



Universidad de Valladolid

Trabajo de Fin de Grado

Grado en Administración y Dirección de Empresas

Efectos sobre el empleo de la Industria 4.0 en la OCDE

Autor:

Pablo Juan Fernández Cotrina

Tutor:

Julio Herrera Revuelta

Valladolid, 5 de abril de 2022

AGRADECIMIENTOS

Estos seis años de doble grado no habrían sido posibles sin la ayuda de muchas personas. En primer lugar, me gustaría agradecer a los docentes que me han formado a lo largo de estos años. A mi grupo de amigos de teleco por haberme motivado a mejorar desde el principio, sin vosotros, lo habría dejado hace mucho. Mención especial a Juan, compañero y amigo, de los que no hay, siempre ahí, pareja de prácticas hasta el final. Por último quiero agradecer a mi familia por haber estado apoyándome en mis decisiones y animándome a seguir adelante.

RESUMEN

En este Trabajo de Fin de Grado, gracias a las tareas realizadas, ha sido posible la investigación de los efectos de la Industria 4.0 en la OCDE. Se ha comenzado por un breve desarrollo del contexto histórico de grandes evoluciones económicas previas a la Industria 4.0.

A continuación, se ha definido el concepto de Industria 4.0 y algunos de sus focos principales en la actualidad, como son el Internet de las Cosas (IoT), Big Data, robótica y nuevos métodos de producción como la impresión 3D.

Una vez descrita la Industria 4.0, se ha desarrollado la automatización de los empleos en la OCDE, partiendo del proceso de desindustrialización en favor de la economía de servicios en la que se han explicado los cambios en la estructura económica a lo largo de los últimos tiempos, y finalizando por conocer el alcance de la automatizabilidad, tras haber observado qué tipos de empleos son más posibles de mecanizar, qué condiciones socioeconómicas favorecen la automatización y las probabilidades de automatización de empleo de distintos países de la OCDE. Además, se ha hecho mención a cómo la pandemia ha acelerado todo este proceso.

Por último, se ha profundizado en los tipos de empleos que van a desaparecer y cuáles van a surgir, así como de los tipos de habilidades requeridas que van a provocar este cambio.

PALABRAS CLAVE

Industria 4.0, OCDE, probabilidad de automatización, creación de empleo, destrucción de empleo.

ABSTRACT

In this thesis, thanks to completed tasks, it's been possible to investigate the effects of Industry 4.0 in OCDE. Starting with a brief development of the historical context of other economic evolutions prior to Industry 4.0.

Next, the concept of Industry 4.0 and some of its main focuses nowadays have been defined, such as Internet of Things (IoT), Big Data, robotics, and new production methods such as 3D printing.

Once Industry 4.0 has been described, the automation of jobs in the OECD has been developed, starting from the deindustrialization process in favor of the service economy in which the changes of the economic structure have been explained above time, and ending by knowing the scopes of automation, after having observed what types of jobs are more likely to be automated, what socioeconomic conditions favor automation and the probabilities of job automation in different OECD countries. In addition, mention has been made of how the pandemic has accelerated this entire process.

Lastly, the types of jobs that are going to disappear and which ones are going to emerge have been delved into, as well as the types of skills required that are going to cause this change.

KEYWORDS

Industry 4.0, OECD, probability of automation, job creation, job destruction.

CONTENIDO

Resumen.....	II
Palabras clave.....	III
Abstract.....	IV
Keywords.....	IV
Índice de gráficas	VII
Índice de cuadros	VIII
1. Introducción.....	1
1.1. Motivación.....	1
1.2. Objetivos.	2
1.3. Metodología.	2
1.4. Estructura de la memoria.	3
2. La industria 4.0.....	4
2.1. Las nuevas tecnologías digitales y su impacto en la cadena de valor. .	4
2.1.1. Internet de las Cosas (IoT).	5
2.1.2. Big Data.....	5
2.1.3. Robótica.	6
2.1.4. Nuevos métodos de producción.	6
2.2. El empleo en la Industria 4.0.....	6
3. Automatizabilidad de los empleos en la OCDE.....	8
3.1. Destrucción creativa en los mercados de trabajo.....	8
3.1.1. Desindustrialización: el crecimiento de la economía de servicios. .	8
3.1.2. La expansión de los límites de la automatización.....	10
3.2. COVID 19. Efectos en la Industria 4.0.....	13
4. Desplazamiento de los empleos.	15
4.1. Destrucción de empleo.....	15
4.2. Creación de empleo.	16

5. Conclusiones.....	19
Bibliografía	21

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Capítulo 1.

Gráfico 1.1.- Comparación de la contribución de las TIC al crecimiento del empleo frente al crecimiento del empleo en las TIC entre 2001 y 2013 en la OCDE (porcentajes).....	1
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

Capítulo 2.

Gráfico 2.1.- Probabilidad de adopción de nuevas tecnologías en 2025 (porcentaje de empresas encuestadas, diferencia entre paréntesis).....	5
Gráfico 2.2.- Cambios esperados por las empresas en la mano de obra para 2025 (porcentaje de empresas encuestadas).....	7

Capítulo 3.

Gráfico 3.1.- Cambio de la estructura del empleo en la OCDE entre 1980 y 2007.....	8
Gráfico 3.2.- Porcentaje de empleo por sector en Estados Unidos entre 1850 y 2015.....	10
Gráfico 3.3.- Probabilidad de automatización de los trabajadores en función de su educación (a) y de sus ingresos (b) en Estados Unidos.....	12
Gráfico 3.4.- Proporción de empleos con alto riesgo de automatización o una probabilidad elevada de cambio.....	12
Gráfico 3.5.- Medidas tomadas por las empresas como consecuencia del COVID 19 (porcentaje de uso de medidas).....	13

Capítulo 4.

Gráfico 4.1.- Cambio en el empleo por tipo de habilidad.....	15
Gráfico 4.2.- Número de trabajadores que van a requerir de un cambio hasta 2030 en el mundo como consecuencia de la automatización.....	18

ÍNDICE DE CUADROS

Capítulo 3.

