 21, la transformación tecnológica de EE.UU., aunque permitió incrementar la productividad global, no tuvo su impacto en el salario del trabajador medio, que quedó estancado. Todo ello se tradujo en una profunda polarización del empleo y una evidente desigualdad.

Por último, la producción tecnológica podría ayudar a forjar un sistema de oligopolio, en el que las empresas con mayor capacidad de integrar elementos tecnológicos y, por tanto, de producir un mayor número de bienes y servicios a un menor precio, acabaría ensanchando su cuota de mercado, aumentando la proporción de ingresos e iniciando una espiral de dominio de mercado que podría resultar peligrosa.

Lo que resulta evidente es que esta transformación agravará la situación de las pequeñas empresas, situándolas en una posición de desigualdad desde la que será muy complicado que puedan competir, al menos sin el impulso estatal.

Por tanto los efectos socioeconómicos del proceso de automatización serían los siguientes: una amortización inicial de puestos de trabajo que se vería compensada con la creación nuevas funciones ligadas a la nueva tecnología. Además, pese al efecto de amortización inicial, la demanda de trabajadores poco cualificados parece que se mantendrá inalterada. Sin embargo, los trabajadores poco cualificados, que percibirán un salario sensiblemente menor, sufrirán los efectos de la desigualdad retributiva fomentada por un mercado de trabajo dual. Por otra parte, los efectos macroeconómicos, tomando como indicador fundamental el PIB, serían muy positivos en términos de bienestar, aunque las pequeñas empresas se verían en una situación de desigualdad que las perjudicaría.

b) Los efectos derivados de la digitalización de empresas y sectores

La digitalización de empresas y sectores produce efectos específicos que deben ser abordados, los más graves ligados a la precarización general del empleo.

Aunque hemos visto, a través de empresas como Uber o Cabify, que la prestación de servicios a través de plataformas puede tener efectos positivos para el consumidor en términos de coste y tiempo de prestación, se debe tener en cuenta otros aspectos socio-laborales que están afectando a sus trabajadores.

Debemos señalar que las decisiones judiciales más recientes¹ han declarado el fraude por el uso abusivo y habitual, por parte de estas empresas, del disfraz de autónomo con el fin de reducir costes, reconociendo, por tanto, la existencia de vínculos laborales concretos al constatar, en las relaciones juzgadas, la presencia de varios de los elementos configuradores del trabajo por cuenta ajena.

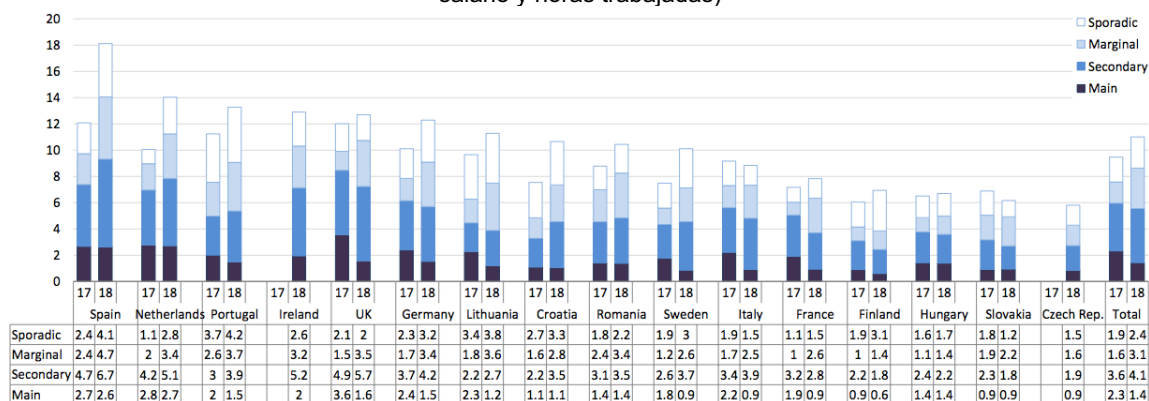
Sin embargo, a la espera de un pronunciamiento definitivo por parte del Tribunal Supremo, la realidad muestra que estas empresas operan con unos trabajadores situados en la modalidad de falsos autónomos y, en un marco, por tanto, que cuenta con me-

¹ Entre otras, STSJ de Asturias núm. 1607/2019, de 25 julio, ECLI: ES:TSJAS:2019:1607 (Glovo); TSJ de Madrid núm. 1/2020, de 17 de enero, ECLI: ES:TSJM:2020:1 (Deliveroo); y STSJ de Cataluña núm. 1556/2020, de 21 de febrero, ECLI: ES:TSJCAT:2020:1556 (Glovo).

nos garantías y supone una mayor desprotección social². Esta operativa tiene a su vez efectos negativos en el ámbito relativo a la cotización y al sistema recaudatorio fiscal.

Pero la precariedad también se debe a la singular operativa de este nuevo modelo de negocio que exige una rápida prestación de servicios y que ha contagiado a todo el sector. Por lo que la mera declaración de laboralidad no será suficiente, pues persistirán condiciones específicas asociadas a él y a los que el legislador tendrá que dar respuesta, pues, sin duda, exceden, las posibilidades del actual marco regulatorio.

Gráfico 22. Intensidad y relevancia del trabajo en plataformas (estimación combinando información sobre salario y horas trabajadas)



Fuente: Urzú et al. (2020). *New evidence on platform workers in Europe*, JRC, European Commission, p. 16.

Como señala la Comisión Europea en el gráfico núm. 22, la mayor parte de los trabajadores en España que prestan sus servicios en este tipo de plataformas califican su prestación de secundaria, marginal y esporádica, afirmando el carácter complementario de este tipo de trabajo respecto de otras actividades. Solo un pequeño porcentaje de trabajadores señala este tipo de trabajo como su actividad principal. Unos datos muy similares al resto de países de la Unión Europea y que ayudan a ilustrar la configuración y la operativa de este tipo de empresas en el mercado.

Las condiciones asociadas a la singular operativa de las empresas de plataformas digitales se resumen en la celebración de contratos temporales y a tiempo parcial por una baja retribución. Es precisamente esta condición, unido a su concepción de prestación complementaria, la que fomenta la proliferación de situaciones de pluriactividad y pluriempleo, dependiendo del caso, forzando a estos trabajadores a realizar jornadas de trabajo múltiples y excesivas con el fin de completar una retribución económica suficiente (fenómeno del microempleo).

