



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



FACULTAD DE  
CIENCIAS DE LA  
EMPRESA

UPCT

# **La cuarta revolución industrial en España: Oportunidades y retos en el sistema industrial**

Alumno: Alberto Francisco Garrido Fandiño

Curso Académico 2019/2020

Director: Djamil Tony Kahale Carrillo

Trabajo Fin de Estudios para la obtención del Título de Graduado en  
Administración y Dirección de Empresas



## **Agradecimientos**

Ha sido un largo camino hasta llegar aquí. Después de una gran cantidad de horas de estudio, por fin llegó el día de redactar el que será mi último trabajo antes de ser reconocido con el título de Administración y Dirección de Empresas.

Quiero agradecer especialmente a mi familia, a mis padres Francisco y Caridad, y a mi hermano Pablo, su apoyo y amor incondicional, que han sido toda la ayuda que he necesitado para completar este proyecto que ha durado más de cuatro años.

Por otro lado, también quiero agradecer la ayuda de mis compañeros y profesores, ya que sin ellos hubiera sido más difícil llegar hasta aquí.

Por último, agradecer a mi director de TFG Djamil Kahale Carrillo, por haberse ofrecido a ayudarme y guiado en el trabajo realizado.

Dicho todo esto solo quiero volver a decir: gracias.



## Resumen

Este trabajo trata sobre la cuarta revolución industrial y el estudio sobre su situación en España. La cuarta revolución industrial o industria 4.0 es el proceso de transformación digital de la industria. Es un término que fue utilizado por primera vez por el Gobierno alemán y que describe una organización de los procesos de producción basada en la tecnología y en dispositivos que se comunican entre ellos de forma autónoma a lo largo de la cadena de valor.<sup>1</sup>

Es decir, una revolución que trata de adoptar nuevas tecnologías inteligentes que se integrarán en las organizaciones, las personas y los activos, para la progresiva automatización del proceso productivo. Se trata de tecnologías innovadoras cuya aplicación a la industria se desarrollará día a día. Hablamos de fabricación aditiva, robótica colaborativa, herramientas de planificación de la producción, visión artificial, realidad virtual, gamificación, simulación de procesos, inteligencia operacional, IoT (Internet of Things), y las denominadas KET, por su acrónimo inglés (Key Enabling Technologies)<sup>2</sup>

Es importante entender el potencial de esta cuarta revolución industrial porque no solo afectará a los procesos de fabricación. Su alcance es mucho más amplio, afectando a todas las industrias y sectores e incluso a la sociedad. La industria 4.0 puede mejorar las operaciones de negocio y el crecimiento de los ingresos, transformando los productos, la cadena de suministro y las expectativas de los clientes. Es probable que dicha revolución cambie la forma en que hacemos las cosas, pero también podría afectar cómo los clientes interactúan con ellas y las experiencias que esperan tener mientras interactúan con las empresas. Más allá de eso, podría generar cambios en la fuerza laboral, lo que requeriría nuevas capacidades y roles.<sup>3</sup>

La industria española es relevante tanto en el ámbito nacional como en el internacional siendo la quinta economía europea y la decimotercera del mundo. Está compuesta de sectores determinantes que concentran gran parte del VAB y el empleo del país, como son: alimentación y bebidas, manufactura de metales, vehículos de motor, componentes, el sector químico, textil y confección.

La industria española también presenta carencias que dificultan su competitividad global como son: elevados costes de energía, baja inversión en i+d+i o relativa obsolescencia en los medios productivos.

Por ese motivo es necesario una modernización de la industria, para seguir siendo competitivos en el mercado global. La industria 4.0 está llena de oportunidades y su adopción supone una ventaja competitiva para las empresas

---

<sup>1</sup> Smit, Jan et al, *Industry 4.0. Directorate General for Internal Policies*. European Parliament, 2016.

<sup>2</sup> CIC, *Industria 4.0, la revolución industrial y la inteligencia operacional*, en [www.CIC.es](http://www.CIC.es), 2020.

<sup>3</sup> Deloitte, *¿Qué es la Industria 4.0?, Davos y la Industria 4.0*, en [www2.deloitte.com](http://www2.deloitte.com), 2017.

**Palabras clave:** Cuarta revolución industrial, industria 4.0, tecnologías inteligentes, IoT, oportunidades.

# Índice

1. Introducción .....	1
2. ¿Qué es la cuarta revolución industrial? .....	2
2.1. Origen, definición y características de la revolución industrial 4.0 .....	3
2.2. La importancia de la industria 4.0 .....	5
3. Implantación de la industria 4.0 en España .....	5
3.1. Situación de la industria española .....	5
3.2. 12 retos que afrontar en la industria 4.0 .....	9
3.3. Herramientas para la transformación a la Industria 4.0 .....	12
3.4. Modelo de implantación.....	14
3.5. Los obstáculos existentes .....	15
3.6. Líneas de actuación .....	18
4. El empleo 4.0 .....	21
4.1. Novedades en los puestos de trabajo.....	24
4.2. Sindicatos 4.0 .....	26
4.3. Formación 4.0.....	27
5. La mujer en la industria 4.0 .....	29
6. Conclusiones .....	34
7. Bibliografía .....	37
8. Webgrafía.....	38
9. Glosario.....	39

## Índice de Figuras

Figura 1. De la industria 1.0 a la industria 4.0.....	2
Figura 2. Tecnologías involucradas en la industria 4.0.....	3
Figura 3. Producto Interior Bruto (Miles de millones, \$, 2015).....	6
Figura 4. Aportación acumulada por sectores (% VA, 2013).....	7
Figura 5. Distribución de empresas industriales por tamaño.....	8
Figura 6. Principales rutas marítimas este-oeste.....	9
Figura 7. El internet de las cosas.....	13
Figura 8: Comparativa de inversión en I+D Industrial 2013.....	16
Figura 9. Evolución del gasto en innovación de las empresas industriales españolas ( miles de millones).....	17
Figura 10: Reparto del consumo energético de la industria.....	18
Figura 11. Valoración de determinadas afirmaciones sobre el impacto que puede tener la implementación de la industria 4.0.....	21
Figura 12. Probabilidad de automatización por puestos de trabajo.....	23
Figura 13. Porcentaje de trabajadores de 15-64 años con teletrabajo.....	25
Figura 14. Porcentaje de graduados en carreras STEM.....	29
Figura 15. Participación en la fuerza laboral femenina,%.....	30
Figura 16. Participación de la mujer en la fuerza laboral por industria, %.....	32



## 1. Introducción

Las nuevas tecnologías y la globalización están ofreciendo a las empresas grandes oportunidades de crecimiento, mercados más amplios, mejores condiciones para los negocios o medios de transporte más rápidos. Cada día que pasa los obstáculos que antiguamente nos separaban como la distancia o el idioma son menores, y esto hace que todo se conecte entre sí.

Como consecuencia de esta globalización, la industria se encuentra en un momento de evolución, donde la gestión de la información proveniente desde todas las áreas de la empresa debe ser gestionada de forma eficiente y en tiempo real, para así ser más flexibles y atender de manera más eficaz las demandas, cada vez más particulares y cambiantes de los clientes. Por tanto, la interconectividad en tiempo real entre todas las áreas de gestión de la empresa son el punto clave en este cambio. El paso ya dado hacia una “sociedad de la información”, debe ser ahora conducido hacia las fábricas, creando “plantas inteligentes” donde la gestión de la información pasa a ser la base de la mejora continua y de la optimización de procesos.<sup>4</sup>

La industria 4.0, aun siendo un término de moda hoy en día, no se conoce exactamente de qué tarta, ni qué tecnologías están involucradas o qué beneficios pueden aportar. En este trabajo se explicará la revolución industrial 4.0. Para ello se tratarán temas como su origen, definición y características. Además de la situación actual de la industria española, así como, la transformación digital que desea realizar, los retos existentes, las oportunidades y los planes de actuación para lograrlo. También se estudiará cómo puede afectar al empleo en España, a su sistema educativo y el papel de la mujer en la industria 4.0.

---

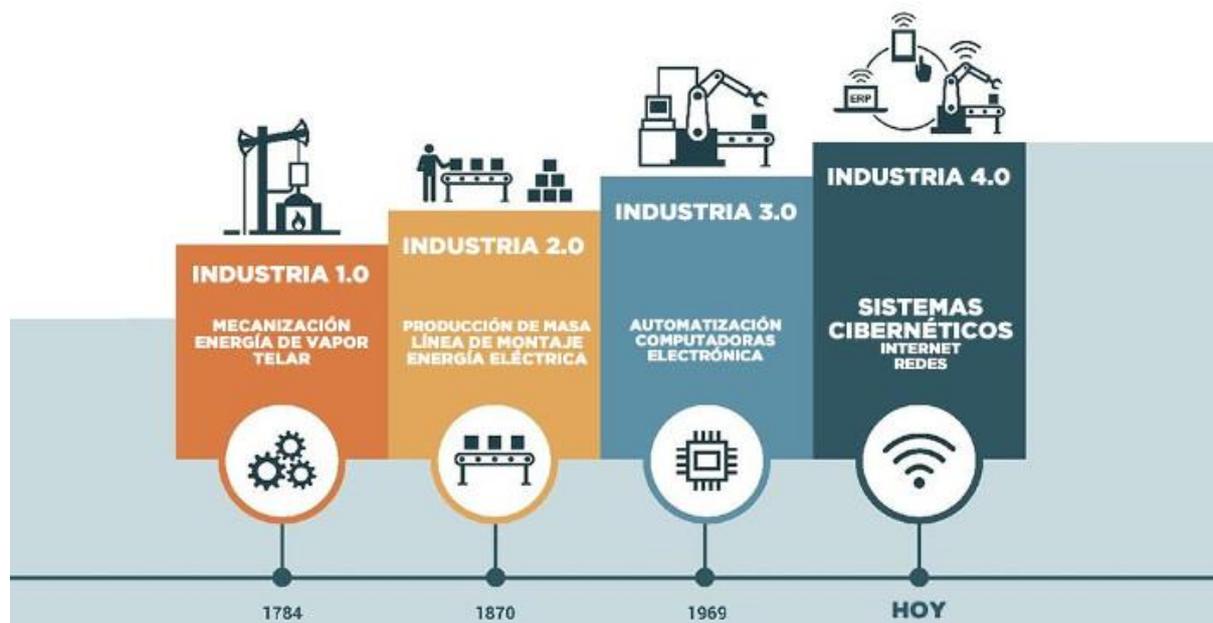
<sup>4</sup> Murcia Industria 4.0, *El caso de Takasago*, en [www.murciaindustria40.es](http://www.murciaindustria40.es), 2019.

## 2. ¿Qué es la cuarta revolución industrial?

A lo largo de la historia se le ha llamado revolución industrial a las grandes transformaciones en el ámbito tecnológico, económico, social y cultural.

La primera se produjo en 1784 gracias a la introducción de equipos de producción mecánicos impulsados por la energía de vapor. La segunda tuvo ocasión en 1870 de la mano de la producción en masa y a la energía eléctrica. La tercera llegó en 1969 con la introducción de la informática y electrónica. Y finalmente en la segunda década del siglo XXI se ha producido lo que muchos expertos denominan la cuarta revolución industrial. La industria 4.0.

Figura 1. De la industria 1.0 a la industria 4.0



Fuente: Accel grow, *tecnología 4.0 y la cuarta revolución industrial*, en [www.accelgrow.com](http://www.accelgrow.com), 2019

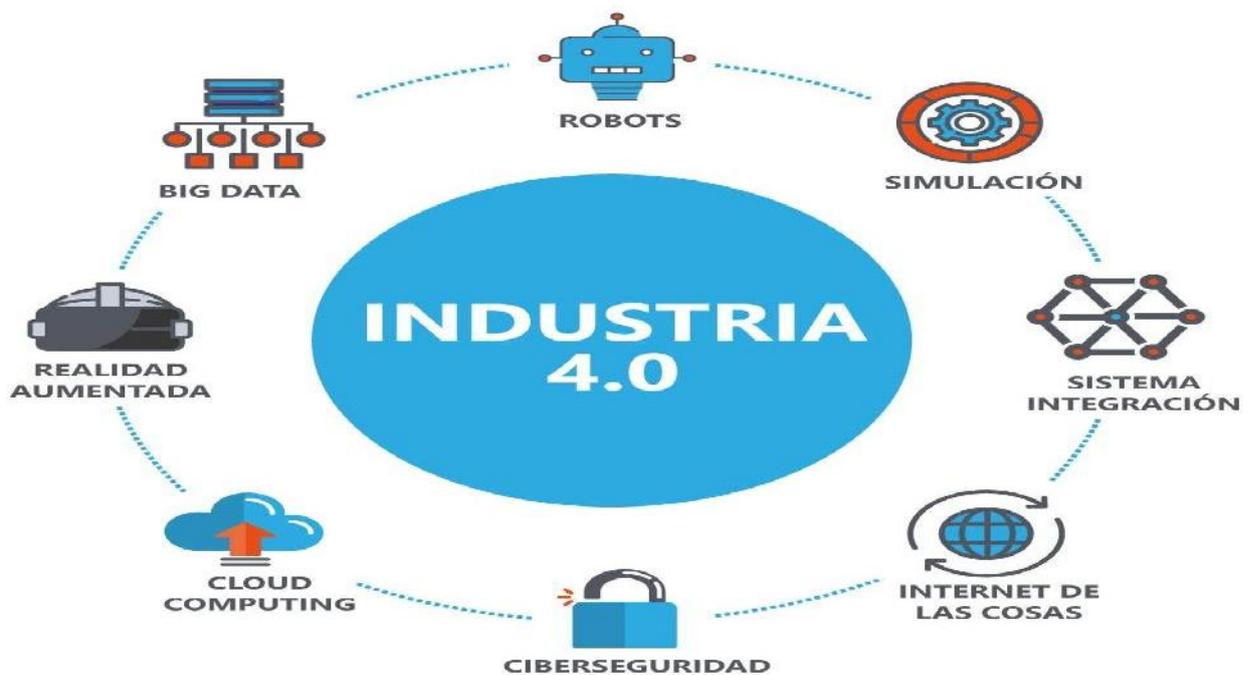
Producciones en masa, costes bajos, utilización de diversas energías, mercado global e internacionalización de las empresas. Estos han sido los avances que ha sufrido la industria a lo largo de la historia y que han permitido el progreso de la sociedad. ¿Pero qué es la industria 4.0?, y ¿cuál es el cambio que se ha producido respecto a las anteriores?