Cuadro 3.1.- Lista de empleos con mayor probabilidad de automatización y menor probabilidad de automatización.....	10
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

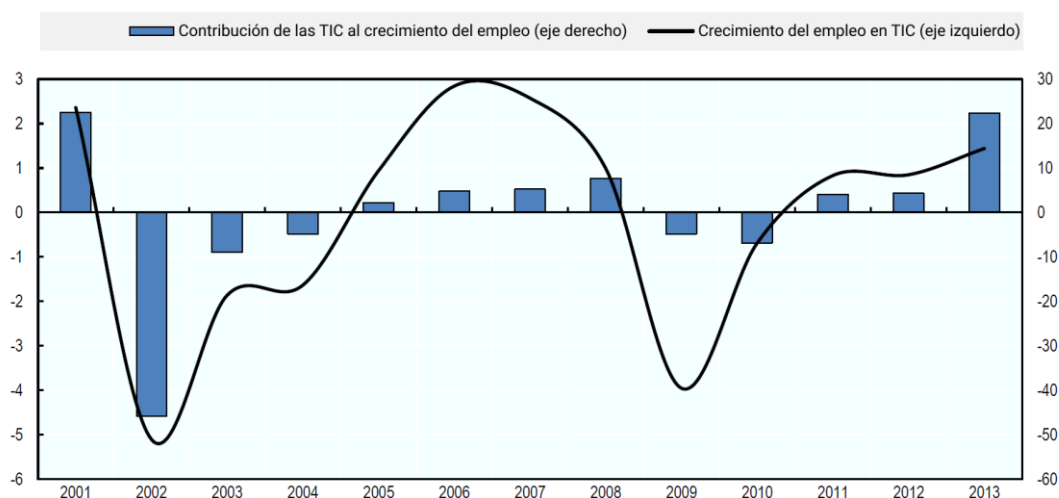
1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Motivación.

Actualmente nos encontramos en un contexto en el que, tanto en lo económico, como en lo social, las nuevas tecnologías definen nuestro estilo de vida. En ocasiones, estas tecnologías solo presentan ciertas mejoras respecto a sus versiones previas, como el programa utilizado para redactar esta memoria. En cambio, en otras, ofrecen un cambio radical en nuestros comportamientos, como la tecnología 5g, que permite, incluso, realizar intervenciones quirúrgicas de manera remota (Demaitre, 2019).

Las TIC contribuyen al crecimiento del empleo como puede verse en la correlación entre ambas variables, y que podemos ver en el **Gráfico 1.1**.

Gráfico 1.1.- Comparación de la contribución de las TIC al crecimiento del empleo frente al crecimiento del empleo en las TIC entre 2001 y 2013 en la OCDE (porcentajes).



Fuente: (Berger & Frey, 2016).

Las nuevas tecnologías permiten cubrir necesidades que no podíamos llegar a imaginar en el pasado.

En un contexto económico, el principal objetivo es la optimización de costes y el aumento de los beneficios. El progreso tecnológico, desde el comienzo de la humanidad, ha dado lugar a cambios en el sistema económico.

En la Prehistoria, cuando la humanidad empezó a trabajar con metales, aparecieron las primeras monedas, lo que supuso un cambio en las transacciones que, hasta entonces, se realizaban mediante trueques.

En una época más moderna, durante la primera revolución industrial, cambió el paradigma del proceso productivo. Gracias a máquinas que funcionaban con vapor, era posible aumentar la producción de una manera inimaginable hasta el momento, donde únicamente se podía producir artesanalmente. Supuso el inicio del fin de la mayoría de los trabajos artesanales. No podían competir contra las máquinas, producían mayor cantidad, lo que permitía reducir costes y conseguir márgenes de beneficio con precios menores. Afectó tanto al sector industrial como al sector primario. Quizás, esta ha sido la evolución más radical hasta la actualidad.

Hoy en día, convivimos con las máquinas, bien sean robots gigantes que ensamblan piezas en una cadena de montaje, o diminutos chips con capacidades de cálculo extraordinarias. Permiten realizar tareas a mayor velocidad y con mayor precisión que un humano, siempre de la misma manera y no necesitan parar. Cada vez hay más máquinas que automatizan tareas que ya realizábamos. ¿Podría significar el fin del trabajo en la humanidad?

1.2. Objetivos.

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es investigar y analizar el efecto de la industria 4.0 en la OCDE.

Este trabajo se centrará en el empleo y en cómo se verá afectado por la automatización provocada por la mejora de las tecnologías en los próximos años. Analizando si se producirá un desplazamiento, traducido en un aumento o disminución en los empleos como consecuencia del uso de las nuevas tecnologías.

1.3. Metodología.

Para la realización de este trabajo se empleará principalmente una metodología, el método descriptivo, dado que se analizará la situación actual de la industria 4.0 para precisar aquello que ocurrirá en el futuro. De manera complementaria, se realizará un análisis histórico, ya que se analizarán los

antecedentes del progreso tecnológico para poder comprender qué puede ocurrir en el futuro.

1.4. Estructura de la memoria.

Esta memoria se encuentra dividida en cuatro capítulos, entre los que se incluye el presente y, se ha desarrollado una introducción del proyecto que permite poner en contexto la memoria.

El *Capítulo 2* pone en contexto la Industria 4.0, que permitirá entender mejor el resto de los capítulos.

En el *Capítulo 3* se analiza la capacidad de automatización que tienen los empleos dentro de la OCDE.

El *Capítulo 4* explica el desplazamiento de los empleos como consecuencia de la automatización desde el punto de vista de la destrucción de empleos y la aparición de nuevas tareas y empleos.

Por último, cerraré la memoria con las conclusiones sacadas gracias a este trabajo.

2. LA INDUSTRIA 4.0.

La Industria 4.0 es un término utilizado por primera vez para describir una estrategia de alta tecnología propuesta por el gobierno de Alemania, aunque actualmente se refiere al desarrollo de sistemas físico-cibernéticos y procesadores de datos dinámicos que utilizan cantidades ingentes de datos que permiten manejar máquinas inteligentes (Strange & Zucchella, 2017).

De manera más específica, se refiere a la difusión de las nuevas tecnologías industriales: sensores que permiten a dispositivos y productos inteligentes interactuar entre ellos (Internet de las Cosas o IoT por sus siglas en inglés), la recolección y evaluación en tiempo real de los datos para optimizar la calidad y los costes de producción (Big Data), robots con mayor autonomía y nuevas técnicas de producción (impresión 3D).