También supone una gran dificultad para aquellos trabajadores que califican esta modalidad de trabajo como principal debido a la escasa remuneración percibida, que difícilmente les ayudará a subsistir.

Por su parte, la circunstancia retributiva incide directamente también en su nivel de protección social, pues cotizarán, en proporción, por una cantidad de por sí ya reducida, es decir, por la base mínima de cotización.

Esta precariedad podría hacerse extensiva también a sus principales competidores, resultando más evidente a través de un ejemplo que tiene como referencia a los taxistas. Así, la operativa de Uber y Cabify con tarifas económicas fuerza a los taxistas a competir a la baja con el fin de atraer al mayor número de clientes posible. Y aunque el beneficio para el cliente sería evidente, la retribución de los conductores se vería también afectada. El efecto contagio para el sector resulta evidente.

² *Ibidem*.

Además, bajo el paraguas de este tipo de plataformas, la jornada de trabajo se difumina bajo la eventual demanda de un cliente desconocido que exige una prestación casi instantánea, lo que obliga al prestador de los servicios a requerir una mayor flexibilidad y disponibilidad por parte de sus trabajadores. Esto sitúa al trabajador en una situación de mayor vulnerabilidad, forzando la actualización de la normativa de prevención de riesgos laborales.

A todo esto debemos añadir, como señala [REDACTED] (2020), que esta nueva prestación de servicios especializada se realiza bajo un modelo descentralizado y que apuesta por la externalización de la actividad económica. Esta dispersión dificulta la organización de los trabajadores en sindicatos y reduce a la mínima expresión la capacidad de negociación en el ámbito colectivo, situando a los trabajadores en una evidente desigualdad de armas que los deja sin fuerza de actuación.

Por tanto, aunque los efectos macroeconómicos, en principio puedan resultar positivos, la precarización a la que empujan estas empresas, de no ser corregida, puede dibujar un panorama desolador para el sector de los servicios que también tendrá sus efectos sobre el consumo y, por tanto, en el sistema recaudatorio fiscal, que se verá afectado.

Tabla 13. Principales efectos de la automatización y de la digitalización a través de las plataformas digitales

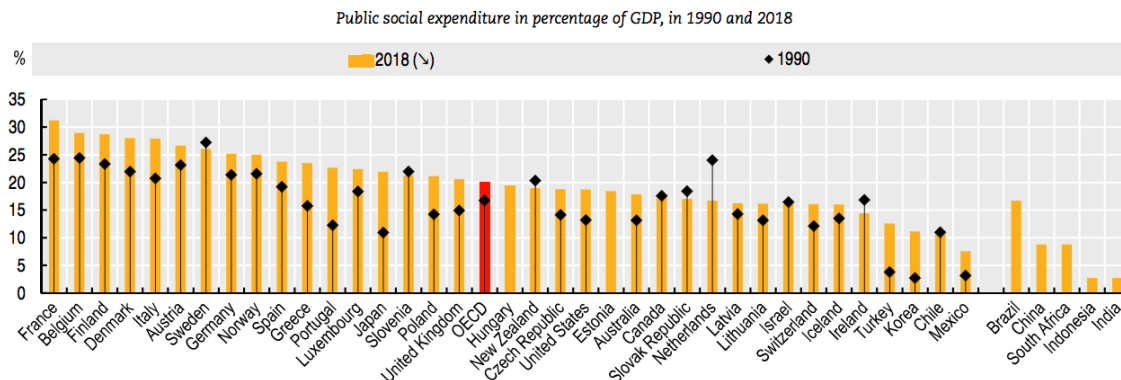
AUTOMATIZACIÓN	DIGITALIZACIÓN
1. Pérdida inicial de puestos de trabajo relacionados con trabajos no cualificados y actividades repetitivas.	1. Cambio en el sistema retributivo; empeoramiento en la remuneración.
2. Creación de nuevos puestos de trabajos relacionados con las nuevas tecnologías.	2. Aumento de la temporalidad y la parcialidad; y de las situaciones de pluriempleo y pluriactividad. Microempleo.
3. La demanda de trabajadores poco cualificados se mantendrá inalterada mientras que aumentará la de trabajadores cualificados.	3. Dilución de la jornada laboral y dificultad del control del tiempo efectivo de trabajo. Mayor exigencia de flexibilidad y disponibilidad.
4. Se asentará una desigualdad retributiva entre trabajadores cualificados y no cualificados, favoreciendo la consolidación de un mercado de trabajo dual.	4. Riesgo en la conciliación, menor privacidad e incremento de los riesgos laborales.
5. Efectos positivos en la productividad, el PIB; desequilibrio competitivo para las pequeñas empresas.	5. Beneficios en términos de tiempo y coste para los consumidores. Efectos macroeconómicos positivos; aunque se verán reducidos vía renta y consumo.

Elaboración propia.

5. La adaptación del Estado de bienestar

Todos los efectos analizados generan problemas específicos relacionados con el sostenimiento del gasto público, al condicionar el margen recaudatorio y, por tanto, el establecimiento de las políticas públicas que definen el actual Estado de bienestar.

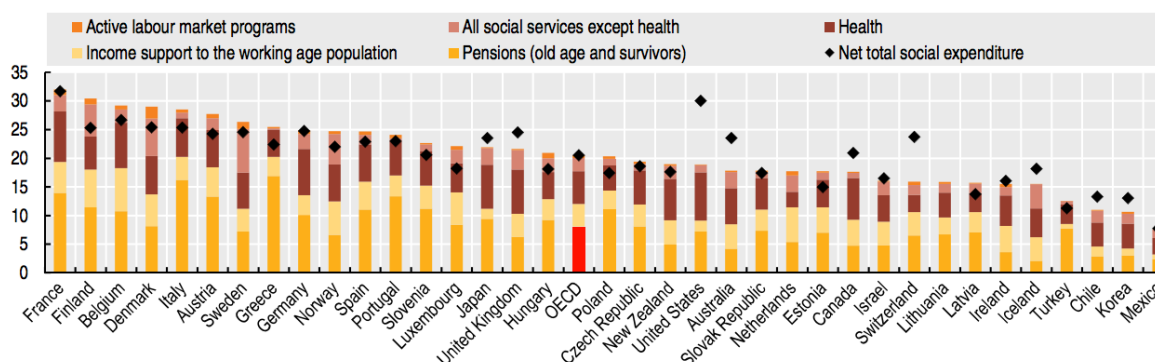
Gráfico 23. El gasto público social asciende a poco más del 20% del PIB en promedio en los países de la OCDE



Fuente: Society at a Glance 2019, OCDE, p. 105.