## 2.1. Origen, definición y características de la revolución industrial 4.0

Industria 4.0 es un término que fue utilizado por primera vez por el Gobierno alemán y que describe una organización de los procesos de producción basada en la tecnología y en dispositivos que se comunican entre ellos de forma autónoma a lo largo de la cadena de valor.<sup>5</sup> Este fenómeno representa un cambio tan grande que también se denomina como la cuarta revolución industrial.

Es decir, una nueva revolución que trata de adoptar nuevas tecnologías inteligentes que se integrarán en las organizaciones, las personas y los activos, para la progresiva automatización del proceso productivo. Se trata de tecnologías innovadoras cuya aplicación a la industria se desarrollará día a día. Hablamos de fabricación aditiva, robótica colaborativa, herramientas de planificación de la producción, visión artificial, realidad virtual, gamificación, simulación de procesos, inteligencia operacional, IoT (Internet of Things, y las denominadas KET, por su acrónimo inglés (Key Enabling Technologies)).<sup>6</sup>

Figura 2. Tecnologías involucradas en la industria 4.0



Fuente: Gdit, *fabrica inteligente e industria 4.0*, en [www.gdit.es](http://www.gdit.es), 2017

La cuarta revolución industrial, o la Industria conectada 4.0, es una nueva era que da un salto cuantitativo y cualitativo en la organización y gestión de cadenas de valor. Esta nueva etapa de la industria apuesta por una mayor automatización, conectividad y globalización. Intentando proporcionar una fusión de los planos físico y digital, siendo Internet la base de interconexión.

<sup>5</sup> Smit, Jan et al, *Industry 4.0. Directorate General for Internal Policies*. European Parliament, 2016.

<sup>6</sup> CIC, *Industria 4.0, la revolución industrial y la inteligencia operacional*, en [www.CIC.es](http://www.CIC.es), 2020.

Podemos hablar entonces de que el objetivo de la Industria 4.0 es proporcionar acceso a tiempo real a los datos que se generan continuamente en todos los procesos productivos de las organizaciones.

Y lo hace, integrando digitalmente la información que recibe desde diferentes fuentes de la cadena de valor. Permitiendo así el acceso en el mundo digital, de todos los datos generados en el mundo físico a tiempo real. Este ciclo es conocido como el proceso PDP (por sus siglas en inglés physical-to-digital-to-physical).

El proceso PDP se compone de tres fases diferenciadas:

Primero se captura la información del mundo físico y se crea un registro digital de la misma.

Segundo la información se comparte y se interpreta utilizando analítica avanzada, análisis de escenarios e inteligencia artificial para descubrir información relevante.

Y por último se aplican algoritmos para traducir las decisiones del mundo digital a datos efectivos, estimulando acciones y cambios en el mundo físico.

Los avances que propone la industria 4.0 afectan a toda la cadena de valor de la empresa. Como vamos a ver a continuación:

**Proceso:** la transformación digital aplicada a los procesos supone incorporar tecnologías 4.0 para hacerlos más eficientes y flexibles, ya sea mediante una optimización de los ya existentes o un cambio de los mismos. Un ejemplo sería la impresión 3D, que hace posible la producción de prototipos mucho más rápidamente y agiliza el proceso de diseño. Por otro lado, la robótica permite flexibilizar los procesos para que estos se adapten mejor a los requisitos de los clientes.

**Producto:** la digitalización de los productos de la industria puede suponer la incorporación de tecnología a los ya existentes, mejorando así sus funcionalidades, o permitir la aparición de otros nuevos. Un ejemplo que lo ilustra es el automóvil y su evolución hacia la integración con la electrónica y los componentes digitales.

**Modelo de negocio:** la Industria 4.0 y sus tecnologías también posibilitan la aparición de nuevos modelos de negocio, al cambiar el modo en que se pone a disposición del cliente un producto o servicio.

## **2.2. La importancia de la industria 4.0**

Hasta ahora, se ha visto el concepto de Industria 4.0 y qué implementaciones propone. Pero, ¿por qué es importante la Industria 4.0?

Es importante entender el potencial de esta cuarta revolución industrial porque no solo afectará a los procesos de fabricación. Su alcance es mucho más amplio, afectando a todas las industrias y sectores e incluso a la sociedad. La industria 4.0 puede mejorar las operaciones de negocio y el crecimiento de los ingresos, transformado los productos, la cadena de suministro y las expectativas de los clientes. Es probable que dicha revolución cambie la forma en que hacemos las cosas, pero también podría afectar cómo los clientes interactúan con ellas y las experiencias que esperan tener mientras interactúan con las empresas. Más allá de eso, podría generar cambios en la fuerza laboral, lo que requeriría nuevas capacidades y roles.<sup>7</sup>

Además, las tecnologías relacionadas con la Industria 4.0 también pueden conducir a productos y servicios completamente nuevos. El uso de sensores y dispositivos portátiles, el análisis y la robótica, entre otros, permitirán mejoras en los productos de diversas maneras, desde la creación de prototipos y pruebas hasta la incorporación de conectividad a productos previamente desconectados. Estos cambios en los productos se traducen, a su vez, en cambios en la cadena de suministro y, consecuentemente, en los clientes.<sup>8</sup>

## **3. Implantación de la industria 4.0 en España**

### **3.1. Situación de la industria española**

Para hablar de la transformación digital de la industria española primero es importante conocer su situación actual.

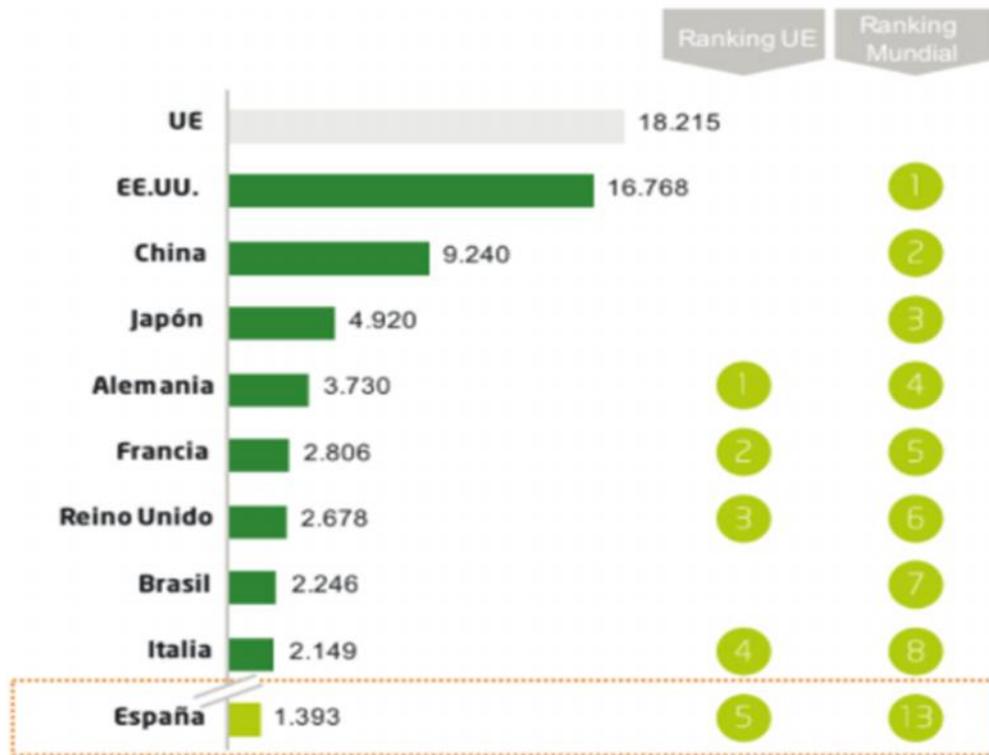
La industria española es relevante tanto en el ámbito nacional (según el INE representa el 13% del valor añadido) como en el internacional (siendo la quinta economía europea y la decimotercera del mundo, según el fondo monetario internacional.)

---

<sup>7</sup> Deloitte, ¿Qué es la Industria 4.0?, Davos y la Industria 4.0, en [www2.deloitte.com](http://www2.deloitte.com), 2017.

<sup>8</sup> Idem

Figura 3. Producto Interior Bruto (Miles de millones, \$, 2015)

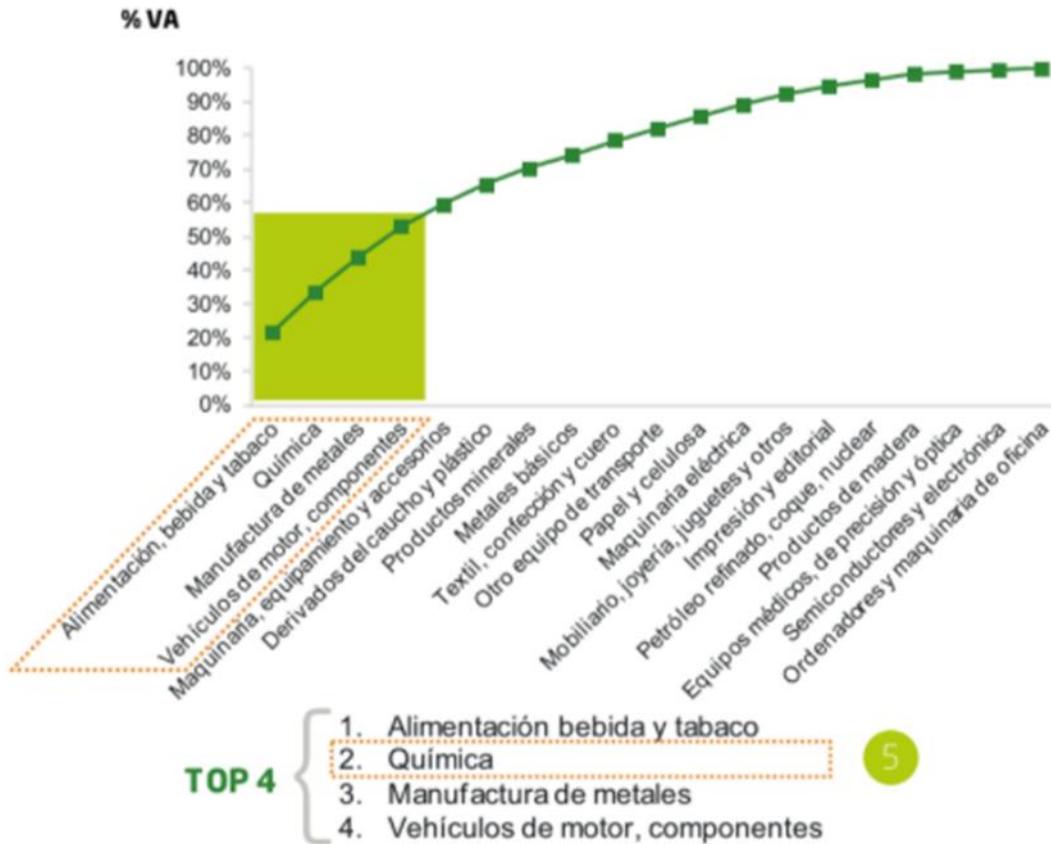


Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo, *Industria conectada 4.0, La transformación digital de la industria española*, Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Madrid, 2015, p. 11

- Cuatro sectores concentran el 50% del valor generado por la industria en términos de valor añadido y ocupación. Los tres sectores que más contribuyen, tanto en valor añadido como en ocupación son: alimentación y bebidas; manufactura de metales; y vehículos de motor y componentes. A estos tres sectores se les suma el sector químico en términos de valor añadido y textil y confección en términos de ocupación.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Ministerio de Industria, Energía y Turismo, *Industria conectada 4.0, La transformación digital de la industria española*, 2015, p. 13.