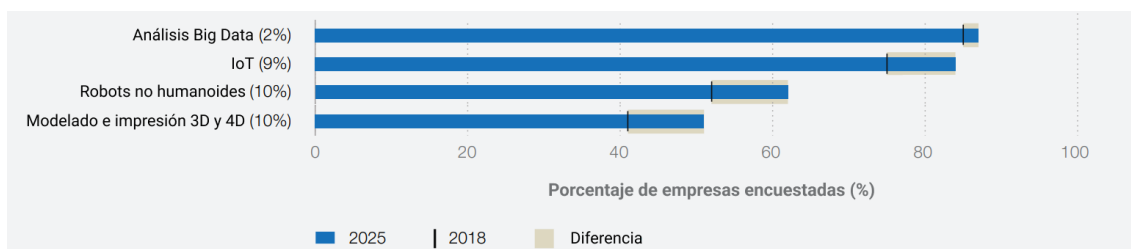
Gran parte de estas tecnologías digitales han estado disponibles desde hace tiempo, pero no ha sido hasta que se han producido importantes reducciones en los costes y mejoras en la fiabilidad que su desarrollo industrial ha sido viable. Aunque es probable que su completo desarrollo no termine hasta dentro de 15 o 20 años.

La Industria 4.0 tiene el potencial de cambiar las actividades de producción aisladas a cadenas de valor completamente integradas, automatizadas y optimizadas con flujos de información globales.

2.1. Las nuevas tecnologías digitales y su impacto en la cadena de valor.

En el **Gráfico 2.1** podemos observar la probabilidad de adopción de nuevas tecnologías digitales por parte de las empresas comparando los datos de previsión para el 2018 con la previsión para el año 2025. Se observa un aumento de la probabilidad de adopción en 2025 respecto a 2018 y, además, se trata de porcentajes bastante elevados, sobre todo en Big Data e Internet de las Cosas (IoT).

Gráfico 2.1.- Probabilidad de adopción de nuevas tecnologías en 2025 (porcentaje de empresas encuestadas, diferencia entre paréntesis).



Fuente: (The Future of Jobs, 2020).

2.1.1. Internet de las Cosas (IoT).

Cada vez existen más dispositivos equipados con sensores que son capaces de procesar datos y comunicarlos a las personas y a otros dispositivos, los cuáles están siendo bastante populares en el hogar. No obstante, su potencial en los negocios puede ser mucho mayor. Por ejemplo, con sensores que detecten el deterioro y avisen para un mantenimiento preventivo o mejoras en el control del inventario, permitiendo una mejor planificación.

Un aspecto negativo es la necesidad de preocupación por la ciberseguridad, al disponer de aparatos conectados a internet, puede suponer un riesgo muy alto de seguridad por el que puedan acceder ciberdelincuentes.

2.1.2. Big Data.

Durante mucho tiempo, las empresas tomaban sus decisiones a raíz de fuentes de datos limitadas como las cuentas anuales, los registros de producción o investigaciones de mercado. Actualmente, los datos proceden de una cantidad de fuentes inmensa, además de las tradicionales, entre las que se encuentran los datos generados por los dispositivos mencionados en el apartado anterior, o datos de las redes sociales.

Esta gran cantidad de datos permite a las empresas conocer las oportunidades disponibles en cualquier lugar del mundo sin necesidad de realizar una profunda investigación en dichos lugares. Permitiendo finalmente conseguir un aumento de la productividad reduciendo costes.

2.1.3. Robótica.

Los robots son una alternativa más barata que el trabajo humano. La bajada en costes tanto del software como del hardware en los últimos años junto con las mejoras en funcionalidad y desempeño de las tareas, han provocado que no solo las grandes empresas puedan permitírselo. Empresas de cualquier tamaño pueden adquirir sistemas robóticos con los que mejorar su productividad.

2.1.4. Nuevos métodos de producción.

Los métodos de producción tradicionales están basados en la eliminación de materiales por medio de cortes, lijados o perforaciones. Por el contrario, la impresión 3D se basa en la adición de capas sucesivas de material, para posteriormente ensamblarse todas las piezas.

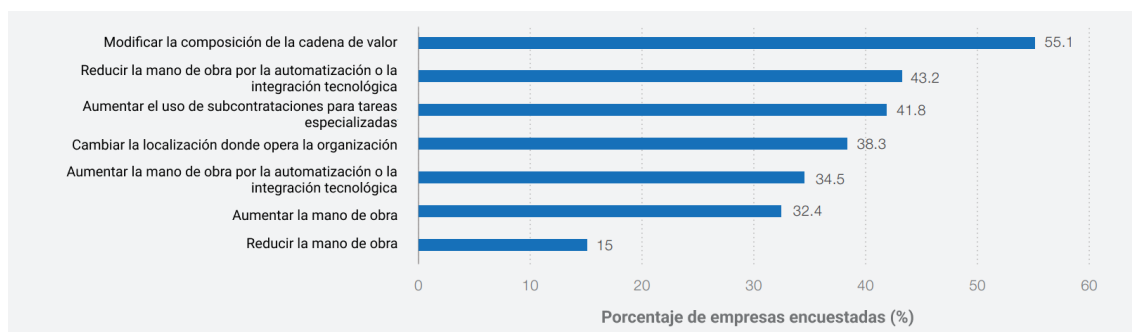
La gran ventaja de este tipo de producción es la capacidad de apenas generar residuos, gracias en parte a que lo producido por este tipo de producción es reversible, se puede devolver a su estado inicial, con lo que se puede reutilizar.

El mayor problema es que, actualmente, no es posible aplicar economías de escala. Los costes unitarios son elevados y, hasta el momento, solamente se ha utilizado este tipo de producción para realizar prototipos. Otra desventaja es el limitado número de materiales que se pueden utilizar para estas impresiones. Por último, la precisión que ofrecen los métodos de producción tradicionales no puede ser igualado por la impresión 3D. Hacen falta todavía avances en este campo para que pueda ser un modelo para tener en cuenta.