Gráfico 24. Principales destinos del gasto social

Public social spending by broad policy area and net total social spending, in 2015/17, in percentage of GDP

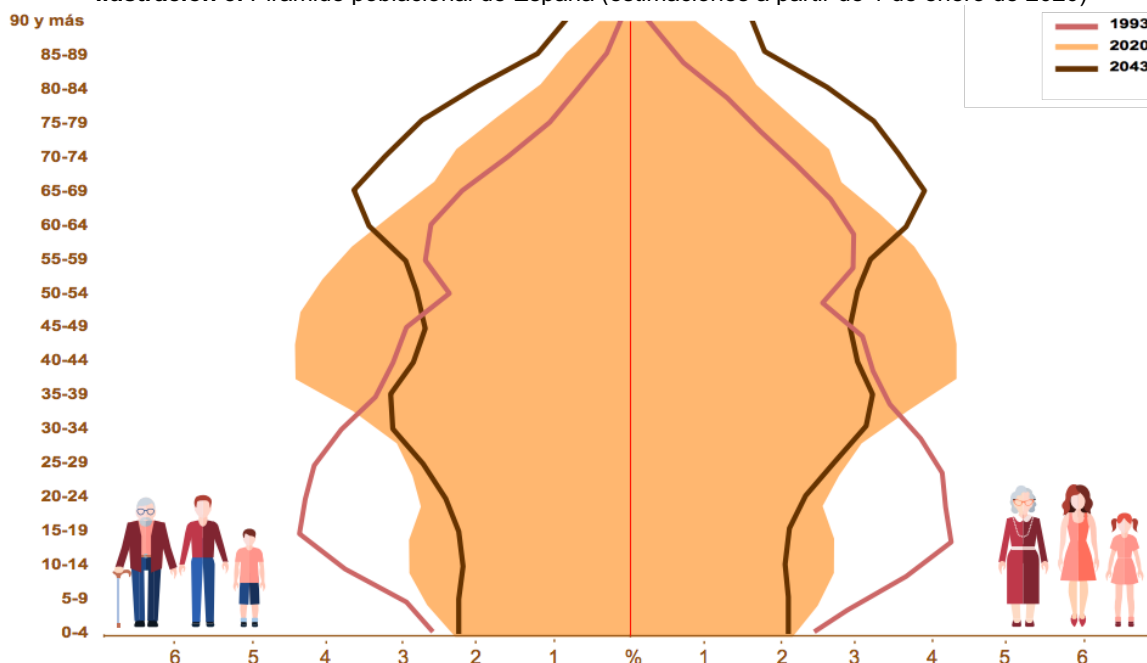


Fuente: *Society at a Glance 2019, OCDE, p. 105.*

Actualmente los principales destinos del gasto social en España son las pensiones, las prestaciones por contingencias, los servicios sociales, los servicios de salud y los políticas activas de empleo, entre otros.

Sin embargo la automatización de funciones y la digitalización de empresas y sectores, por los efectos que se han expuesto anteriormente (cfr. tabla 13), ponen en jaque la subsistencia de este modelo contributivo y asistencial.

Ilustración 3. Pirámide poblacional de España (estimaciones a partir de 1 de enero de 2020)



Fuente: *INE.*

A los desafíos que estos fenómenos plantean debemos añadir un problema grave y estructural que ha ido empeorando con el paso de los años: una pirámide poblacional invertida.

El reto demográfico se ha convertido en un quebradero de cabeza que pone en peligro la sostenibilidad del sistema. Así, para autores como León-Llorente (2020) también debe tenerse en cuenta el papel que jugará el “declive demográfico” en “el aumento del número de desocupados” y en la viabilidad del sistema de pensiones.

Ante este panorama González-Páramo (2018) considera que el objetivo debería fijarse “en alcanzar un determinado nivel de ingresos con una estructura fiscal eficiente que

maximizase el crecimiento y la creación de empleo con la menor desigualdad posible”. Así, el Estado de bienestar “se dedicaría de lleno a sus funciones tradicionales de asegurar a los individuos frente a contingencias (desempleo, enfermedad, longevidad...) y hacer efectiva la igualdad de oportunidades (educación y salud)”.

El reto reside, por tanto, en obtener los ingresos suficientes para llevar a cabo las políticas de gastos necesarias en un contexto de descenso en las cotizaciones y en la recaudación.

Para ello será fundamental reactivar la economía y ensanchar el mercado laboral. Por lo que González-Páramo (2018) señala “los frentes esenciales sobre los que se debe actuar de manera simultánea”: “la inversión en capital humano, la gestión del talento, el diseño de políticas de empleo efectivas y las políticas de compensación temporal para los perdedores”. La adaptación, por tanto, a este nuevo escenario será imprescindible.

De esta forma el sistema educativo debe actualizarse a través de la potenciación de “capacidades técnicas” en el área STEM, que tendrán una mayor integración en el ámbito laboral.

Por otra parte, se deben promover el reciclaje tecnológico de los actuales trabajadores, para que el día de mañana puedan adaptarse con mayor facilidad a los distintos cambios y se reduzca, de esta forma, la tendencia que promueve la operativa de un mercado de trabajo de carácter dual y la desigualdad salarial entre trabajadores.

Además, las políticas de activas y pasivas de empleo deben ser más eficaces, eliminando las barreras existentes “a la creación de empleo y también a la inversión”. A su vez se deben simplificar los trámites administrativos tendentes a la creación de nuevas empresas.

En relación “con las políticas de compensación temporal para los perdedores”, el Estado tiene la opción de implementar una renta básica de carácter temporal destinada a aquellos trabajadores no cualificados que se han visto expulsados por este proceso. El objetivo no es otro que permitir su progreso a través de la exigencia de una actualización formativa, establecida y controlada por el Estado, que permita su reincorporación posterior al mercado. Además, a través de esta vía, se consigue evitar que el nivel de consumo se reduzca.