Figura 4. Aportación acumulada por sectores (%VA, 2013)

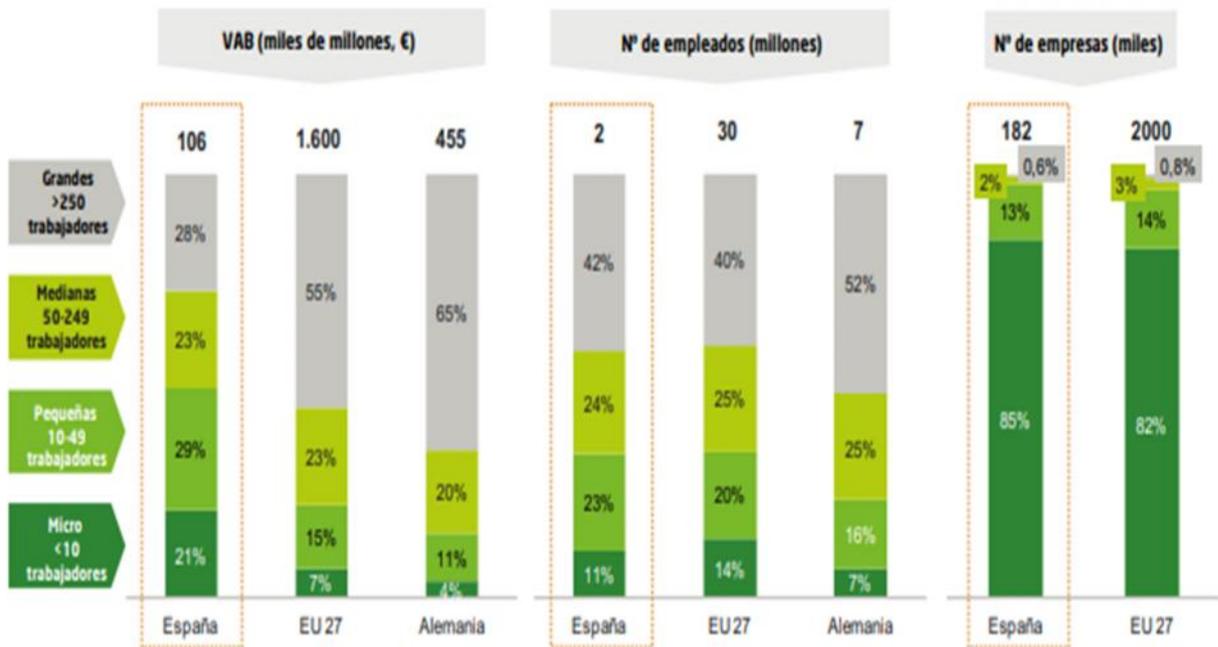


Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo, *Industria conectada 4.0: La transformación digital de la industria española*, Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Madrid, 2015, p. 13

- El tejido empresarial industrial se caracteriza por una mayor presencia de la pyme. El tejido empresarial de la industria española se caracteriza por un peso muy relevante de las pymes. Si bien la distribución de las empresas por tamaño es similar a la del resto de Europa, se observa que las grandes empresas en España generan un menor VAB en comparación con la UE27 o Alemania, donde las microempresas y pequeñas empresas tienen menor peso.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Ibidem, p. 18.

Figura 5. Distribución de empresas industriales por tamaño

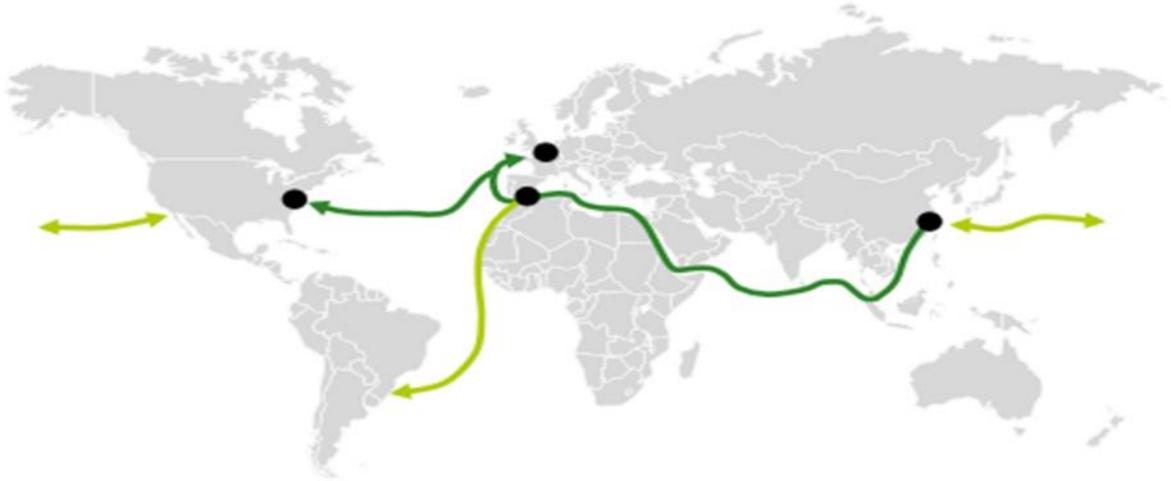


Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo, *Industria conectada 4.0: La transformación digital de la industria española*, Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Madrid, 2015, p. 18

- España es un país bien posicionado geográficamente y con buenas infraestructuras de transporte. España es la zona europea más próxima a los continentes americano y africano. Además, las grandes rutas globales este-oeste entre zonas asiáticas y zonas consumidoras como las europeas y Norte América pasan por el Mediterráneo y cerca de puertos españoles (como los de Barcelona, Algeciras o Valencia). No obstante, se encuentra alejada del epicentro europeo y del principal foco de consumo de Europa, a donde se accede sobre todo por los puertos del norte de Europa<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Ibidem, p. 22.

Figura 6. Principales rutas marítimas este-oeste



Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo, *Industria conectada 4.0, La transformación digital de la industria española*, Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Madrid, 2015, p. 22.

- España presenta carencias que dificultan su competitividad global como son: elevados costes de energía, baja inversión en I+D+i o relativa obsolescencia en los medios productivos.

### 3.2. 12 retos que afrontar en la industria 4.0

El informe industria conecta 4.0 propone una serie de retos a los que la industria española debe enfrentarse:

1. Usar métodos colaborativos para potenciar la innovación: Tratar de involucrar en un mismo proyecto de innovación a varias empresas interesadas e incluso clientes o centros de investigación. El objetivo es tener en cuenta conocimientos diferentes y complementarios con el fin de dar lugar a innovaciones disruptivas en un tiempo más reducido.<sup>12</sup>

2. Combinar flexibilidad y eficiencia en los medios productivos: La necesidad de eficiencia de los medios productivos, aunque siempre ha existido, se considera una disrupción por la relevancia mucho mayor que ha adquirido al combinarse con la flexibilidad, algo a lo que la digitalización puede dar respuesta.

---

<sup>12</sup> Ibidem, p. 30.

Tradicionalmente, la eficiencia se ha logrado estableciendo medios productivos lineales especializados y automatizados. La flexibilidad, contrariamente, se ha caracterizado por la ausencia de especialización y automatización. El reto consiste en combinar ambas propiedades en una misma cadena de producción, logrando procesos automatizados y eficientes que permitan producir, de manera flexible, varias series. La digitalización favorece que los activos productivos puedan adaptarse de manera rápida a un cambio de serie o producto. La digitalización de los medios productivos supone un reto debido a la importante inversión que supone, pero también por el esfuerzo de adaptación de los medios existentes que requiere. Varios actores de la industria han indicado que: si diseñar una fábrica de nueva generación requiere inversión, adaptar una ya existente precisa de un proceso de adaptación de los activos que puede ser muy complejo y costoso.<sup>13</sup>

3. Gestionar tamaños de series y tiempos de respuesta más cortos: Como consecuencia de la personalización del producto, se reducen los tamaños de las series y los tiempos de respuesta. Los menores tamaños de las series requieren una mayor flexibilidad de la producción y los menores tiempos de respuesta implican un mayor esfuerzo logístico y de coordinación entre los distintos actores de la cadena de valor. Con la automatización de los procesos (tercera revolución industrial), se logró eficiencia con series largas y rígidas. Pasar de estas series largas a unas cortas supone la modificación de procesos tanto en la fabricación como en la logística e incluso en la distribución.<sup>14</sup>

4. Adoptar modelos logísticos inteligentes: Incorporar la nueva tecnología digital a los procesos logísticos, generando modelos logísticos inteligentes y conectados con otras aplicaciones de negocio. Varios factores hacen de esta un factor clave: la personalización y los canales digitales obligan a una mayor flexibilidad en rutas; el acceso a la información supone una alta competitividad en costes; y el fraccionamiento de la cadena de valor hace necesaria una perfecta coordinación en tiempos. Todo ello hace que la gestión logística avanzada requiera una eficiencia cada vez mayor.<sup>15</sup>

5. Adaptarse a la transformación de canales (digitalización y omnicanalidad): La aparición de nuevos canales digitales, como las redes sociales o las webs de ventas por internet, ha dado lugar a una multiplicación de los mismos y al concepto de multicanalidad. Estos canales presentan una oportunidad, pues permiten a las empresas tener acceso a clientes, actuales y potenciales, a los que de otra manera no podrían llegar o contactar.<sup>16</sup>

6. Aprovechar la información para anticipar las necesidades del cliente: Otro reto a tener en cuenta es lograr anticiparse a las necesidades del cliente. Esta anticipación va referida tanto a los deseos de un cliente concreto como a los de una colectividad. El objetivo es poder ofrecer productos y servicios ajustados a los gustos y preferencias de cada cliente. En el caso de la colectividad de clientes, se trata de predecir la demanda de un producto concreto para poder

---

<sup>13</sup> Ibidem, p. 30.

<sup>14</sup> Idem.

<sup>15</sup> Ibidem, p. 31.

<sup>16</sup> Idem.

ajustar la producción, optimizando los procesos productivos y logísticos y, en definitiva, la gestión de los stocks. Para ello, las empresas pueden utilizar la recogida de datos a través de mecanismos capaces de recabar información de las compras realizadas por un cliente (programas de fidelización, cuentas de usuario, etc.), así como la información generada en las bases de datos transaccionales de las empresas. Una vez se dispone de la información, las necesidades y preferencias podrán ser identificadas, por ejemplo, mediante modelos predictivos. Predecir nuevas tendencias a partir de la información disponible en la red.<sup>17</sup>

7. Adaptarse a la hiperconectividad del cliente: El cliente (final o industrial) de hoy en día está hiperconectado y tiene acceso en todo momento, tiempo y lugar, a toda la información disponible: noticias, precios de productos y servicios, opiniones, ideas, publicaciones, informes, etc. La hiperconectividad del cliente representa al mismo tiempo una oportunidad para alcanzar nuevos usuarios y una amenaza, ya que los clientes actuales pueden identificar nuevos proveedores más fácilmente, lo que implica una mayor competencia.<sup>18</sup>

8. Gestionar la trazabilidad multidimensional extremo a extremo: La trazabilidad permite conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto a lo largo de toda la cadena de valor. Permite conocer el origen y destino de los productos finales e intermedios, para hacerla disponible al consumidor.<sup>19</sup>

9. Gestionar la especialización mediante la coordinación de ecosistemas industriales de valor: Para afrontar los requerimientos de eficiencia cada vez más exigentes, las empresas industriales tienden a la especialización, dando lugar a la fragmentación de las cadenas de valor. La fragmentación también ha propiciado la localización de cada una de las fases de la cadena de valor en puntos geográficos distintos y/o a la subcontratación de parte de sus procesos. El tamaño medio de las empresas industriales españolas (pymes en su mayoría) y la especialización en eslabones concretos de la cadena de valor favorecen la creación de ecosistemas especializados, en los que las diferentes empresas sectoriales se interrelacionan. Por ello, la cadena de valor tradicional, basada en una organización lineal de sus actores, se complica y transforma, evolucionando hacia un ecosistema de valor con interacciones multidireccionales entre ellos. En este nuevo contexto, es necesario garantizar la coordinación y la interacción de los diferentes actores que conforman el ecosistema de valor para garantizar un correcto funcionamiento del proceso de diseño, producción y posterior comercialización.<sup>20</sup>

10. Garantizar la sostenibilidad a largo plazo: La sostenibilidad se puede aplicar tanto al proceso industrial como al producto y viene determinada por numerosos factores, como el uso eficiente de los recursos, el uso optimizado de las materias primas y el adecuado tratamiento de los residuos. En el nuevo paradigma digital, se deja atrás la industria poco sensible al impacto que pudiera generar en su entorno para dar paso a una industria integrada en él. Así,

---

<sup>17</sup> Ibidem, p. 32.

<sup>18</sup> Idem.

<sup>19</sup> Idem.

<sup>20</sup> Ibidem, p. 33.

la eficiencia energética (optimización del uso de la energía) es un factor competitivo determinante. La optimización en el uso de otros recursos como las materias primas también puede ser un factor competitivo clave. Por otra parte, la sostenibilidad también está relacionada con el concepto de producto sostenible. Cada vez más se espera que el producto industrial sea sostenible.<sup>21</sup>

11. Ofrecer productos personalizados: La personalización de los productos consiste en adaptarlos a las necesidades o preferencias de cada cliente. El reto actual significa ofrecer estos productos personalizados de manera masiva, es decir, sin aumentar sus costes, en grandes volúmenes y no afectando a la calidad. La personalización implica un mayor número de referencias y un menor tamaño de las tiradas y lotes, además de unos tiempos de respuesta reducidos. Todo ello requiere de un esfuerzo adicional de logística y coordinación por parte de todos los actores de la cadena de producción y distribución, además de las capacidades necesarias para llevar a cabo este tipo de producción.<sup>22</sup>

12. Adaptar el portfolio de productos al mundo digital: La industria debe adaptar su portafolio de productos a la digitalización. Esta adaptación se puede llevar a cabo “digitalizando” productos actuales (incluyendo tecnología digital y enriqueciendo funcionalidades), o produciendo nuevos productos digitales e inteligentes.<sup>23</sup>

### **3.3. Herramientas para la transformación a la Industria 4.0**

La transformación a la Industria 4.0 de las empresas españolas pasa a través de los habilitadores digitales. Son elementos que posibilitan la transformación digital de la industria. Son a la vez origen de los retos de la industria (la incorporación de los avances tecnológicos en la industria genera nuevos retos) y herramientas para afrontarlos.<sup>24</sup>

Uno de los habilitadores más famosos de hoy en día es el de Internet de las Cosas o IoT (como se le conoce por sus siglas en inglés, acrónimo de Internet of Things). Hablamos de un concepto amplio, pues reúne una gran cantidad de tecnologías (habilitadores digitales), como las interfaces de programación de aplicaciones (API) que conectan los dispositivos a Internet, herramientas de gestión de Big Data, el análisis predictivo, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, la nube y la identificación por radiofrecuencia (RFID). Trata de la conexión de los objetos con Internet, del mundo físico (dispositivos) y del digital (sistemas), en los que millones de dispositivos y sistemas colaboran entre ellos y con otros para proveer servicios inteligentes (Smart) a los usuarios.<sup>25</sup>

---

<sup>21</sup> Idem.