2.2. El empleo en la Industria 4.0.

Estas nuevas tecnologías digitales permitirán automatizar muchas de las tareas que hoy en día desarrollamos los trabajadores. Las empresas esperan un cambio en la mano de obra en los próximos años como vemos en el **Gráfico 2.2.**

Gráfico 2.2.- Cambios esperados por las empresas en la mano de obra para 2025 (porcentaje de empresas encuestadas).



Fuente: (The Future of Jobs, 2020).

Los resultados de la encuesta son bastante dispares, las empresas esperan que haya aumento de la mano de obra, tanto de manera global como consecuencia de la automatización, pero también hay empresas que esperan que se produzca el efecto contrario.

Será importante conocer qué tipo de tareas son las más susceptibles de automatizar y, qué consecuencias traerá dicha automatización para el empleo, se puede imaginar que habrá empleos que desaparezcan y otros nuevos aparecerán. También si la diferencia en número de empleos será positiva o negativa. Esto será objeto de análisis en los siguientes capítulos.

3. AUTOMATIZABILIDAD DE LOS EMPLEOS EN LA OCDE.

Partiendo de la base creada en el apartado anterior, las tecnologías mencionadas permitirán la transformación de una gran cantidad de empleos que, terminen por provocar un cambio en la estructura actual del mercado de trabajo.

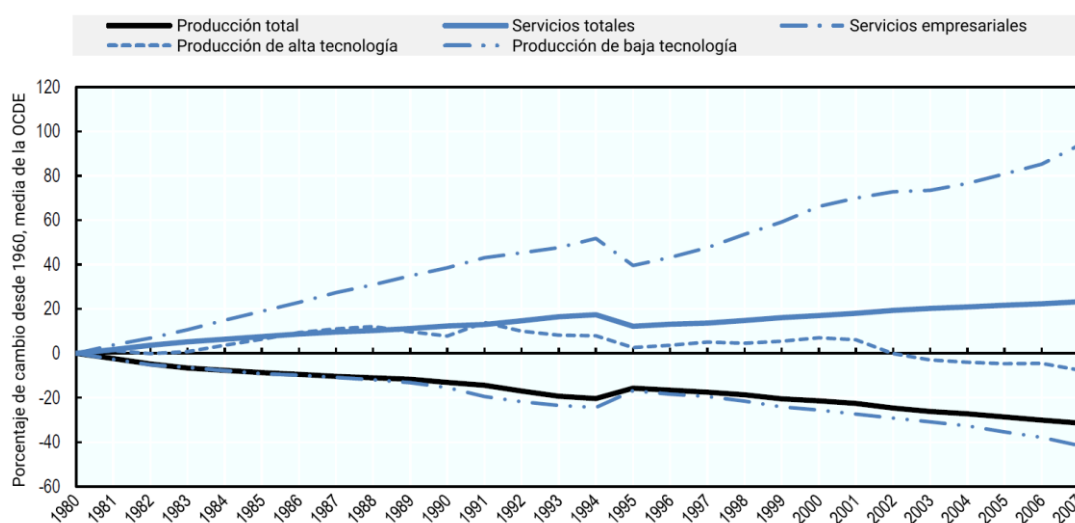
3.1. Destrucción creativa en los mercados de trabajo.

Una destrucción continua de empleo y mantenida a lo largo del tiempo sería devastadora para la economía, de la misma manera que, un aumento continuo del empleo sería algo muy bueno. Aunque no son efectos que se puedan sostener indefinidamente porque siempre se acabaría alcanzando un límite. La Industria 4.0 permite esa dualidad como vamos a ver en esta sección gracias a los avances tecnológicos que, en muchos casos están relacionados con la automatización.

3.1.1. Desindustrialización: el crecimiento de la economía de servicios.

Gran parte de las economías más avanzadas han presenciado una reducción en la cantidad de trabajadores en el sector industrial. En la OCDE, el empleo en este sector ha bajado en un 30% desde 1980, siendo la producción de baja tecnología la parte más afectada, como podemos ver en el **Gráfico 3.1**.

Gráfico 3.1.- Cambio de la estructura del empleo en la OCDE entre 1980 y 2007.



Fuente: (OECD, 2013).

Los cambios en la estructura del empleo no son un hecho nuevo provocado por la Industria 4.0, a lo largo de la historia se han repetido en varias ocasiones. Desde la Revolución Industrial, la llegada de nuevas tecnologías, junto a las cambiantes preferencias de los consumidores, han provocado desplazamientos en la composición del empleo.

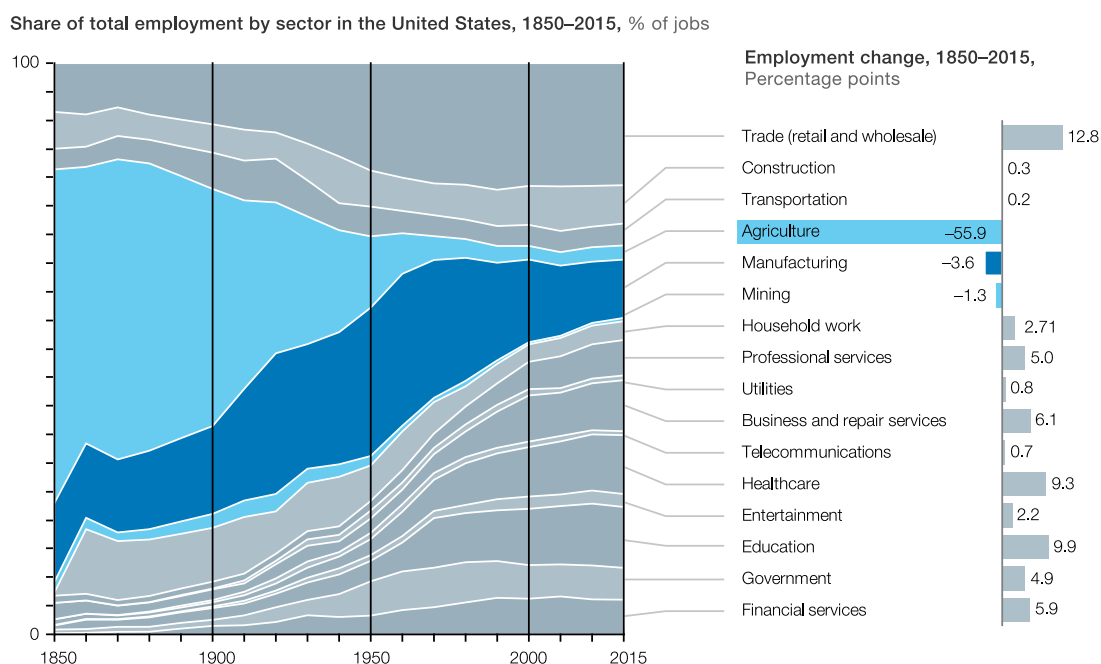
Gracias a la Ley de Engel se puede explicar, en parte, el aumento de la producción, que dice que al aumentar la renta per cápita, la proporción de ingresos dedicada a comida será menor, lo que lleva a los trabajadores incorporarse a sectores con gran crecimiento, como la industria o los servicios.