Este tipo de orientaciones parecen más adecuadas que las destinadas a gravar la incorporación de elementos tecnológicos en las empresas, ya que, lo más probable, es que lo único que se consiga es frenar el proceso de transformación iniciado.

Ahora bien, el Estado debe implementar una política eficaz que asegure la tributación de aquellas empresas de trabajo en plataformas digitales por los servicios prestados de forma efectiva en territorio nacional, evitando la actual fuga fiscal y aumentando, así, el nivel recaudatorio.

El legislador también debería intervenir para aclarar la verdadera naturaleza de los trabajadores en plataformas digitales e incidir en su sistema de retribución, que, sin duda, está afectado en la actualidad a los niveles de cotización a la Seguridad Social.

Por último, se cree adecuado que el Estado flexibilice su política migratoria con el fin de atraer nuevo talento y de corregir el problema demográfico que pone en peligro el mantenimiento del actual sistema de pensiones.

BLOQUE III. UN MODELO JURÍDICO-ECONÓMICO DE TRANSICIÓN JUSTA

6. Recomendación de posibles medidas correctoras

Como señala González-Páramo (2018), “si en la Primera Revolución industrial no se rechazaron el ferrocarril, ni las máquinas de coser o de vapor, y en la segunda mitad del siglo XIX tampoco la electrificación, hoy en pleno siglo XXI, carece de sentido oponerse” a la automatización de funciones o “a la digitalización”. A lo largo de “la historia de la humanidad el desarrollo tecnológico ha sido un proceso irreversible, y de todos, autoridades públicas, académicos y en general toda la sociedad, depende que el beneficio sea general, y no se concentre solo en algunos”.

Resulta evidente que tanto la automatización de funciones como la digitalización de empresas y sectores plantean algunos desequilibrios que necesitan ser corregidos. Por ello este apartado tiene el objetivo de proponer una serie de recomendaciones destinadas a configurar un modelo jurídico-económico de transición justa que ayude a mitigar el impacto negativo de dicho cambio irrefrenable. Esta es, por tanto, nuestra serie de recomendaciones:

a) En el ámbito de la automatización de funciones

1. El establecimiento de un renta básica temporal para aquellos trabajadores afectados por la amortización inicial de puestos de trabajo, que esté ligada a una obligación de reciclaje formativo que permita su reincorporación posterior al mercado de trabajo.
2. La reducción de la desigualdad salarial y, por tanto, del mercado de trabajo dual a través de la vía de formación pública de los trabajadores menos cualificados.
3. La actualización del sistema educativo a las nuevas exigencias técnicas del mercado laboral, con módulos prácticos en los que participe de forma obligatoria la empresa como agente formador.
4. Ayudas públicas destinadas a la integración de elementos tecnológicos en las pequeñas empresas que impulsen su actividad y las sitúen en una posición de equilibrio competitivo.

b) En el ámbito de la digitalización de empresas y sectores

1. El encaje definitivo de los trabajadores de plataformas digitales en el marco laboral y un cambio en el sistema retributivo establecido por las plataformas digitales que asegure la percepción de un salario digno (respetando al menos el SMI).
2. Políticas que graven la temporalidad y la parcialidad en los contratos y otras que fomenten el trabajo a tiempo completo.
3. Limitación y control de las situaciones de microempleo, fomentadas por el pluriempleo y la pluriactividad.
4. Una concreción de la jornada laboral y del tiempo de trabajo efectivo, acorde a la nueva realidad tecnológica. Además de medidas que aseguren la privacidad de los trabajadores y el ejercicio de la conciliación. Reequilibrio de la fuerza negociadora.
5. La actualización de la normativa de Prevención de Riesgos laborales a este nuevo contexto.

BLOQUE FINAL. CONCLUSIONES

7. Conclusiones. Un nuevo horizonte de oportunidades

Tras haber analizado, a lo largo de este trabajo, los fenómenos de la automatización de funciones y la digitalización de empresas y sectores a través de la economía de plataformas, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1ª.- En la actualidad el mundo sufre una transformación decisiva que, como la Primera Revolución Industrial, está alterando en poco tiempo la configuración de los procesos productivos y de la prestación de los servicios. Así, con la implementación de nueva tecnología y el desarrollo de la inteligencia artificial, además de otras muchas innovaciones, se está modificando la configuración de la relación laboral, el mercado de trabajo y la economía.

2ª.- La Cuarta Revolución Industrial viene definida por múltiples fenómenos, aunque los más relevantes, por su impacto, son la automatización de funciones y la digitalización de empresas y sectores (en particular, a través de la economía de plataformas).

EN RELACIÓN CON LA AUTOMATIZACIÓN

3ª.- El conjunto de estudios analizados establece un riesgo de automatización para los puestos de trabajo en España que se sitúa en el intervalo del 32 al 51,9%. En este proceso inciden variables como la educación (a mayor formación menor riesgo), el género (mayor vulnerabilidad en el caso de las mujeres) y la edad (los jóvenes se adaptarán mejor).

4ª.- Los sectores más afectados por la automatización serían, entre otros, los del transporte, el almacenamiento, la fabricación, el comercial, el financiero y el de seguros. Por su parte, los menos afectados son aquellos que cuentan con una mayor proporción de tiempo dedicado a tareas sociales y de alfabetización, con requisitos educativos más altos. En ellos se desarrollan actividades relacionadas con la toma de decisiones, la coordinación, el desarrollo, la gestión, la resolución de problemas, el asesoramiento, el cuidado y la creatividad.

5ª.- Durante este proceso se producirá una amortización inicial de puestos de trabajo (50% de reducción de la fuerza laboral) que no se verá compensada por el efecto expansión ligado a la creación de empleo tecnológico (28%). A su vez se producirá un cambio en la demanda de habilidades dentro del mercado laboral, al optar por la contratación de perfiles más técnicos y cualificados.

EN RELACIÓN CON LA DIGITALIZACIÓN DE EMPRESAS Y SECTORES

6ª.- Se debe señalar que la nueva economía de plataformas ha revolucionado la prestación de los servicios, generando un gran impacto económico y social que ha transformado incluso la configuración de la relación laboral conocida hasta el momento. Bajo el concepto de servicios *delivery*, numerosas empresas como Uber, Cabify, Deliveroo o Glovo han empezado a ofrecer sus servicios de transporte o entrega a domicilio, cambiando por completo el funcionamiento del sector de los servicios en los últimos años.