<sup>22</sup> Ibidem, p. 34.

<sup>23</sup> Idem.

<sup>24</sup> Ibidem, p. 38.

<sup>25</sup> Idem.



Cada uno de los habilitadores puede tener efecto en uno o en varios de los tres niveles de impacto de la Industria 4.0: pueden optimizar o cambiar el proceso; mejorar los productos existentes o crear productos nuevos; y permitir la aparición de nuevos modelos de negocio.<sup>26</sup>

### 3.4. Modelo de implantación

Se pretende implantar la industria 4.0 a través de un modelo con tres objetivos bien identificados:

- Incrementar el valor añadido industrial y el empleo cualificado en el sector industrial.<sup>27</sup>
- Favorecer el modelo industrial de futuro para la industria española, con el fin de potenciar los sectores industriales de futuro de la economía y aumentar su potencial de crecimiento, desarrollando a su vez la oferta local de soluciones digitales.<sup>28</sup>
- Desarrollar palancas competitivas diferenciales para favorecer la industria española e impulsar sus exportaciones.<sup>29</sup>

Estos objetivos están dirigidos a todos los sectores que configuran la industria española, ya que todos son importantes en el tejido económico español. Aun así, se priorizará a los sectores que tienen un reconocido efecto arrastre, así como, aquellos que supongan oportunidades de competitividad futura.

Esta iniciativa también se preocupa en el desarrollo de PYMEs se centrará en aquellas medianas empresas que reúnan una serie de requisitos: tamaño medio, potencial internacional y efecto de tracción sobre otras empresas españolas. Por otro lado, se priorizan empresas medianas-grandes cuyo desarrollo y transformación digital hay que impulsar con el objetivo de ayudarlas a convertirse en empresas líderes en su mercado a nivel europeo y global.<sup>30</sup>

La transformación se llevará a cabo a través de proyectos e iniciativas puestos en marcha a nivel ministerial, autonómico e internacional. Bajo la base de los habilitadores digitales, superando los retos a los que estos han de hacer frente, a largo plazo, pero de forma continuada.

---

<sup>26</sup> Ibidem, p. 39.

<sup>27</sup> Ibidem, p. 47.

<sup>28</sup> Idem.

<sup>29</sup> Idem.

<sup>30</sup> Ibidem, p. 48.

### 3.5. Los obstáculos existentes

Existen obstáculos que la industria española tiene que superar para poder alcanzar los objetivos propuestos.

- Poco conocimiento: En primer lugar, aunque el término 4.0 es un término conocido, no se sabe exactamente a qué se refiere, ni qué tecnologías están involucradas o qué beneficios pueden aportar. Es necesaria una mayor publicidad, divulgación, y concienciación sobre la importancia de su adaptación. Como por ejemplo en Alemania, que en 2006 comenzó el proceso de digitalización de su industria y de la que en 2020 se estima en un incremento de la productividad equivalente a 90.000-150.000 millones de euros (un 15%-25% en términos de productividad sin incluir los costes en materiales intermedios), un incremento de los ingresos de 30.000 millones de euros anuales (un 1% del PIB alemán adicional por nueva producción), y un crecimiento del empleo del 6%.<sup>31</sup>

Por otro lado, la digitalización industrial precisa establecer qué tecnologías usar y cómo. En consecuencia, sin una estrecha colaboración entre los actores relevantes, especialmente entre los sectores industriales y tecnológicos, no se puede garantizar la adecuación de las tecnologías a las necesidades de la industria. Si bien esta colaboración suele existir en algunos sectores y para empresas de cierto tamaño, no está generalizada todavía.

- Falta de regulación de leyes: Otro obstáculo es la falta de regulación de leyes por parte de la Administración Pública.

En España no existe un centro político estratégico que desarrolle, difunda y dirija la Industria 4.0 y la digitalización. Más bien coexisten diversas iniciativas procedentes de los sectores político y económico, así como de los grupos de interés y de la comunidad científica.

Si la sociedad avanza, las leyes deben cambiar. Sin embargo, las normas que hay de manera directa sobre la industria 4.0 son, generalmente, de ayudas o subvenciones.<sup>32</sup>

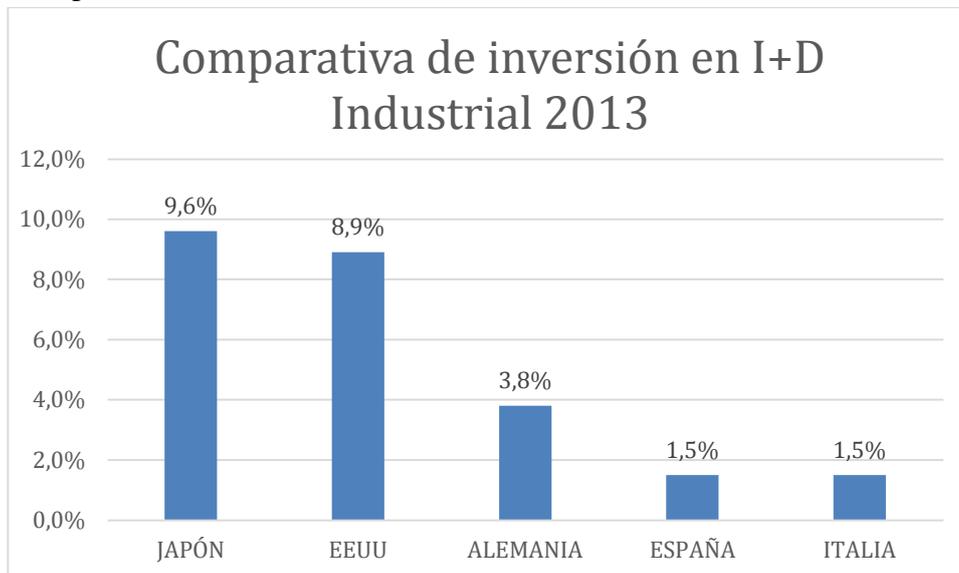
- Baja inversión en I+D+i: También encontramos en España una baja inversión I+D+i tanto por parte de las Administraciones Públicas como por parte de las empresas. Las inversiones en I+D+i privada año a año son menores y se alejan de las cifras de países como Japón, EEUU, o Alemania.

---

<sup>31</sup> Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Industria conectada 4.0, La transformación digital de la industria española, 2014, p. 49.

<sup>32</sup> Comentado por D.T. Kahale Carrillo, en [www.laverdad.es](http://www.laverdad.es), 2019.

Figura 8: Comparativa de inversión en I+D Industrial 2013

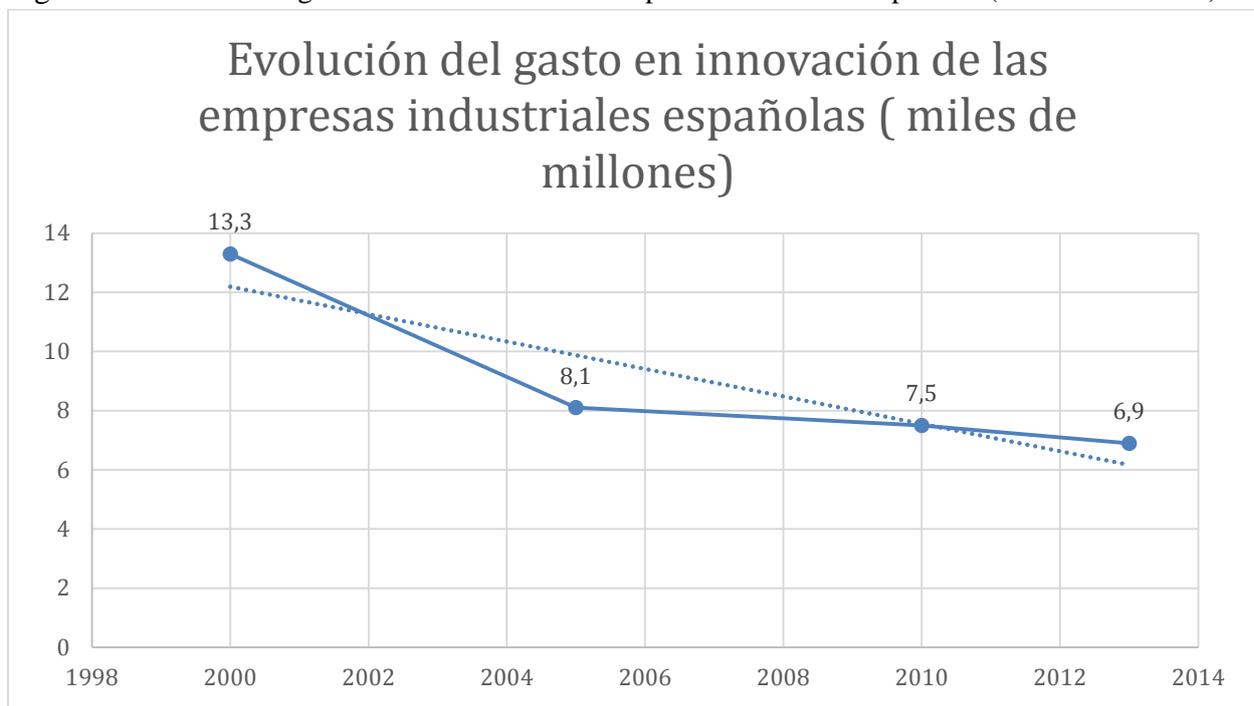


Fuente: American Council for an Energy-Efficient Economy, *The 2014 International Energy Efficiency Scorecard*, American Council for an Energy-Efficient Economy, 2014

En cuanto a las Administraciones Públicas el acceso a la financiación de las empresas industriales españolas se ha visto especialmente dificultado en los últimos años. Este fenómeno es debido, por una parte, a las propias características del sector (industria basada en PYMEs) y, por otra, a un contexto económico desfavorable.<sup>33</sup> Del año 2000 al 2013 ha descendido las inversiones en un 48%.

<sup>33</sup> Ministerio de Industria, Energía y Turismo, *Industria conectada 4.0, La transformación digital de la industria española*, 2014, p. 18.

Figura 9. Evolución del gasto en innovación de las empresas industriales españolas ( miles de millones)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE)

- Coste de energía alto: España es un país con escasos recursos energéticos, por lo que depende fuertemente de las importaciones energéticas. Según la asociación de empresas de energías renovables la dependencia se sitúa en torno a un 76,1% y en 2015 alcanzó los 26.000 millones de euros, lastra todo nuestro entramado empresarial.

El coste de la energía afecta a la totalidad de la industria española, en especial, a aquellos sectores intensivos en recursos energéticos, como, por ejemplo: los de producción de madera o de productos minerales.

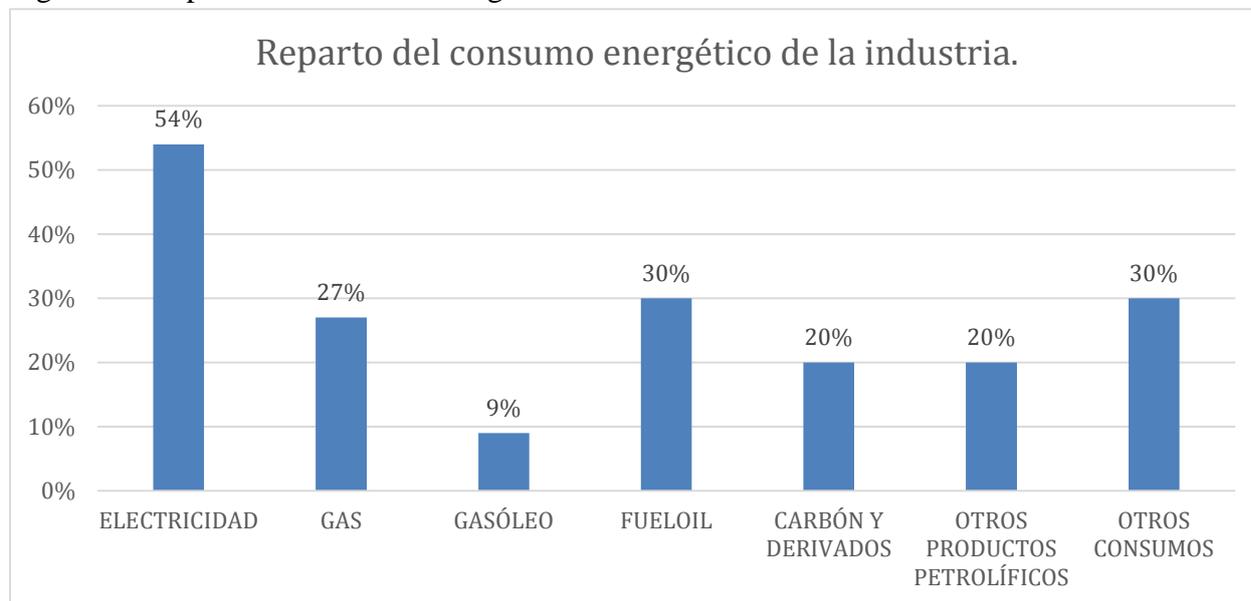
En cuanto al precio de la electricidad industrial, España se sitúa como el cuarto país de la UE con precios más elevados de electricidad (11,1 €/kWh, respecto a la media de 9 €/kWh).