Además, las innovaciones agrónomas también han provocado que la mano de obra se trasladara a otros sectores. En los países desarrollados desde principio de los 60 hasta mediados de los 70 se pasó de un 20% a un 10% del empleo en este sector (Rowthorn & Ramaswamy, 1997).

Ese desplazamiento producido del sector primario al secundario no parece haberse repetido del sector industrial al sector servicios. La desindustrialización parece ser la consecuencia de la diferencia de crecimiento de la productividad entre estos dos sectores. El aumento de productividad en la industria ha sido mucho más rápido por la automatización y por la utilización de robots industriales, dando lugar a la absorción de una gran proporción de empleo por el sector servicios para ser capaz de mantener un aumento de la producción tan alto como el sector industrial (Graetz & Michaels, 2015).

En el **Gráfico 3.2** observamos estos cambios en la distribución del empleo a lo largo de los últimos 2 siglos en Estados Unidos. Hay un desplazamiento continuo del sector agrario hacia el sector industrial y al sector servicios (teniendo en cuenta que vemos datos desde unos años antes de la Segunda Revolución Industrial). Posteriormente, ese aumento en el sector industrial desaparece e, incluso, provoca que, porcentualmente, se haya reducido el empleo en el sector respecto del total. Con esta información podemos intuir que en otros países desarrollados se han producido cambios similares en esta distribución.

Gráfico 3.2.- Porcentaje de empleo por sector en Estados Unidos entre 1850 y 2015.



McKinsey&Company | Source: IPUMS USA 2017; US Bureau of Labor Statistics; McKinsey Global Institute analysis

Fuente: (Lund & Manyika, 2017).

3.1.2. La expansión de los límites de la automatización.

Los límites entre los sectores que progresan tecnológicamente y aquellos tecnológicamente estancados han estado en continuo cambio a lo largo del tiempo y, en el futuro, continuará sucediendo de manera inevitable. Por ejemplo, el sector de la agricultura ha sido durante mucho tiempo un sector tecnológicamente estancado, pero ha presenciado un aumento significativo de la productividad gracias a los avances científicos. De manera similar ocurre en otros sectores cuya productividad está aumentando mucho gracias a los avances tecnológicos.

Cuadro 3.1.- Lista de empleos con mayor probabilidad de automatización y menor probabilidad de automatización.

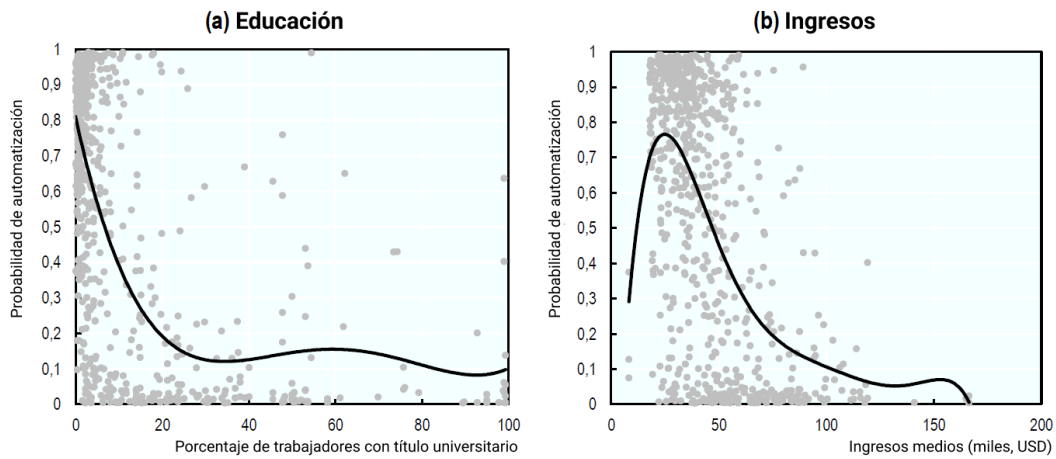
Puesto	p	Puesto	p
Teleoperadores	99,0%	Terapeuta recreacional	0,3%
Examinadores y resumidores de información	99,0%	Supervisores de instalación y reparación	0,3%

Costureros	99,0%	Trabajadores sociales en salud mental y abuso de drogas	0,3%
Aseguradores	98,9%	Directores de gestión de emergencias	0,3%
Técnicos matemáticos	98,9%	Otorrinolaringólogo	0,3%
Relojeros	98,8%	Terapistas ocupacionales	0,3%
Agentes de carga	98,7%	Ortodoncistas y protesistas	0,4%
Preparador de impuestos	98,7%	Trabajadores sociales de asistencia médica	0,4%
Procesadores de fotografías	98,7%	Cirujanos facial y maxilofacial	0,4%
Dependientes para la creación de cuentas financieras	98,7%	Jefe de bomberos	0,4%
Asistente de biblioteca	98,6%	Dietistas y nutricionistas	0,4%
Mecanógrafos	98,5%	Hostelero	0,4%
Calibradores de hora en dispositivos	98,5%	Coreógrafos	0,4%

Fuente: (Berger & Frey, 2016).

Los trabajos más susceptibles de automatización son aquellos más relacionados con tareas muy repetitivas, como se puede observar en el **Cuadro 3.1**. No obstante, los límites de la automatización están en expansión. De acuerdo con las estimaciones del **Gráfico 3.3**, los trabajos realizados por universitarios son mucho menos susceptibles a la automatización, es decir, aquellos trabajos de baja cualificación tienen mucha más probabilidad de ser automatizados (Frey & Osborne, 2017).