En el caso de los servicios de transporte

7ª.- Con “la eliminación de restricciones a la entrada de vehículos autorizados” el funcionamiento del mercado se vuelve más eficiente, ya que la oferta se desplaza en el largo plazo y la renta monopolística se distribuye, produciendo “un incremento del excedente del consumidor” y “un incremento en el excedente del productor”. Además permite “cubrir la demanda adicional de viajes” y establecer una tarifa del servicio mucho más reducida. Los tiempos de espera también se ven reducidos.

8ª.- Se produce una creación neta de empleo, que permite el trasvase de los viajes realizados en vehículo particular y alcanzar una cifra muy cercana al máximo mercado potencial en ciudades como Madrid o Barcelona. El impacto en términos de VAB del efecto liberalizador es notable.

9ª.- La particular operativa de las empresas que operan a través de plataformas fuerza a los competidores a modernizar sus servicios lo que acabará beneficiando a los usuarios.

En el caso de los servicios de reparto y entrega

10ª.- Se produce un importante impulso del comercio y la restauración con la eliminación de “las barreras físicas del comercio *offline*, se reducen también las barreras geográficas y se permite la entrada a un mercado potencial más amplio” a empresas de reducido tamaño. El ahorro en términos de tiempo para el consumidor también resulta evidente.

11ª.- Aunque el impacto en términos de VAB es notable, se constata la problemática fiscal asociada a este tipo de empresas que tienen como práctica habitual “la utilización de paraísos fiscales o países de baja o nula tributación y de ofertas comerciales que tienen su verdadero origen en otro país cuyo sistema tributario se trata de eludir”.

EFFECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LA AUTOMATIZACIÓN

12ª.- Aunque se producirá una amortización inicial de puestos de trabajo poco cualificados, la demanda de este tipo de trabajadores en el mercado de trabajo no se verá afectada. Si se producirá, en cambio, un incremento de la demanda de empleo relacionada con ocupaciones intensivas y tareas no rutinarias.

13ª.- Habrá una bolsa de perdedores (trabajadores no cualificados) y otra de ganadores (trabajadores técnicamente formados). Estos últimos recibirán un salario mayor, lo que asentará una desigualdad retributiva entre los trabajadores y la dualidad del mercado de trabajo. La realidad salarial afectará al nivel de protección social de los trabajadores menos formados.

14ª.- Existe el peligro de que se asiente una desigualdad entre las empresas y un riesgo de generación de oligopolios impulsados por la inversión tecnológica. Las pequeñas empresas tendrán grandes dificultades para competir este terreno al tener menor capacidad de inversión.

15^a.- Se puede producir un efecto de complementariedad al incrementarse la productividad, lo que permitiría generar nuevos empleos. Por su parte, el desplazamiento de la función de producción tendría un impacto positivo en el PIB, en la riqueza nacional y en el bienestar general.

EFFECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LA DIGITALIZACIÓN DE EMPRESAS Y SECTORES

16^a.- Se produce un ejercicio abusivo de la figura de falso autónomo, que aunque supone un menor coste para las empresas implica una mayor desprotección social para sus trabajadores. Sin embargo, la mera declaración de laboralidad no corregirá los riesgos específicos asociados a la operativa de este tipo de plataformas: altas tasas temporalidad y parcialidad y baja retribución.

17^a.- Se produce un impulso de los microempleos, fomentados por las situaciones de pluriactividad y pluriempleo. Además, la jornada de trabajo se difumina y se produce un aumento de las condiciones de precaridad (en términos de flexibilidad y disponibilidad) y de la desprotección social que pueden contagiar a todo el sector.

18^a.- Se reducen, por tanto, los derechos laborales. La descentralización en este tipo de empresas dificulta la organización de los trabajadores y el ejercicio sindical, asentando una clara desigualdad de armas en la negociación.

LA ADAPTACIÓN DEL ESTADO DEL BIENESTAR

19^a.- La automatización de funciones y la digitalización de empresas y sectores añaden nuevos problemas a la viabilidad del sistema, que ya peligraba debido al gran declive demográfico (pirámide poblacional invertida).

20^a.- El objetivo para la viabilidad del sistema debería fijarse “en alcanzar un determinado nivel de ingresos con una estructura fiscal eficiente que maximizase el crecimiento y la creación de empleo con la menor desigualdad posible”.

21^a.- En esta adaptación jugará un papel muy relevante la actualización educativa (áreas STEM), la formación y el reciclaje de trabajadores. Además, las políticas de activas y pasivas de empleo deberán ser más eficaces, eliminando las barreras existentes “a la creación de empleo y también a la inversión”. También se deben simplificar los trámites administrativos tendentes a la creación de nuevas empresas.

22^a.- Se plantea la necesidad de una renta básica de carácter temporal destinada a aquellos trabajadores no cualificados que se han vistos expulsados por este proceso, que permita, a través de exigencias formativas, su reincorporación al mercado de trabajo.

23^a.- Será necesario establecer un mayor control sobre las empresas que operan a través de plataformas con el fin de asegurar su tributación en territorio nacional por los servicios efectivamente prestados.

24^a.- El legislador debe intervenir para aclarar la verdadera naturaleza de los trabajadores en plataformas digitales e incidir en su sistema de retribución, que, sin duda, está afectado en la actualidad a los niveles de cotización a la Seguridad Social.

25^a.- Por último, se cree adecuado que el Estado flexibilice su política migratoria con el fin de atraer nuevo talento y de corregir el problema demográfico que pone en peligro el mantenimiento del actual sistema de pensiones.