Con respecto al coste medio del gas, España está en la media europea, con un 7,7 €/G Julio.<sup>34</sup>

La gran parte de la energía utilizada en España proviene de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón).

<sup>34</sup> Asociación de empresas de energías renovables, *Producción nacional y autoabastecimiento*, en [www.appa.es](http://www.appa.es), 2018

Figura 10: Reparto del consumo energético de la industria.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE)

### 3.6. Líneas de actuación

Teniendo en cuenta estos obstáculos se han implantado cuatro líneas de actuación, que se centran en potenciar tanto la demanda como la oferta de habilitadores digitales que hagan posible la Industria 4.0 española.

1. Garantizar el conocimiento del concepto Industria 4.0 y de sus tecnologías asociadas, así como el desarrollo de competencias de Industria 4.0 en España.

Para cumplir con este propósito se proponen distintas iniciativas como:

- Garantizar el conocimiento de la industria y público general de la existencia de la iniciativa, el concepto Industria 4.0, las tecnologías que la hacen posible y sus aplicaciones y beneficios mediante un plan de comunicación general.<sup>35</sup>
- Fomentar el conocimiento, por parte de los sectores industriales, de los habilitadores digitales y las soluciones 4.0 existentes con aplicación específica a su sector.<sup>36</sup>

<sup>35</sup> Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Industria conectada 4.0, La transformación digital de la industria española, 2014, p. 52.

<sup>36</sup> Idem.

- Comunicar a nivel internacional la iniciativa Industria Conectada 4.0 y las fortalezas de la industria española.<sup>37</sup>
  - Promover la incorporación de contenidos relacionados con la Industria 4.0 y sus habilitadores digitales en la formación laboral (a profesionales, en planta, desempleados...), con el fin de garantizar que se satisfagan las necesidades de las empresas industriales de competencias relativas a la Industria 4.0.<sup>38</sup>
  - Promover la inclusión de contenidos y cursos específicos de Industria 4.0 en la formación curricular académica (enseñanza obligatoria, universitaria, formación profesional y de postgrado), continuando en la línea marcada por la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE). Como parte de esta iniciativa se reforzarán, dentro del Libro Blanco para el diseño de las titulaciones universitarias en el marco de la Economía Digital, los requisitos formativos necesarios para alcanzar las competencias demandadas por la Industria 4.0.<sup>39</sup>
2. Fomentar la colaboración entre empresas de diversos sectores industriales, empresas tecnológicas, centros de investigación y otras entidades con el fin de promover el desarrollo de soluciones 4.0 adaptadas a las necesidades de la industria.<sup>40</sup>
- Para ello se impulsará entornos y plataformas de colaboración tecnología-industria mediante el apoyo a los ya existentes y el fomento de la generación de nuevos, en línea con los centros de excelencia y los hubs de colaboración que se están proponiendo en el Consejo Europeo y la Comisión Europea.<sup>41</sup>
  - Se promoverá la creación de un entorno de colaboración de ámbito europeo en el que participen los países que hayan desarrollado iniciativas de transformación digital de la industria o quieran impulsarlas.<sup>42</sup>
3. Impulsar el desarrollo de una oferta española de habilitadores digitales.<sup>43</sup>

Como iniciativa se darán a conocer habilitadores digitales en el próximo Plan Nacional de Investigación Científica, Técnica y de Innovación, se incluirá el desarrollo de la industria 4.0 en la Agenda Digital, se creará un plan de desarrollo e innovación de TICs, se hará un plan de internacionalización de empresas tecnológicas, se impulsará en el Consejo Nacional de Ciberseguridad la necesidad de afrontar con urgencia los nuevos retos en materia de ciberseguridad planteados por la aparición del paradigma de la digitalización industrial, promoviendo en su caso la adopción de medidas específicas en los planes nacionales de ciberseguridad que se desarrollen en el marco de la Estrategia Nacional de Ciberseguridad. Y por último se reforzará las actuales medidas de extensión de la banda ancha de nueva

---

<sup>37</sup> Idem.

<sup>38</sup> Idem.

<sup>39</sup> Idem.

<sup>40</sup> Idem.

<sup>41</sup> *Ibidem*, 53.

<sup>42</sup> Idem.

<sup>43</sup> *Ibidem*, p. 52.

generación en entornos relevantes para la industria dentro del Plan de telecomunicaciones y redes ultrarrápidas.<sup>44</sup>

4. Promover las actuaciones adecuadas por parte de la Administración Pública para la puesta en marcha de la Industria.<sup>45</sup>

Mediante la creación de apoyos financieros específicos para PYMEs, metodología de adaptación permanente, estructura organizativa empresarial a los nuevos requerimientos de las PYMEs o nuevos modelos de comercialización de tecnología.<sup>46</sup>

En definitiva, se pretende garantizar que las pymes industriales dispongan de los recursos necesarios para la adopción de tecnología digital (destinados a la adquisición de nueva maquinaria conectada, a la eficiencia energética, a la inversión en habilitadores digitales, etc.).

En el marco regulatorio encontramos que las Administraciones Públicas proponen garantizar que el marco regulatorio sea adecuado para la puesta en marcha de la transformación digital, permitiendo afrontar los retos que suponen el impulso de la conectividad industrial y de la oferta de servicios digitales, garantizando la seguridad y confianza digital.<sup>47</sup>

---

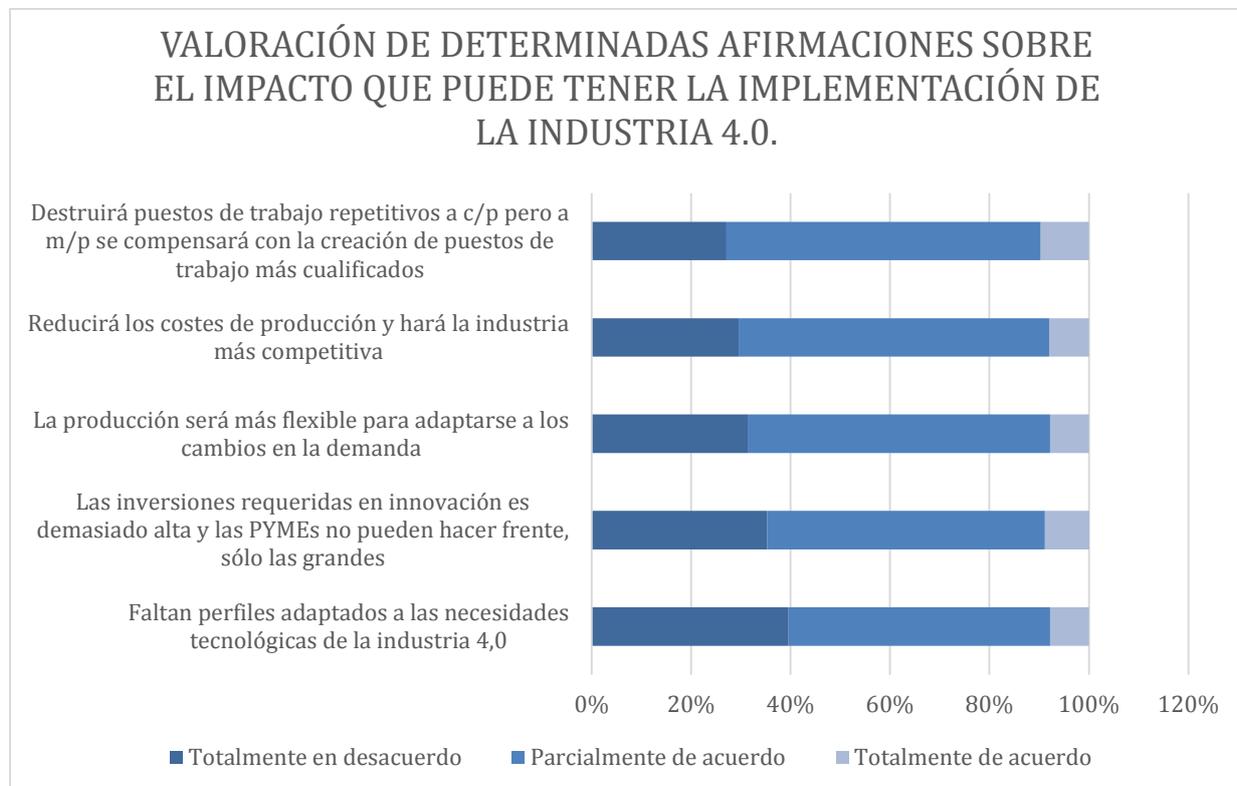
<sup>44</sup> Idem.

<sup>45</sup> Ibidem, p. 53.

<sup>46</sup> Idem.

<sup>47</sup> Ibidem, p. 56.

Figura 11. Valoración de determinadas afirmaciones sobre el impacto que puede tener la implementación de la industria 4.0



Fuente: Blanco, R., Fontrodona, J., Poveda, C., *La industria 4.0: el estado en cuestión, Economía industrial*, Economía industrial, 2017

#### 4. El empleo 4.0

La cuarta revolución industrial va a provocar cambios en los mercados y en sus empresas. La creación de empleo, la destrucción de empleo, la especialización de los puestos de trabajo, o la formación, son temas a tratar en la nueva realidad que deja la industria 4.0.

En referencia a la destrucción y creación de empleo vamos a encontrar diversos enfoques entre los investigadores. Los estudios con un enfoque más pesimista defienden que las novedades tecnológicas que desea implantar la industria 4.0, como la automatización, causará un efecto de sustitución. Lo que provocará la destrucción de puestos de trabajo en determinados sectores y empleos. Cómo estima el Foro Económico Mundial en el informe de la reunión anual de Davos en 2016: “la digitalización de la industria supondrá la desaparición de 7,1 millones de

empleos en los 15 países más industrializados del mundo, y tan solo, la creación de 2,1 millones de nuevas posiciones para 2020.”<sup>48</sup>

Otros estudios tratan con total escepticismo la masiva destrucción de empleo en la industria 4.0, y apoyan la complementariedad entre hombre y máquina. Como queda recogido en el informe de la Unión Científica Economía-Ciencia del Ministerio Federal de Educación y Ciencia alemán: Cabe suponer que la supresión de tareas manuales de escasa complejidad va a seguir adelante, lo cual provocaría el despido de, al menos, una parte de la mano de obra (en particular, la semicualificada), algo que no resultaría aceptable ni para los trabajadores ni tampoco desde el punto de vista de las demandas de integración social de la población, al tiempo que resultaría extremadamente contraproducente para la exitosa implantación de Industria 4.0<sup>49</sup>

Y por último, los estudios de enfoque más optimista, que afirma que el uso de las nuevas tecnologías no tienen un efecto negativo en los puestos de trabajo, sino que será positivo sobre la productividad, lo que hará bajar los precios, aumentar las ventas, y por ende, puede estimular el crecimiento de empleo. Es más, este abaratamiento de los costes de producción puede crear una tendencia más baja, en las empresas españolas, a deslocalizar su producción fuera de España.

Lorenz et. al., de Boston Consulting Group, estiman que el escenario más probable de cara al 2025 sería un crecimiento adicional del PIB del 1% anual debido a la Industria 4.0, lo que haría que esta digitalización de la industria llegara al 50% del total. Esto generaría una pérdida de 610.000 puestos de trabajo en toda la cadena de producción, que se vería compensada con un aumento de 960.000 puestos en I+D y TIC, lo que daría un crecimiento neto de empleo de 350.000 personas. Para evitar que la automatización tecnológica no dañe los niveles de empleo de la industria, es imprescindible que el país se encamine a un período de crecimiento económico sostenido durante los próximos años.<sup>50</sup>

Sobre la automatización en los puestos de trabajo podemos decir que no afectará de igual forma a todas las profesiones. Las menos afectadas serán las que requieran habilidades exclusivas del ser humano, como la creatividad, la motivación, la innovación, la cooperación, la intuición, la

---

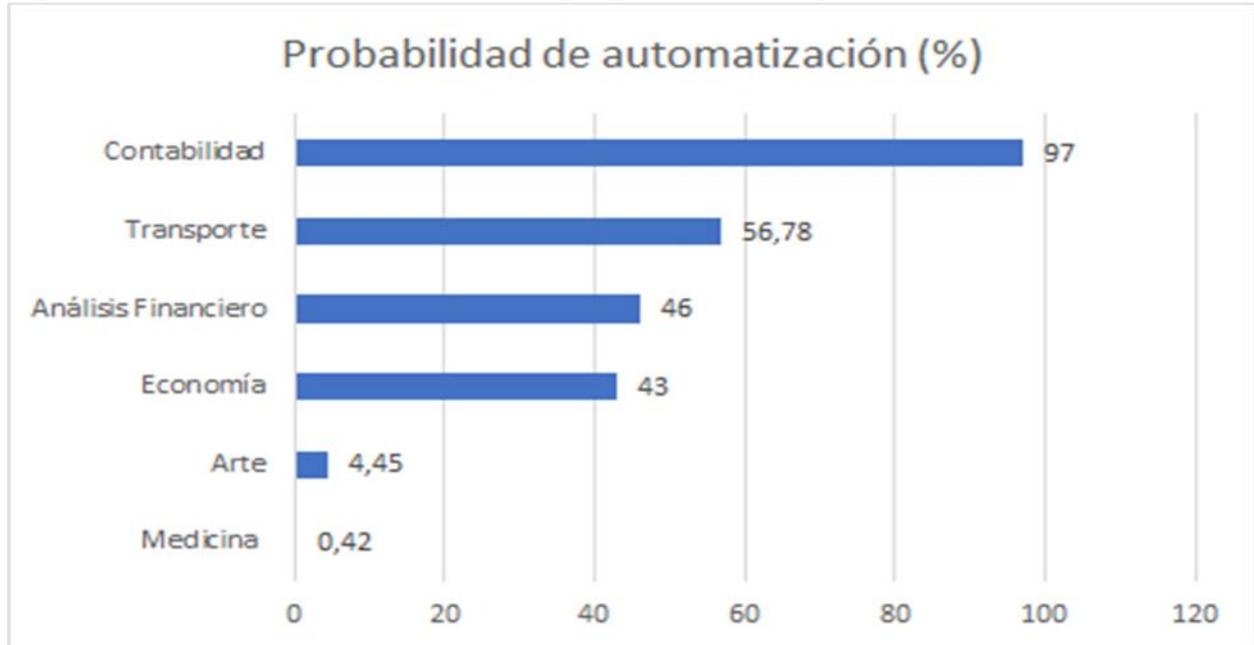
<sup>48</sup> World Economic Forum Annual Meeting 2016, *Mastering the fourth industrial revolution*, World Economic Forum, 2016.