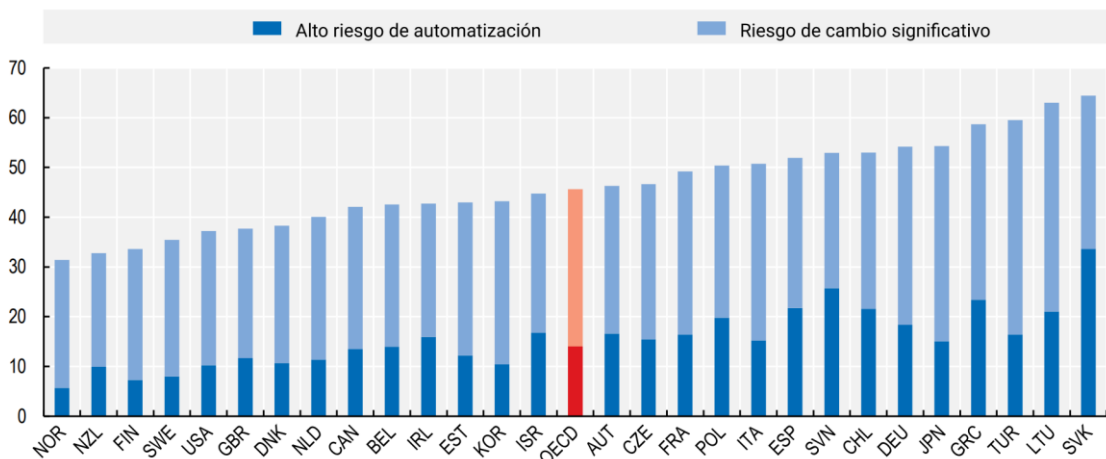
Gráfico 3.3.- Probabilidad de automatización de los trabajadores en función de su educación (a) y de sus ingresos (b) en Estados Unidos.



Fuente: (Frey & Osborne, 2017).

Además, no es un efecto que se produce únicamente en un país. Como podemos observar en el **Gráfico 3.4**. Existe un elevado porcentaje de empleos que como mínimo van a sufrir importantes cambios en el futuro relacionados con la automatización.

Gráfico 3.4.- Proporción de empleos con alto riesgo de automatización o una probabilidad elevada de cambio.



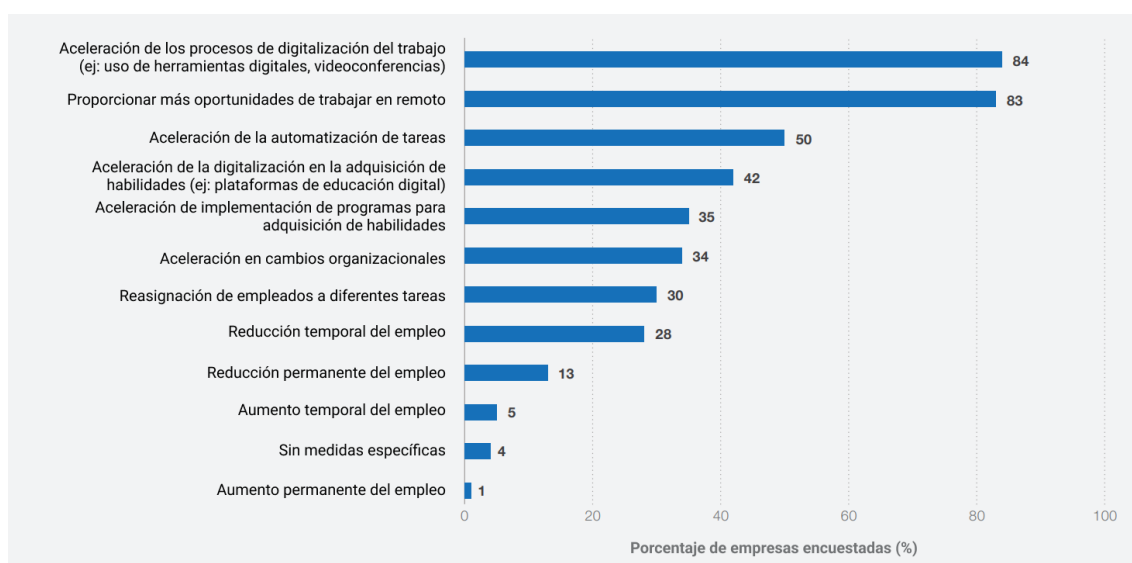
Fuente: (OECD, 2019).

3.2. COVID 19. Efectos en la Industria 4.0.

La situación global ha sufrido un cambio brusco desde 2020 como consecuencia de la pandemia mundial. De manera inevitable, también ha afectado a la economía y a la forma de trabajo de las empresas.

Podemos observar las medidas que han tomado las empresas a lo largo de la pandemia en el **Gráfico 3.5**.

Gráfico 3.5.- Medidas tomadas por las empresas como consecuencia del COVID 19 (porcentaje de uso de medidas).



Fuente: (The Future of Jobs, 2020).

Las empresas han tenido que acelerar los procesos de digitalización con el uso de herramientas digitales para la comunicación. Se ha tenido que acelerar la adquisición de nuevas habilidades digitales y, no solo eso, sino que también la forma en la que estas habilidades son adquiridas, gracias a las plataformas digitales. También se ha acelerado en la automatización de tareas. Son hechos muy relacionados dado que el empleo de esas nuevas herramientas va a permitir esa automatización.

Los cambios también han afectado a la estructura organizativa de las empresas, ha habido en algunos casos reducciones de las plantillas (tanto temporales como permanentes). También ha habido un aumento del número de trabajadores que trabajan de manera completamente remota o híbrida

(realizando algunas horas en la oficina y el resto en remoto) (*The Future of Jobs*, 2020).

La pandemia no ha hecho más que dar impulso a las nuevas tecnologías, favoreciendo e incrementando los cambios producidos por la automatización. Un proceso que no es nuevo y que se ha dado a lo largo de la historia. Ahora podemos analizar qué trabajos son los que van a desaparecer y cuáles los que podrían surgir.