RECOMENDACIÓN DE POSIBLES MEDIDAS CORRECTORAS

26^a.- Aunque es probable que la Cuarta Revolución Industrial suponga un impulso económico similar al ocurrido en otras etapas de nuestra historia, resulta necesario configurar un modelo jurídico-económico de transición justa que permita mitigar los efectos más lesivos del cambio y que deberá tener en cuenta, entre otros aspectos, el establecimiento de una renta básica temporal para los trabajadores afectados por la amortización inicial de puestos de trabajo, la reducción de la desigualdad salarial, la actualización del sistema educativo, el impulso a la actualización tecnológica de las pequeñas empresas, el encaje definitivo de los trabajadores de plataformas digitales en el marco laboral y el cambio en el sistema retributivo, el desarrollo de políticas que graven la temporalidad y la parcialidad en los contratos, la reducción del microempleo, la concreción de la jornada laboral y del tiempo de trabajo en un nuevo contexto tecnológico, la implementación de medidas que aseguren la privacidad de los trabajadores y ejercicio de la conciliación, el reequilibrio de la fuerza negociadora y la actualización de la Normativa de Prevención de Riesgos Laborales.

Bibliografía

1) Libros, revistas e informes

Antón, A. y Bilbao, I. (2016). El consumo colaborativo en la era digital un nuevo reto para la fiscalidad. *Documentos – Instituto de Estudios fiscales*, núm. 26, pp. 1-39.

Arntz, M., T. Gregory y U. Zierahn (2016). The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, No. 189. OECD Publishing: París.

Blanco, R., Fontodrona, J., Poveda, C. (2017). La industria 4.0: El estado de la cuestión. *Economía industrial* (406), pp.151-164.

Clark, G. (2007): A Farewell to Alms. A Brief Economic History of the World. Princeton: Princeton University Press.

Comín, F. (2011). *Historia económica mundial: De los orígenes a la actualidad*. Madrid: Alianza Editorial.

Di Vittorio, A. (coord.); Massa, P.; Bracco, G.; Guenzi, A.; Fontana, G.L.; Davis, J.A. y Carreras, A. (2007). *Historia económica de Europa: Siglos XV-XX*. Barcelona: Crítica.

European Commission (2019). *Digital Economy and Society Index Report (DESI) 2019*. Bruselas, European Commission, 2019.

Frey, C. B., y Osborne, M. A. (2017). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, núm. 114, pp. 254-280.

Granell, F. (2016). Los retos de la cuarta revolución industrial en Poch, R. (coord.). *Perspectivas económicas frente al cambio social, financiero y empresarial*, pp. 57-74. Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras: Barcelona.

González-Páramo, J.M. (2018). Cuarta Revolución Industrial, empleo y Estado del bienestar. *Anales de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas*, núm. 95, pp. 89-113.

Gortazar, L. (2018), Transformación digital y consecuencias para el empleo en España. Una revisión de la investigación reciente, *Documento de Trabajo 2018/04 FEDEA*, núm.4, pp. 1-41.

Hobsbawn, E. (1952). The Machine Breakers. *Past and Present* (1), pp. 57-70.

International Federation of robotics (2019). *World Robotics Report 2019*. Frankfurt: IFR.

Kutznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, Vol. 2 (1), pp. 1-28.

Landes, D. (1998). *The Wealth and Poverty of Nations: Why Some are so Rich and Some so Poor*. Nueva York: W.W. Norton & Company.

León-Llorente, C. (2020). Robotización, ¿sólo cambiará el empleo? *Revista empresa y humanismo*, 23 (1), pp. 9-33.

Maddison, A. (2006). Historical Statistics. *The World Economy*. París: OCDE Publishing.

Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2016). Industria conectada 4.0. *La transformación digital de la industria española: informe preliminar*. Madrid: Portal de la transparencia.

Mokyr, J. (1987). La Revolución Industrial y la Nueva Historia Económica. *Revista de Historia Económica*, Vol. 2 (5), pp. 203-241.

Morrón, A. (2016). Llegará la Cuarta Revolución Industrial a España? *Informe Mensual La Caixa*, núm. 398, 2016, pp. 36-37.

Neal, L. y Cameron, R. (2016). *Historia económica mundial: desde el Paleolítico hasta el presente*. Madrid: Alianza Editorial.

Nedelkoska, L. y G. Quintini (2018), "Automation, skills use and training", *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, No. 202, París: OECD Publishing.

OECD (2019a), *OECD Employment Outlook 2019: The Future of Work*. Paris: OECD Publishing.

OECD (2019b). *Society at a Glance 2019: OECD Social Indicator*. OECD Publishing, Paris.

Smith, A. (2011). *La riqueza de las naciones: Libro I*. Madrid: Alianza Editorial.

Urzú, M.; Pesole, A. y Fernández, E. (2020), *New evidence on platform workers in Europe*. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

██████████. (2017). Retos futuros en materia laboral II – Comentario del informe de coyuntura de Galicia. *Foro Económico de Galicia – Informe septiembre 2017*, pp. 26 -33

██████████. (2020). Nuevos retos laborales ante la digitalización: un análisis desde la perspectiva económica. *Temas Laborales*, núm. 151, pp. 311-326.

WIPO (2019). *Artificial Intelligence. Technology Trends*, World Intellectual Property Organization. Suiza: WIPO Publishing.

World Economic Forum (2018), *The future of Jobs Report 2018*, WEF, Geneva.

2) Normativa y jurisprudencia

Normativa

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Ley 20/2007, de 11 de julio, del Estatuto del trabajo autónomo.

Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

Jurisprudencia

STSJ de Asturias núm. 1607/2019, de 25 julio, ECLI: ES:TSJAS:2019:1607.

TSJ de Madrid núm. 1/2020, de 17 de enero, ECLI: ES:TSJM:2020:1.

STSJ de Cataluña núm. 1556/2020, de 21 de febrero, ECLI: ES:TSJCAT:2020:1556.

3) Otras referencias disponibles a través de internet

Analistas Financieros Internacionales (2017). *Impacto socioeconómico de la modernización de los servicios VTC*. Afi. Recuperado de: http://afi.es/afi/libre/pdfs/grupo/documentos/completo%20170510_infor me.pdf

Analistas Financieros Internacionales (2019). La contribución económica de las plataformas de delivery en España. Afi. Recuperado de: <https://www.afi.es/webAfi/descargas/1828858/1368472/las-plataformas-delivery-ya-contribuyen-en-mas-de-643me-al-pib-espanol.pdf>

Caballero, D. (2019) en ABC. Recuperado de: https://www.abc.es/economia/abci-nueva-economia-digital-agujero-millonario-para-hacienda-201809240225_noticia.html

Doménech, R.; García J.R.; Montáñez, M. y Neut, A. (2018). ¿Cuán vulnerable es el empleo español a la revolución digital?, *BBVA Research*. Recuperado de: <https://www.bbva.com/wp-content/uploads/2018/03/Cuan-vulnerable-es-el-empleo-en-Espana-a-la-revolucion-digital.pdf>

Duflo, E. Recuperado de <https://elpais.com/ideas/2020-05-23/esther-duflo-las-maquinas-no-enferman-temo-que-esta-crisis-lleve-a-una-mayor-automatizacion.html> (24 de mayo de 2020).