<sup>49</sup> Schroeder, W., *La estrategia alemana industria 4.0: el capitalismo renano en la era de la digitalización*, Economía y Ciencia para la Estrategia de Alta Tecnología, 2013, p. 57.

<sup>50</sup> Lorenz, Markus et al., *Man and Machine in Industry 4.0. How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025?*, The Boston Consulting Group, 2015

capacidad de comunicar y emprender, la persuasión y la originalidad. Por ejemplo, puestos de trabajo de los sectores de salud, educación, servicios sociales y arte.

Figura 12. Probabilidad de automatización por puestos de trabajo.



Fuente: Blanco, R., Fontrodona, J., Poveda, C., *La industria 4.0: el estado en cuestión, Economía industrial*, Economía industrial, 2017

Las medidas de ahorro e innovación empleadas hasta ahora han afectado sobre todo a los trabajadores poco o semicualificados, que han sido reemplazados por máquinas en la realización de sus funciones. Asimismo, se vislumbra que la intensificación de la digitalización afectará prácticamente a todo el abanico de calificaciones. Tanto es así que algunos observadores apuntan a que la digitalización podría tener un efecto similar sobre el trabajo intelectual al de la máquina de vapor y la cadena de montaje sobre el trabajo físico.<sup>51</sup>

Otro problema que puede generar el empleo en la industria 4.0 es el aumento de la desigualdad. Los trabajadores con trabajos más automatizables o con conocimientos intermedios pueden perder sus puestos de trabajo o ver reducidos sus salarios, mientras que los trabajadores con estudios superiores y conocimientos especializados serán más demandados y con contribuciones mayores. Por lo que sería de gran importancia innovar en políticas de empleo y en formación, tanto por parte de los poderes públicos como de las empresas.

<sup>51</sup> Schroeder, W., *La estrategia alemana industria 4.0: el capitalismo renano en la era de la digitalización*, Economía y Ciencia para la Estrategia de Alta Tecnología, 2013, p. 40

## 4.1. Novedades en los puestos de trabajo

Entre los aspectos positivos encontramos novedades como el teletrabajo o la flexibilidad de horarios que facilitan la conciliación de la vida familiar y laboral.

La industria 4.0 pretende redefinir patrones laborales como el lugar y las condiciones en las que trabajamos. El teletrabajo es un nuevo modelo de trabajo caracterizado por ser una forma flexible de organización del trabajo que consiste en el desempeño de la actividad profesional sin la presencia física del trabajador en la empresa durante una parte importante de su horario laboral. Engloba una amplia gama de actividades y puede realizarse a tiempo completo o parcial.

La actividad profesional en el teletrabajo implica el uso frecuente de métodos de procesamiento electrónico de información, y el uso permanente de algún medio de telecomunicación para el contacto entre el teletrabajador y la empresa.<sup>52</sup>

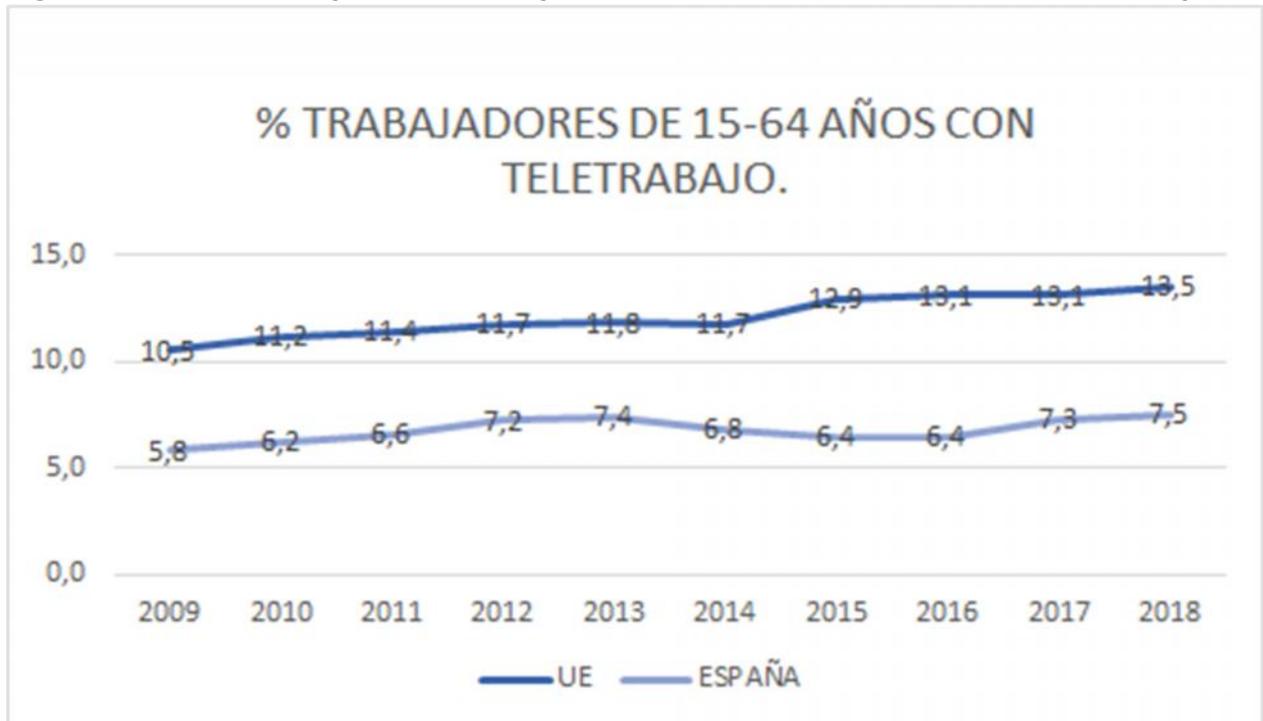
Además, el teletrabajo se ha convertido en una realidad detonada por la crisis sanitaria producida por el Covid 19. Con el fin de reducir la movilidad de la población en el contexto de la lucha contra el Covid-19, el 29 de marzo se paralizó toda actividad en España de los profesionales y trabajadores que no se consideran esenciales o que no pueden trabajar desde su residencia habitual. Por lo que fueron muchas empresas las que utilizaron el teletrabajo para seguir con su actividad.<sup>53</sup>

---

<sup>52</sup> Anghel, B., Cozzolino, M., y Lacuesta, A., *El teletrabajo en España*, Banco de España, 2020.

<sup>53</sup> Idem

Figura 13. Porcentaje de trabajadores de 15-64 años con teletrabajo.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE

El teletrabajo tiene sus ventajas e inconvenientes tanto para los trabajadores como para las empresas.

Desde el punto de vista del trabajador.

Ventajas:

- Se evitan los tiempos de traslado a la oficina.
- Fomenta el ahorro económico y energético.
- Mejora la conciliación laboral.
- Se puede trabajar desde cualquier lugar y a cualquier hora.

Inconvenientes:

- Sensación de soledad al estar trabajando solo en casa.
- Un trato más impersonal con la empresa.

Desde el punto de vista de la empresa.

Ventajas:

- La empresa puede contratar a los mejores profesionales al poder hacer procesos de selección sin el condicionamiento de la distancia geográfica.
- La organización también puede reducir costes ya que el trabajador realiza su trabajo desde casa. Por tanto, esto también fomenta el ahorro de espacio en las instalaciones.

- El teletrabajo ofrece la posibilidad de establecer colaboraciones flexibles con los colaboradores.
- La empresa fomenta una mentalidad en la que lo más importante no es la gestión del tiempo, sino el trabajo por objetivos.
- La empresa puede mantener una comunicación constante con el trabajador.

Inconvenientes:

- Es más difícil organizar el trabajo en equipo.
- Es necesario hacer cambios en la organización empresarial.
- En todos los tipos de negocios no se puede implementar el teletrabajo.<sup>54</sup>

## 4.2. Sindicatos 4.0

Todos estos cambios afectan directamente al trabajador, a sus derechos y deberes en la empresa. Por tanto, se crea una situación donde los sindicatos tienen que actuar negociando convenios con las empresas. Los sindicatos tienen que trabajar en tener un profundo conocimiento de la nueva revolución industrial, un conocimiento adecuado de los cambios y consecuencias de la industria 4.0, para así poder asegurar condiciones dignas de seguridad e higiene laboral para los trabajadores.

En este sentido son interesantes temas como la regulación del teletrabajo, la flexibilidad de horarios, la integración de tareas o categorías o la desconexión digital.

¿Qué pasará con los trabajadores despedidos por la automatización? o ¿los despidos de trabajadores de edad avanzada con difícil reincorporación al mundo laboral?

Será labor de los representantes de los trabajadores “proponer cláusulas para proteger a los empleados cuyas funciones desaparezcan por la automatización de tareas”<sup>55</sup>

La no desconexión digital también amenaza la higiene laboral de los trabajadores. Con la digitalización del trabajo el puesto de trabajo ya no solo está en la empresa. Sino que mediante dispositivos portátiles conectivos el trabajo se puede hacer en cualquier parte y a cualquier hora. Este hecho genera el problema de no respetar los tiempos de descanso del trabajador, y las prolongaciones indebidas de la jornada laboral. Ya han comenzado a tomarse medidas al respecto, por ello, el legislador regula la desconexión digital en la ley orgánica de protección

---

<sup>54</sup> Vivus, *Ventajas e inconvenientes del teletrabajo*, en <https://www.vivus.es>, 2020.

<sup>55</sup> Comentado por Kahale Carrillo, D.T., en [www.laverdad.es](http://www.laverdad.es), 2020.

de datos, específicamente, en el artículo 88, al señalar que los trabajadores y los empleados públicos tendrán derecho a la desconexión digital con el propósito de garantizar, fuera del tiempo de trabajo legal o en lo dispuesto en los convenios colectivos, el respeto de su tiempo de descanso, permisos y vacaciones, así como de su intimidad personal y familiar. Hay que destacar que se trata de una norma que tiene un antecedente reciente en el derecho comparado, concretamente, en el derecho francés. De su lectura, se puede inferir que la desconexión digital supone el derecho del trabajador durante su tiempo de descanso a no recibir y, en su caso, a desatender los requerimientos que, a través de los dispositivos electrónicos de comunicación que le ha proporcionado la empresa, pueda recibir de ésta, bien directamente o provenientes de terceros.<sup>56</sup>

### 4.3. Formación 4.0

Si hay una industria 4.0 debe existir una formación 4.0.

La revolución industrial 4.0 crea nuevos puestos de trabajo. Puestos de trabajo más específicos que necesitan formaciones más específicas. Se prevé que la Industria 4.0 comporte un cambio en la demanda de profesionales: el número de personal semi-calificado irá en descenso y se crearán nuevos puestos de trabajo de alta calificación sobre todo vinculados a las tecnologías de la información. Analistas de datos, diseñadores de aplicaciones y de robótica, entre otros, son perfiles que las empresas, tecnológicas y no tecnológicas, están demandando cada vez más.<sup>57</sup>

Debe haber una alianza entre la empresa y las instituciones educativas para responder a las crecientes demandas de nuevos perfiles profesionales. El aprendizaje de habilidades en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas por sus siglas en inglés STEM, serán cruciales para garantizar una fuerza laboral altamente efectiva y competitiva en este nuevo entorno.

Ciertas universidades han dado el paso ofertando grados especializados como el de mecatrónica o ingeniería robótica.

Un ejemplo de educación enfocada a la industria 4.0 lo propone la Universidad Politécnica de Cartagena, con un catálogo muy interesante para formar profesionales en STEM, imprescindibles en la industria 4.0.

---

<sup>56</sup> Kahale Carrillo, Djamil Tony, *La desconexión digital en la industria 4.0*, Junta de Andalucía, 2019, p.13.

<sup>57</sup> Blanco, R., Fontrodona, J., Poveda, C., *La industria 4.0: el estado en cuestión*, Economía industrial, Economía industrial, 2017.

Grados en ingeniería electrónica industrial y automática, tecnologías industriales o telemática. Y especialmente en los estudios de posgrado con el máster en industria 4.0. Cuyo objetivo es según describe la UPCT: que “los alumnos que cursen este máster dominarán las diferentes tecnologías que forman parte del ámbito del conocimiento de la industria 4.0 y dispondrán de una visión completa acerca de las nuevas posibilidades que ofrecen estas tecnologías para la mejora del grado de competitividad y eficiencia que se requiere en las empresas de nuestro entorno.”