4. DESPLAZAMIENTO DE LOS EMPLEOS.

En este capítulo se va a analizar más en profundidad los empleos que van a desaparecer y aquellos que van a surgir como consecuencia de la automatización.

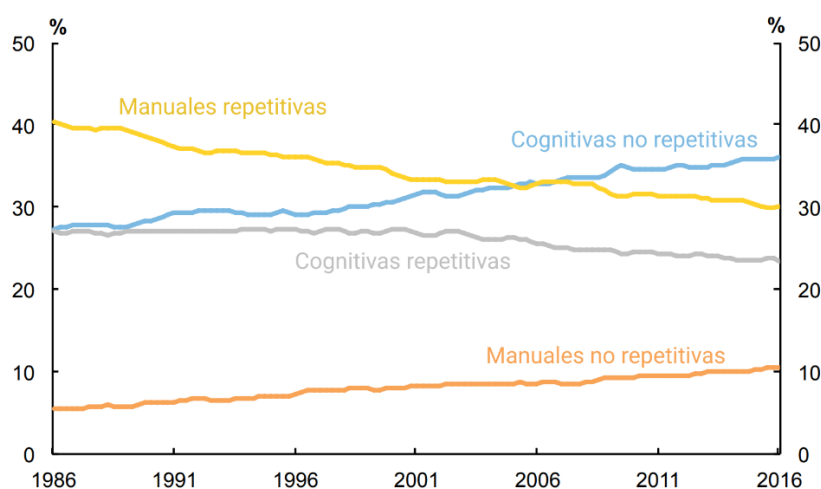
4.1. Destrucción de empleo.

En el **Cuadro 3.1** hemos visto los empleos con mayor y menor probabilidad de automatización. Se pueden sacar algunas conclusiones de estos empleos:

- Aquellos con mayor probabilidad de automatización son aquellos que se basan en tareas repetitivas. Cuanto más sencillo sea replicar una actividad humana en un programa informático o en un robot.
- Aquellos con menor probabilidad de automatización son aquellos que enfrentan situaciones mucho más cambiantes, con posibilidades casi infinitas, difícilmente abarcables por un programa o un robot. Como pueden ser los trabajos relacionados con la salud.

En el **Gráfico 4.1** podemos ver el cambio en el empleo según los tipos de habilidades requeridos para desempeñar tareas en dichos trabajos y tiene mucha relación con el **Cuadro 3.1**, dado que reafirma esta idea de que cada vez son más necesarias habilidades no repetitivas ya que son más difíciles de automatizar.

Gráfico 4.1.- Cambio en el empleo por tipo de habilidad.



Fuente: (Russell Tytler, et al., 2019).

4.2. Creación de empleo.

De la misma forma que las nuevas tecnologías han reemplazado a trabajadores de un amplio rango de trabajos, también han creado nuevas tareas, puestos de trabajo e, incluso, industrias (Berger & Frey, 2016).

Algunos ejemplos de nuevas tareas para trabajos ya existentes que han surgido en los últimos años:

- Ingenieros aeroespaciales: desarrollo de software para sistemas aeroespaciales.
- Especialistas en Relaciones Públicas: publicar contenido de las empresas en sus webs o en las redes sociales.
- Científicos botánicos: llevar a cabo experimentos para investigar los mecanismos subyacentes involucrados en el crecimiento de las plantas y las respuestas de las plantas al entorno.

Estas nuevas tareas irán acompañadas de nuevas habilidades que necesitarán adquirir los trabajadores actuales y las nuevas generaciones para poder realizar con éxito dichas tareas.

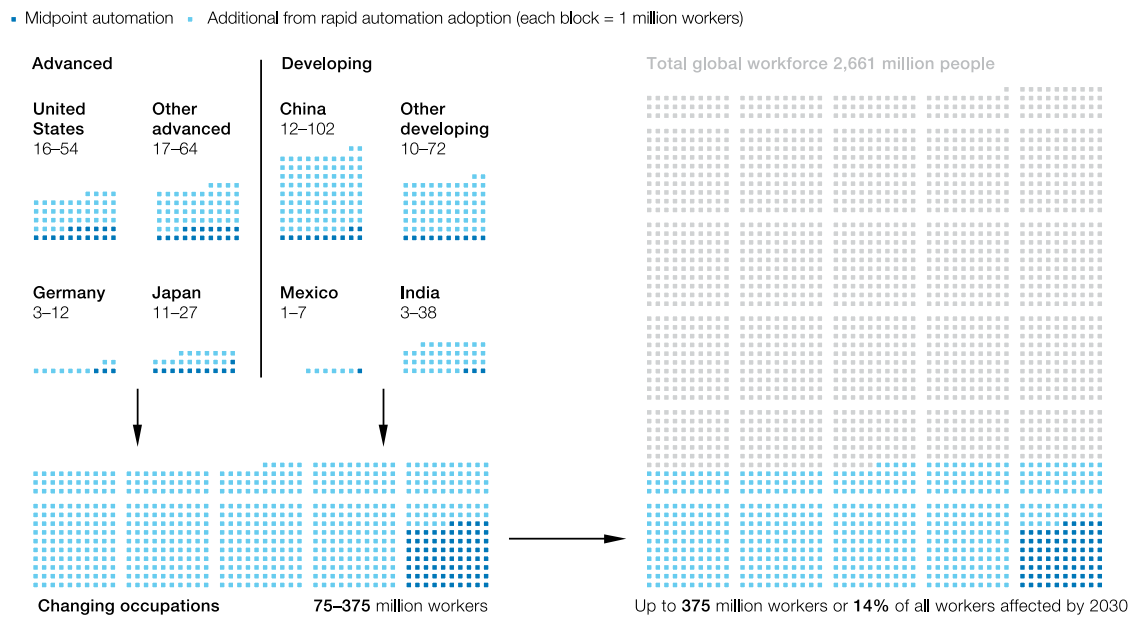
En la siguiente lista podemos ver algunos de los nuevos empleos que podrían surgir en un futuro cercano clasificados por campos de aplicación (Russell Tytler, et al., 2019):