Frey, C. B., y Osborne, M. (2013). The future of employment. How susceptible are jobs to computerisation. Recuperado de: <http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/publications/view/1314>

Hawksworth, J.; Audino, H.; Mason, G.; Stubbings, C. y Norriss, P. (2017). Índice de jóvenes trabajadores de PwC, PwC. Recuperado de: <https://www.pwc.co.uk/economic-services/YWI/pwc-young-workers-index-2017-v2.pdf>

Hawksworth, J; Berriman, R. y Cameron, E. (2018). *Will robots really steal our jobs?*, PwC. Recuperado de: https://www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/impact_of_automation_on_jobs.pdf

McKinsey & Company (2019) *Driving impact at scale from automation and AI*. Digital McKinsey. Recuperado de: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Driving%20impact%20at%20scale%20from%20automation%20and%20AI/Driving-impact-at-scale-from-automation-and-AI.pdf>

MIT (2019). *The Work of the Future: Shaping Technology and Institutions, Fall 2019 report*. MIT. Recuperado de: https://workofthefuture.mit.edu/sites/default/files/2019-09/WorkoftheFuture_Report_Shaping_Technology_and_Institutions.pdf

ANEXO I. BLOQUE INTRODUCTORIO

Gráfico 25. Evolución del PIB (en millones dólares internacionales Geary-Khamis de 1990)

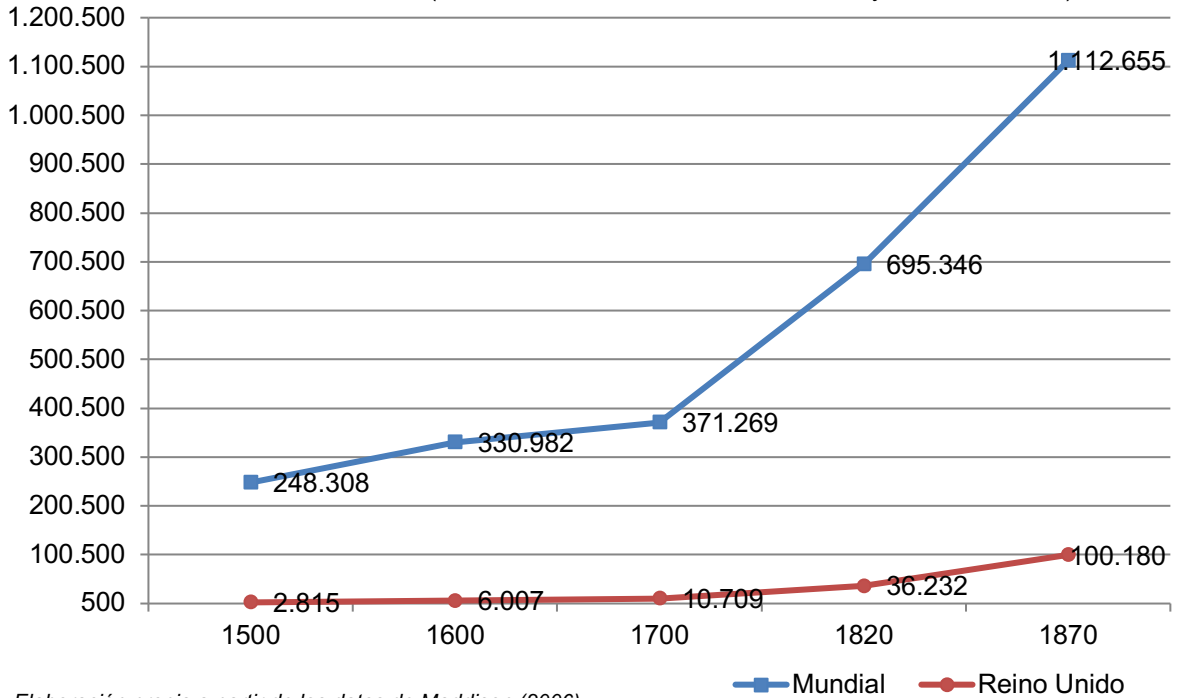


Gráfico 26. Evolución del PIB (en millones dólares internacionales Geary-Khamis de 1990)