La UPCT también cuenta con títulos de posgrado novedosos como el de ciberseguridad donde se enseña a prevenir y actuar contra Gusanos, Spywares, Ransomwares o Phising. Los ciberataques son la principal preocupación en las empresas para los directores de tecnologías en todo el mundo, especialmente en un mundo cada vez más virtual. Los datos, la privacidad y la seguridad de personas que trabajan desde casa o aplicaciones industriales son la clave de la economía moderna. Protegerlos es una misión prioritaria y económicamente atractiva. El Diploma de Especialista Universitario en Ciberseguridad va a formar profesionales capaces de proteger a empresas y personas en este escenario. Con un mercado laboral creciente (actualmente EEUU busca a más de 4 millones de profesionales en ciberseguridad) y una diversidad de proyectos apasionante, la formación en ciberseguridad es una apuesta segura de estudiantes y profesionales que quieran prepararse para el futuro de la tecnología y la nueva forma de trabajar.

El Diploma de Especialista Universitario en Ciberseguridad va a formar profesionales capaces de proteger a empresas y personas en este escenario. Con un mercado laboral creciente (actualmente EEUU busca a más de 4 millones de profesionales en ciberseguridad) y una diversidad de proyectos apasionante, la formación en ciberseguridad es una apuesta segura de estudiantes y profesionales que quieran prepararse para el futuro de la tecnología y la nueva forma de trabajar.<sup>58</sup>

Hoy en día existen problemas entre la oferta y la demanda de profesionales en STEM. La demanda crece de forma continuada, mientras que el número de personas graduadas en este ámbito no crece de forma proporcional, esto provoca un déficit de profesionales y vacantes que quedan sin cubrir. Tal y cómo se señala en un estudio de Adecco (2016), ya en 2015 en toda Europa hubo un déficit de 365.000 trabajadores en el ámbito de las TIC.

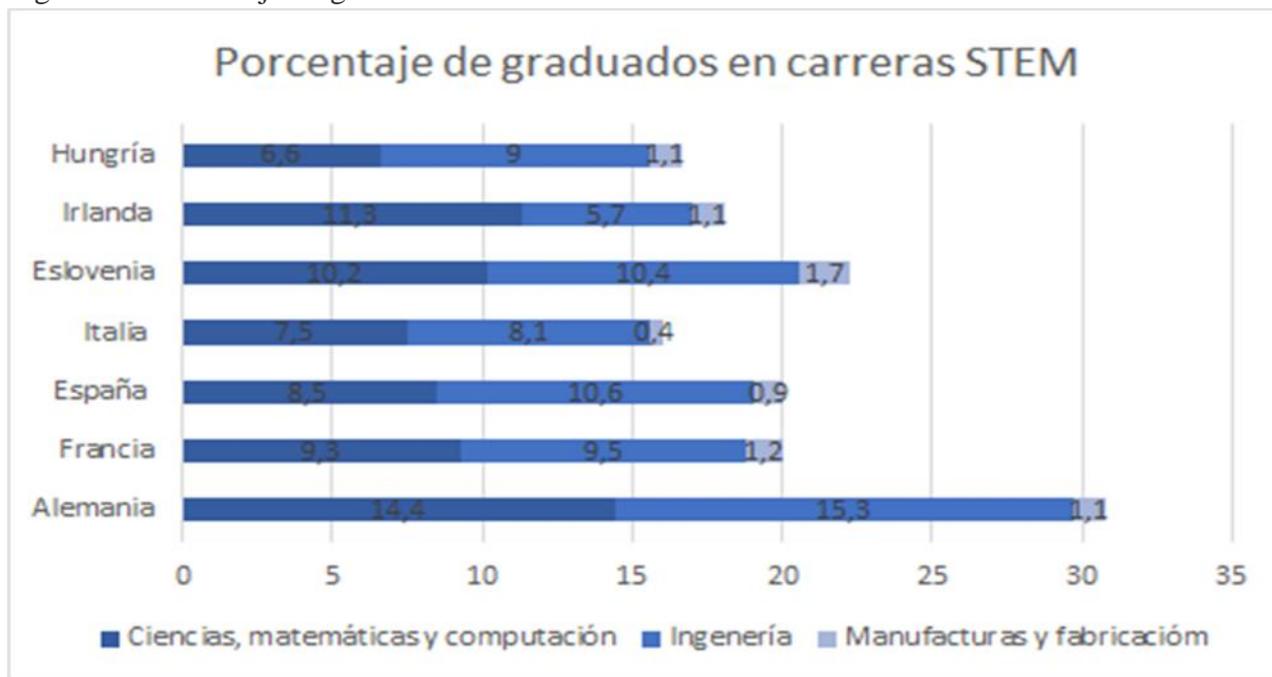
La empresa de recursos humanos Randstad ha advertido que España será uno de los países europeos con más desajuste entre la formación de sus profesionales y las necesidades de las empresas.<sup>59</sup>

---

<sup>58</sup> Universidad Politécnica de Cartagena, en [www.upct.es](http://www.upct.es).

<sup>59</sup> Blanco, R., Fontrodona, J., Poveda, C., *La industria 4.0: el estado en cuestión, Economía industrial*, Economía industrial, 2017.

Figura 14. Porcentaje de graduados en carreras STEM.



Fuente: elaboración propia a partir de datos Eurostat

## 5. La mujer en la industria 4.0

El avance logrado por las mujeres en los países desarrollados ha sido muy relevante en las últimas décadas. Lo demuestran hechos como: la existencia de un mayor número de empresas dirigidas por mujeres, la creciente incorporación de mujeres en las pymes, el reconocimiento del papel de la mujer en el ámbito empresarial por parte de los poderes públicos y el apoyo específico a este colectivo y a la investigación sobre su problemática, o la progresiva presencia de mujeres en el ámbito de la investigación en el área de la dirección de empresas.

Aunque al sector de la industria aún le queda mucho recorrido para alcanzar la igualdad entre géneros. La industria es un sector bastante masculinizado. Es el tercer sector, tras la construcción y la agricultura, con menor presencia de mujeres. En España, la cifra es de 24,6%, mientras que en la Unión Europea el porcentaje de mujeres en la industria se sitúa en el 28,3%.<sup>60</sup>

Algunos de los motivos que explican la poca presencia femenina en la industria responden a factores de tipo cultural y/o histórico. La orientación de mujeres hacia carreras sociales y de humanidades es un obstáculo a la mayor participación femenina en la industria, un sector que

<sup>60</sup> Novac, mujeres en la industria 4.0, en [www.novac.es](http://www.novac.es), 2020 .

requiere cada vez más formación profesional técnica específica o bien formación universitaria STEM.<sup>61</sup>

Un estudio de la London School of Economic (LSE) demuestra como la falta de modelos y referentes femeninos en el ámbito STEM es una de las causas de que no haya casi mujeres en la industria. Hoy en día, solo el 35% de los estudiantes matriculados en carreras STEM son mujeres. Unos sectores que, según la consultora Randstad, crearán 390.000 empleos en España entre 2017 y 2022.<sup>62</sup>

Figura 15. Participación en la fuerza laboral femenina, %

	PARTICIPACIÓN DE MUJERES	BRECHA SALARIAL DE GÉNEROS	RELATIVA FACILIDAD DE RECLUTAMIENTO							
			Business to Business		Business to Consumer		Business to Government			
SECTOR INDUSTRIAL			2016	2020	2016	2020	2016	2020	2016	2020
TOTAL DE LA INDUSTRIA	30%	32%	-0,74	-0,11	25%	33%	31%	33%	21%	27%
BASICO E INFRAESTRUCTURA	16%	35%	-0,99	-0,2	16%	28%	26%	30%	18%	24%
CONSUMO	33%	49%	-0,63	-0,35	14%	18%	47%	49%	11%	15%
ENERGÍA	19%	31%	-1,08	0,14	18%	23%	26%	26%	18%	19%
SERVICIOS FINANCIEROS	36%	38%	-0,78	-0,11	25%	34%	39%	41%	19%	29%
ATENCIÓN SANITARIA	51%	15%	-0,09	-0,1	50%	43%	57%	57%	60%	60%
TECNOLOGÍAS DE LA COMUNICACIÓN	24%	25%	-0,91	-0,39	25%	33%	24%	30%	17%	21%
MEDIOS DE COMUNICACIÓN	37%	18%	-0,67	0,28	20%	32%	48%	44%	15%	19%
MOBILIDAD	19%	39%	-0,92	-0,04	21%	30%	21%	27%	16%	19%
SERVICIOS PROFESIONALES	40%	22%	-0,39	-0,09	31%	45%	32%	30%	20%	28%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Foro Económico Mundial

<sup>61</sup> Advanced factories, ¿por qué hay pocas mujeres en la industria?, en [www.advancedfactories.com](http://www.advancedfactories.com), 2020.

<sup>62</sup> London School of Economic, Women are less likely to study STEM subjects – but disadvantaged women are even less so, London School of Economic, 2017.

Pero la cuarta revolución industrial puede ser una oportunidad para mejorar la situación de igualdad en la industria, debido a la gran importancia del talento humano, por lo que la formación de equipos integrados por hombres y mujeres puede suponer una ventaja a la hora de afrontar nuevos retos. Y en esto reside la clave del éxito, en apostar por el talento humano, independientemente del género, y las relaciones con las máquinas. Buscar personas preparadas, ilusionadas y alineadas con los objetivos de la empresa.

La lucha continua de igualdad de género, no es simplemente cuestión de derechos humanos, sino que se tiene el potencial de generar un mayor crecimiento económico. Según un estudio publicado por el McKinsey Global Institute, podríamos aumentar el PIB mundial en 2.1 billones de dólares para 2025 si las mujeres pudieran participar en la economía de igual manera que los hombres.<sup>63</sup>

Sin embargo, la situación actual de las mujeres en la Industria 4.0 se ha visto afectada debido a una desventaja en planos sociales, políticos y económicos. Dicha disparidad de género es causada principalmente por diversos factores, los cuales se detallan a continuación:

#### Formación educativa

La diferencia existente en las mujeres que estudian una cantidad menor de años comparados con los hombres. Asimismo, también incluye el gran contraste entre hombres y mujeres que cursaron una formación en áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Solo el 35% de los alumnos matriculados en STEM son mujeres.<sup>64</sup>

#### Interrupciones laborales

Este es el caso de aquellas mujeres que tienden a poner en pausa su trabajo debido al embarazo, nacimiento y lactancia de hijos.

#### Discriminación salarial

La brecha salarial puede ser presentada de forma directa o indirecta. Cuando los salarios se fijan específicamente por género representan como discriminación directa. En cambio, cuando se establecen sueldos inferiores en sectores en los que comúnmente predominan las mujeres se denomina como discriminación indirecta. Esta última opción es la más frecuente en la actualidad.

#### Sindicación y Negociación colectiva

Cuanto más grande sea una empresa, existe una menor probabilidad para que las mujeres accedan a cargos directivos. Por lo tanto, las mujeres son mayormente empleadas por PyMEs,

---

<sup>63</sup> McKinsey & Company, *Four Fundamentals of Workplace Automation*, McKinsey Quarterly, 2015.

<sup>64</sup> World Economic Forum, *The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial*, World Economic Forum, 2016.

en donde existe menor probabilidad de pertenecer a un sector que cuente con organizaciones o sindicatos que representen a los trabajadores.

### Trabajo de tiempo parcial

Existen mayores porcentajes de mujeres que cuentan con un trabajo de tiempo parcial, ya sea por elección propia o por la proporción desigual de las responsabilidades familiares.

### Segregación ocupacional

La amplia segregación ocupacional demuestra que los cargos de las mujeres en un puesto de trabajo de menor jerarquía o tienen a concentrarse mayoritariamente en funciones de apoyo administrativo, recursos humanos, finanzas y administración, ya que los hombres predominan en puestos directivos o de supervisión. Limitando las posibilidades para las mujeres de ascender de puesto y con un escaso margen de poder estratégico o de decisión.

Figura 16. Participación de la mujer en la fuerza laboral por industria, %

SECTOR INDUSTRIAL	CEOs	DIRECTIVOS	SENIOR ROLES		JUNIOR ROLES		LINE ROLES		STAFF ROLES	
			2016	2020	2016	2020	2016	2020	2016	2020
<b>TOTAL DE LA INDUSTRIA</b>	9%	28%	15%	25%	33%	36%	30%	34%	35%	39%
BASICO E INFRAESTRUCTURA	2%	35%	9%	17%	22%	29%	14%	23%	20%	27%
CONSUMO	10%	21%	16%	24%	33%	37%	31%	34%	37%	41%
ENERGÍA	0%	32%	11%	20%	24%	27%	19%	25%	22%	30%
SERVICIOS FINANCIEROS	9%	19%	20%	30%	43%	43%	35%	39%	42%	43%
ATENCIÓN SANITARIA	6%	0%	15%	28%	39%	46%	44%	49%	41%	48%
TECNOLOGÍAS DE LA COMUNICACIÓN	5%	19%	11%	20%	32%	34%	23%	32%	33%	38%
MEDIOS DE COMUNICACIÓN	13%	22%	25%	33%	35%	36%	38%	43%	47%	46%
MOBILIDAD	9%	17%	13%	21%	28%	33%	25%	31%	34%	36%
SERVICIOS PROFESIONALES	9%	23%	22%	34%	39%	43%	44%	44%	44%	46%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Foro Económico Mundial

Cabe destacar que en países con mayor desarrollo económico se refuerzan las estrategias de equidad de género manejando políticas más estructuradas. Resolver estas disyuntivas trae consigo una mejora en la competitividad de las empresas y fomento del desarrollo nacional.