- Tecnológicos:
 - Ética de robots: expertos en ética que se preocupará de temas morales relacionados con las Inteligencias Artificiales (IAs), robots...
- Sociales:
 - Formador en IA: enseñarán cómo realizar la mayor parte de las IAs del futuro.
- Medio ambiente:
 - Especialista en genética de “desextinción” de especies: capaces de traer al momento presente especies que desaparecieron en el pasado.
- Urbanos:

- Diseñador de edificios en 3D: encargados de diseñar impresiones 3D que permitan ser usadas como viviendas, lugares de trabajo, infraestructuras...
- Agricultura:
 - Biohacker: ingenieros genéticos que manipulan el crecimiento de plantas para múltiples fines, como mejorar las propiedades de los alimentos, evitar plagas, permitir que crezcan en condiciones adversas...
- Salud:
 - Optimizador de memoria: especialistas en psicología (sobre todo lo relacionado con la memoria) que empleará técnicas que permitan aumentar las capacidades de memoria de la gente. Incluso, llegando a utilizar algún tipo de implante.
- Datos:
 - Granjero de datos: tratan de conseguir cantidades inimaginables de datos con el objetivo de filtrarlos y conseguir extrapolaciones significativas.

En el **Gráfico 4.2** podemos ver gráficamente el número de trabajadores que van a requerir un cambio como consecuencia de la automatización. Un 14% de los trabajadores totales. No significa que vayan a perder su empleo, puesto que con la adquisición de nuevas habilidades podrán adaptarse para los nuevos empleos que van a surgir (*How will automation affect jobs, skills, and wages? | McKinsey, 2018*).

Gráfico 4.2.- Número de trabajadores que van a requerir de un cambio hasta 2030 en el mundo como consecuencia de la automatización.



1 Some occupational data projected into 2016 baseline from latest available 2014 data.

McKinsey&Company | Source: US Bureau of Labor Statistics; McKinsey Global Institute analysis

Fuente: (How will automation affect jobs, skills, and wages? | McKinsey, 2018).

5. CONCLUSIONES

Tras el análisis realizado en este Trabajo de Fin de Grado, hemos observado que la Industria 4.0 provocará y, ya está provocando, un desplazamiento en el empleo a nivel global.

La sociedad tendrá que adaptarse para adquirir las nuevas habilidades requeridas que permitan cubrir las nuevas necesidades que la Industria 4.0 provoca mientras sufre las consecuencias de la automatización de muchas de las tareas hasta ahora realizadas por el hombre. No obstante, no es un suceso nuevo como resultado de esta industria, en el pasado ya hemos lidiado con estos efectos.

Se va a producir por tanto un efecto dual, en la que a medida que vayan desapareciendo empleos porque se produzcan automatizaciones de las tareas, van a aparecer nuevas necesidades que requieran ser cubiertas. Gracias a la adaptación de los trabajadores y la adquisición de nuevas habilidades, podrán ocupar los nuevos puestos de trabajo creados.

En aquellos lugares donde se favorezca la adquisición de estas nuevas habilidades y conocimientos, tanto de las nuevas generaciones como de las que se vean desplazadas por la automatización, existirá una mayor ventaja de crecimiento. La pandemia ha acelerado todos estos procesos.

La relación entre el crecimiento del empleo en TIC y la aportación de las TIC está directamente relacionado, lo que provocará que, ante un aumento de las nuevas tecnologías, también lo haga el empleo. No habrá menos empleo en el futuro cercano.

No obstante, podemos plantearnos, ¿llegará un día en el que la humanidad no tenga empleo porque todo esté automatizado? Dada mi experiencia en el sector tecnológico en el que trabajo desde hace más de un año, y en el que me dedico a asegurar la calidad (Quality Assurance) de los productos, puedo decir que, por mucho que se puedan automatizar las tareas, reducir tiempos, mejorar productividades, fabricar robots que fabriquen robots, que incluso se reparen entre ellos... Siempre habrá, como último eslabón, una mente humana. Esto provoca que, por muy bien que se realicen estas automatizaciones, es posible que haya errores y, se seguirá necesitando el trabajo humano para corregirlo.

No todos los fallos implican un error en un código, pueden ser de cualquier clase, en muchos casos relacionados con los procesos previos a la elaboración de dicho código, como el diseño o el establecimiento de especificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Berger, T., & Frey, C. B. (2016). *Structural Transformation in the OECD: Digitalisation, Deindustrialisation and the Future of Work*. OECD.
<https://doi.org/10.1787/5jlr068802f7-en>
- Demaitre, E. (2019, septiembre 9). *Remote surgery using robots advances with 5G tests in China*. The Robot Report.
<https://www.therobotreport.com/remote-surgery-via-robots-advances-china-5g-tests/>
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Graetz, G., & Michaels, G. (2015). *Robots at Work* [CEP Discussion Paper]. Centre for Economic Performance, LSE.
<https://econpapers.repec.org/paper/cepcpdps/dp1335.htm>
- How will automation affect jobs, skills, and wages?* | McKinsey. (2018, marzo 23). <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/how-will-automation-affect-jobs-skills-and-wages>
- Lund, S., & Manyika, J. (2017, noviembre 28). *Five lessons from history on AI, automation, and employment* | McKinsey.
<https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/five-lessons-from-history-on-ai-automation-and-employment>
- OECD. (2013). *OECD Skills Outlook 2013: First Results from the Survey of Adult Skills*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-skills-outlook-2013_9789264204256-en

- OECD. (2019). *Perspectivas de empleo de la OCDE 2019: El Futuro del Trabajo*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
https://www.oecd-ilibrary.org/employment/perspectivas-de-empleo-de-la-ocde-2019_bb5fff5a-es
- Rowthorn, R., & Ramaswamy, R. (1997). *Deindustrialization: Causes and implications* (Vol. 10). International Monetary Fund Washington, DC.
- Russell Tytler, Ruth Bridgstock, Peta White, Dineli Mather, Trevor McCandless, & Michelle Grant-Iramu. (2019). *Report: 100 Jobs of the Future*.
<https://100jobsofthefuture.com/report/>
- Strange, R., & Zucchella, A. (2017). Industry 4.0, global value chains and international business. *Multinational Business Review*, 25(3), 174-184.
<https://doi.org/10.1108/MBR-05-2017-0028>
- The Future of Jobs*. (2020, octubre). World Economic Forum.
<https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020/>