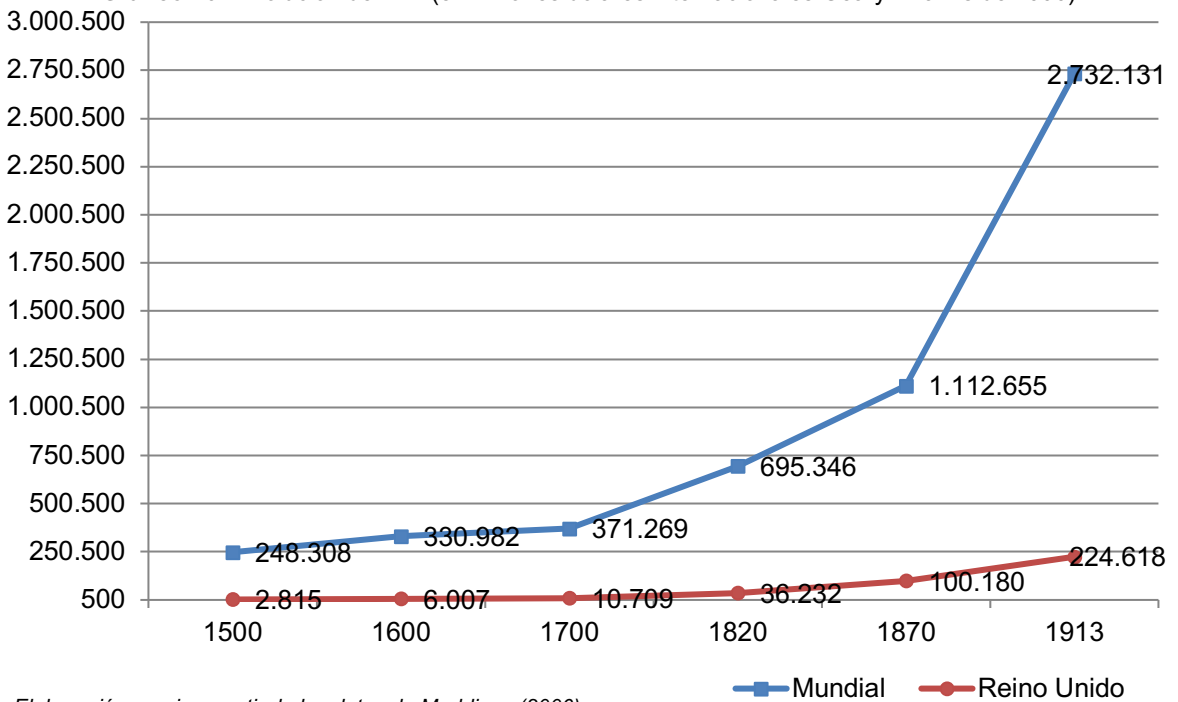
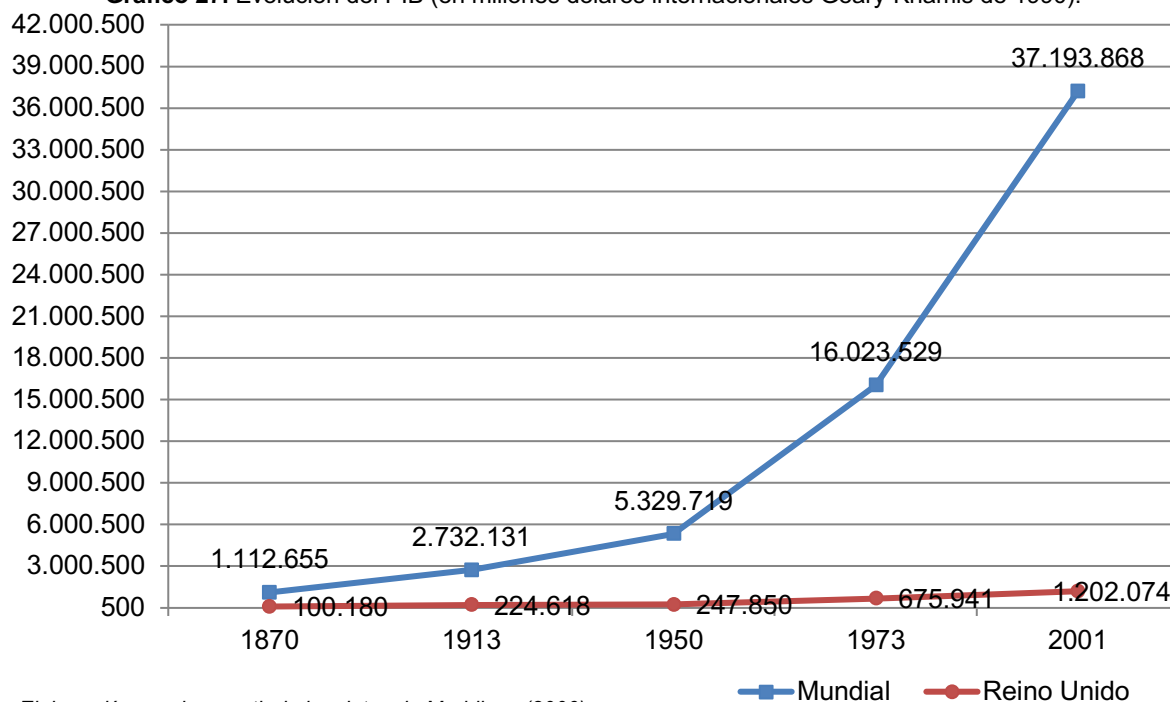


Gráfico 27. Evolución del PIB (en millones dólares internacionales Geary-Khamis de 1990).



Elaboración propia a partir de los datos de Maddison (2006).

ANEXO II. SECTOR EMPRESARIAL Y MERCADO DE TRABAJO

Tabla 14. Porcentaje de adopción de tecnología en función de sectores y proporción e empresas encuestadas, 2018-2022

	Overall	Automotive, Aerospace, Supply Chain & Transport	Aviation, Travel & Tourism	Chemistry, Advanced Materials & Biotechnology	Consumer	Energy Utilities & Technologies	Financial Services & Investors	Global Health & Healthcare	Information & Communication Technologies	Infrastructure	Mining & Metals	Oil & Gas	Professional Services
User and entity big data analytics	85	84	89	79	85	85	86	87	93	65	62	87	85
App- and web-enabled markets	75	76	95	71	88	65	89	80	93	53	50	61	74
Internet of things	75	82	95	58	73	85	65	67	86	76	50	83	74
Machine learning	73	87	79	58	82	77	73	80	91	53	69	70	74
Cloud computing	72	76	79	67	67	73	65	73	91	71	62	78	76
Digital trade	59	68	68	62	82	58	70	53	70	47	50	57	59
Augmented and virtual reality	58	71	68	50	48	65	59	67	72	59	62	65	53
Encryption	54	58	53	25	42	38	73	67	67	41	25	57	53
New materials	52	71	32	79	79	65	22	60	30	82	62	83	41
Wearable electronics	46	61	53	46	45	42	49	73	49	24	25	70	35
Distributed ledger (blockchain)	45	32	37	29	39	54	73	67	67	18	38	48	50
3D printing	41	61	21	58	42	54	19	53	35	41	50	57	29
Autonomous transport	40	74	58	54	39	46	16	20	44	41	50	30	41
Stationary robots	37	53	37	50	42	35	27	47	35	35	38	52	29
Quantum computing	36	29	32	25	33	46	43	33	44	24	19	43	41
Non-humanoid land robots	33	42	26	21	36	27	32	40	37	29	25	30	24
Biotechnology	28	18	0	42	52	42	11	87	23	12	44	39	24
Humanoid robots	23	29	26	17	18	8	35	13	33	12	25	13	24
Aerial and underwater robots	19	18	16	17	12	35	5	0	19	29	25	52	21

Fuente: Future of Jobs Survey 2018, World Economic Forum.