En la industria privada se tiene como principal área de oportunidad la remuneración laboral, es decir, asegurar que tanto mujeres como hombres perciban el mismo salario por el mismo trabajo o por uno de igual valor, tomando en cuenta los diferentes criterios existentes como habilidades, competencias, niveles de responsabilidad y condiciones de trabajo. Esto puede significar para la industria una mano de obra más numerosa y diversificada si se toma en cuenta que la estabilidad social implica un mayor desarrollo económico.

El trabajo conjunto del sector público y privado son fundamentales para promover la inversión y facilitar la paridad de género. El hecho de permitir a los empleadores, organizaciones, y sindicatos tratar asuntos laborales y negociar convenios colectivos y tomar en cuenta la importancia de un lugar de trabajo equilibrado da una plusvalía a la rentabilidad y productividad de las industrias.

## 6. Conclusiones

Como se ha visto a lo largo de este trabajo, la revolución industrial 4.0 ofrece a la industria grandes oportunidades de crecimiento, mercados más grandes, y mejor conectados, es decir, un entorno de producción más favorable, y, por lo tanto, una ventaja competitiva.

Las empresas para mantener su competitividad global tendrán que producir más, con más calidad, y de formas más eficientes. Y para ello la industria 4.0 utiliza nuevas tecnologías que conectan toda la cadena de valor de la empresa, de principio a fin. Desde la extracción de la materia prima hasta el consumidor final. Todo se conecta y se sustrae información de ello. Más información puede proporcionar a los empresarios mejor toma de decisiones y más eficiencia.

España parte desde una situación complicada en la implantación de la industria 4.0.

Aunque la industria española tenga una buena posición en el mercado global, puede ver en riesgo su competitividad. Esto se debe a que el nivel de actualización de sus tecnologías es bajo. Es decir, es una industria con una baja inversión en I+D+i llegando a caer en un 48% en los últimos 10 años.

La baja inversión en I+D+i es un riesgo mayúsculo ya que la estrategia competitiva de la industria española depende de los avances tecnológicos. Ya que no podemos competir en costes por el elevado coste laboral, como si lo hacen otros países como México, China o Pakistán.

Por lo tanto, quedarse rezagado en la implantación de la industria 4.0 es un error.

El Ministerio de Industria, Energía y Turismo en el informe Industria conectada 4.0. ha fijado un plan de actuación para la transformación digital de la industria española. Aunque en el informe se identifican claramente los retos, se fijan objetivos y se planifica un modelo de implantación, se encuentran dificultades en las realización de las líneas de actuación, ya que, seis años después de la redacción del informe, siguen sin cumplirse.

El concepto de industria 4.0 sigue siendo desconocido para la industria y el público en general, al igual que sus tecnologías. En la formación laboral el cambio está siendo lento, aunque con los recientes acontecimientos del Covid19 se haya acelerado temas como el teletrabajo. Al igual pasa con la formación educativa que aún sigue sin adaptarse a la industria 4.0, a pesar de que algunas universidades si han comenzado a implantarlo como la UPCT con su master en industria 4.0 o en ciberseguridad.

Hoy en día son pocas las empresas que han adoptado la cuarta revolución industrial en España. Esto depende en gran parte a que la red de empresas españolas está formada en su gran mayoría por PYMEs.

Es verdad que la industria 4.0 supone una oportunidad para todas las empresas independientemente de su tamaño, pero no supondrá la misma dificultad, ni los mismos costes.

Las PYMEs y los negocios tradicionales se enfrentan a una mayor dificultad de digitalizar su actividad. Ya sea por la falta de medios, por elevados costes, o incluso por falta de información. Si de verdad se quiere implantar la industria 4.0 en España tiene que ser a través de las Administraciones Públicas y empresas privadas mediante la creación de proyectos específicos para PYMEs y apoyo financiero. Garantizar que las PYMEs industriales dispongan de los recursos necesarios para la adopción de las tecnologías 4.0.

Las grandes y medianas empresas son las que tienen que encabezar la transición tecnológica. De esta forma permitirá a las grandes empresas seguir siendo competitivas y a las medianas las de crecer para terminar siendo grandes empresas.

Tanto las Administraciones Públicas como las empresas tienen que trabajar juntas para alcanzar el objetivo común. Buscar conjuntamente planes de actuación, elaborar leyes que ayuden al proceso y negociar acuerdos.

En el marco regulatorio encontramos que las Administraciones Públicas proponen garantizar que el marco regulatorio sea adecuado para la puesta en marcha de la transformación digital, permitiendo afrontar los retos que suponen el impulso de la conectividad industrial y de la oferta de servicios digitales, garantizando la seguridad y confianza digital.

La industria 4.0 produce cambios en toda la cadena de valor. Desde los sistemas productivos, al consumidor final. Nuevos puestos de trabajo o nuevas formas de trabajar, destrucción de empleo por la automatización de puestos de trabajo, formación poco adecuada a la industria 4.0, problemas psico-sanitarios en el trabajador producidos por la no desconexión del trabajo, la ansiedad a los cambios, o incluso depresiones en el trabajador por el continuo trato con máquinas o robots. Todos estos cambios deben ser controlados en el marco regulatorio.

Pues como propone el informe industria conectada 4.0 las Administraciones Públicas proponen garantizar que el marco regulatorio sea adecuado para la puesta en marcha de la transformación digital, permitiendo afrontar los retos que suponen el impulso de la conectividad industrial y de la oferta de servicios digitales, garantizando la seguridad y confianza digital.

Los sindicatos también juegan un rol muy importante en la elaboración de nuevos convenios con las empresas, pues mediante estos convenios se tiene que asegurar una correcta higiene del trabajador.

En el marco regulatorio aún son pocas las acciones realizadas, pero ya están comenzando a aparecer nuevas normativas que se encargan de ello, como las regulaciones en la desconexión digital.

Por último, la industria 4.0 da la oportunidad de seguir mejorando en la igualdad de género dentro del mundo industrial. La automatización y digitalización de los puestos de trabajo pueden hacer que se eliminen los roles de género dentro de las empresas. Esta revolución industrial en el que la especialización de los trabajos toma importancia, puede hacer que

disminuya la segregación laboral, eliminando puestos que antes solo eran para un género en concreto y dando a todos las mismas oportunidades. De igual modo con la discriminación salarial, pagando lo mismo a los profesionales de ambos géneros. Este cambio se puede ver en la etapa formativa pues se está aumentando, el número de estudiantes en STEM mujeres en las universidades. Y no solo son los cambios en la industria, sino que la sociedad española ha cambiado de mentalidad y la igualdad de género se ha posicionado como prioridad. Por eso la oportunidad de la industria 4.0 empujada por la corriente de igualdad en la que vivimos puede hacer un cambio real en la industria.

## 7. Bibliografía

- American Council for an Energy-Efficient Economy, *The 2014 International Energy Efficiency Scorecard*, American Council for an Energy-Efficient Economy, 2014
- Anghel, B., Cozzolino, M., y Lacuesta, A., *El teletrabajo en España*, Banco de España, 2020
- Blanco, R., Fontrodona, J., Poveda, C., *La industria 4.0: el estado en cuestión*, *Economía industrial*, Economía industrial, 2017
- Kahale Carrillo, Djamil Tony, *El papel de la Administración Pública, en la implantación de la Industria 4.0*, *Revista Internacional y Comparada de Relaciones Laborales y Derecho del Empleo*, 2018
- Kahale Carrillo, Djamil Tony, *La desconexión digital en la industria 4.0*, Junta de Andalucía, 2019
- Kahale Carrillo, Djamil Tony, *El impacto de la industria 4.0 en el trabajo: Una visión interdisciplinar*, Editorial Aranzadi, 2020
- Ministerio de Industria, Energía y Turismo, *Industria conectada 4.0. La transformación digital de la industria española*, Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2014.
- McKinsey & Company, *Four Fundamentals of Workplace Automation*, *McKinsey Quarterly*, 2015
- London School of Economics, *Women are less likely to study STEM subjects – but disadvantaged women are even less so*, London School of Economic, 2017
- Lorenz, Markus et al., *Man and Machine in Industry 4.0. How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025?*, The Boston Consulting Group, 2015
- Schroeder, W., *La estrategia alemana industria 4.0: el capitalismo renano en la era de la digitalización*, *Economía y Ciencia para la Estrategia de Alta Tecnología*, 2013
- World Economic Forum Annual Meeting 2016, *Mastering the fourth industrial revolution*, World Economic Forum, 2016
- World Economic Forum, *The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial*, World Economic Forum, 2016
- World Economic Forum, *The industry gender gap : Women and work in the fourth industrial revolution*, World Economic Forum, 2016

## 8. Webgrafía

Accel grow, *tecnología 4.0 y la cuarta revolución industrial*, en [www.accelgrow.com](http://www.accelgrow.com), 2019

Advanced factories, *¿por qué hay pocas mujeres en la industria?*, en [www.advancedfactories.com](http://www.advancedfactories.com), 2020

Asociación de empresas de energías renovables, *Producción nacional y autoabastecimiento*, en [www.appa.es](http://www.appa.es), 2018

CIC, *Industria 4.0, la revolución industrial y la inteligencia operacional*, en [www.CIC.es](http://www.CIC.es), 2020

Deloitte, *¿Qué es la Industria 4.0?, Davos y la Industria 4.0*, en [www2.deloitte.com](http://www2.deloitte.com), 2017

Eurostat, en <https://ec.europa.eu/>

Instituto Nacional de Estadística, en [www.ine.es](http://www.ine.es)

Moreno, M. J., *Se prepara a cuarta revolución industrial*, en [www.laverdad.es](http://www.laverdad.es), 2019

Murcia Industria 4.0, *El caso de Takasago*, en [www.murciaindustria40.es](http://www.murciaindustria40.es), 2019

Novac, *mujeres en la industria 4.0*, en [www.novac.es](http://www.novac.es), 2020

Tridens Technology, *all about the internet of things*, en [www.tridens technology.com](http://www.tridens technology.com), 2019

Vivus, *Ventajas e inconvenientes del teletrabajo*, en <https://www.vivus.es>, 2020

## 9. Glosario

**BtoB:** Abreviatura de business-to-business (negocio a negocio, en español). Se refiere a aquellas empresas proveedoras de productos o servicios a otras empresas en vez de al consumidor final. También se dice de las transacciones que tienen lugar entre empresas.

**BtoC:** Abreviatura de business-to-consumer (negocio a consumidor, en español). Se refiere a aquellas empresas cuyos productos o servicios van directamente destinados al consumidor final. También se dice de las transacciones entre empresas y consumidores.

**Industria 4.0:** Se refiere a la cuarta revolución industrial, que se basa 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. Esto se logra a través de la digitalización y la unión de todas las unidades productivas de una economía. Para ello es 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.

**Valor Agregado Bruto (VAB):** Magnitud económica que mide el valor creado o añadido en el proceso de producción. Es la diferencia entre el valor final del producto y las compras de productos intermedios, sin incluir la depreciación del capital fijo durante el periodo.

**Big data:** Todo aquel conjunto de métodos y tecnologías que hace referencia a la adquisición, guardado y procesado de datos que, por volumen, frecuencia o tipología requieren ser tratados de forma no convencional.

**Ciberseguridad:** Conjunto de prácticas, procesos y tecnologías de seguridad aplicadas a la transformación digital para gestionar el riesgo. Permite la protección de las infraestructuras, de los sistemas y aplicaciones, de los dispositivos y en la transmisión de información; evitando el acceso de personas no autorizadas a los sistemas, asegurando la disponibilidad de recursos e información y garantizando integridad en los datos. La ciberseguridad es necesaria por el uso, procesamiento, almacenamiento y transmisión de información en las organizaciones e infraestructuras industriales. La evolución de los sistemas (de físicos a cloud) expone a las empresas a mayores amenazas, siendo los ataques cada vez más frecuentes, especialmente en la industria, y con un mayor nivel de profesionalización.

**Conectividad:** La conectividad permite la transmisión de la información de forma segura, a través de unas infraestructuras de comunicaciones fijas o móviles, en cualquier momento (de forma permanente y en tiempo real) y en cualquier lugar (de forma ubicua).

**Sensores:** Los sensores son unos dispositivos que permiten detectar características físicas o químicas de su entorno y sus variaciones. Los wearables, por ejemplo, son un tipo de

dispositivo que incorpora un microprocesador y uno o varios sensores y que acompaña al usuario y puede interactuar con el mismo. Algunos ejemplos son: monitores de actividad, relojes o gafas inteligentes, etc.

**Realidad virtual:** Entorno de escenas u objetos de apariencia real, generado por un software especializado, y que permite al usuario interactuar con ese entorno en mayor o menor grado. Se combinan objetos físicos con objetos virtuales en una aplicación que combina la información real obtenida con la virtual para emular la realidad.

**Impresión 3D:** Tecnología que produce objetos físicos a partir de modelos digitales 3D diseñados por software. Los materiales utilizados son materiales plásticos (los más extendidos), ceras o metales. En función del material, se utiliza una tecnología aditiva diferente. Las más extendidas son extrusión y polimerización, pero existen nuevas tendencias (jetting, sheet lamination, power bed fusion, etc.).

**Redes sociales:** Sitios web o aplicaciones que conectan individuos (no Twitter). El acceso a las redes sociales puede ser desde diversos dispositivos (móvil, tablet, PC...) y las interacciones se producen desde cualquier geografía y en cualquier franja horaria. Las redes sociales son canales de información que permiten a sus usuarios el intercambio multidireccional de información.