

Trabajo de Fin de Grado

EFFECTOS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN SOBRE EL EMPLEO DE LAS ACTIVIDADES INDUSTRIALES (INDUSTRIA 4.0)

Facultad de Economía y Empresa, sección Donostia-San Sebastián.

Julio de 2020

Director:

Vicente Francisco Camino Beldarrain

Autora:

Cristina Parras Maldonado



Índice

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	7
1.1.- Justificación	7
1.2.- Objetivos	7
1.3.- Metodología	7
1.4.- Estructura del trabajo	8
CAPÍTULO 2: LAS REVOLUCIONES INDUSTRIALES: INDUSTRIA 4.0	9
2.1.- Características de las revoluciones industriales	9
2.2.- La cuarta revolución industrial: Las Tecnologías de la información y la comunicación	10
2.2.1.- Qué son las TIC	10
2.2.2.- Paradigma de las TIC	11
2.2.3.- Efectos de la incorporación de las TIC	12
2.2.3.1.- Segmentación de las cadenas de valor: globalización de la producción	12
2.2.3.2.- Gama de actividades del sector TIC	14
2.2.3.3.- La sociedad del conocimiento	16
2.2.4.- La Industria 4.0	16
2.2.4.1.- Los desarrollos tecnológicos que sirven de soporte a la Industria 4.0	17
2.2.4.2.- La automatización de los procesos	18
A) Informatización en tareas cognitivas no rutinarias	18
B) Informatización en tareas manuales no rutinarias	19
CAPÍTULO 3: LA PRODUCTIVIDAD Y EL EMPLEO	20
3.1.- El neoludismo	20
3.2.- La importancia de la productividad	21
3.2.1.- Por qué la productividad no lleva a menos trabajo	22
3.2.2.- Efectos de la productividad en la distribución territorial del empleo	23
CAPÍTULO 4: EL FUTURO DEL EMPLEO: INCERTIDUMBRE	24
4.1.- Efectos sobre el volumen de empleo	24
4.1.1.- Escenario pesimista	24
4.1.2.- Escenario optimista	25
4.1.3.- Probabilidades de automatización del empleo según su riesgo	26
4.1.3.1.- Empleos de alto riesgo	27
4.1.3.2.- Empleos de riesgo medio	27
4.1.3.3.- Empleos de bajo riesgo	28



4.1.4.-	Potencial de automatización en función de las actividades laborales	28
4.1.5.-	La absorción de empleo en los sectores TIC y el incremento de la calidad de la producción	29
4.1.6.-	Barreras en la implementación de las TI	30
4.2.-	Análisis del sector TIC en distintos países	33
4.2.1.-	Volumen de negocio por regiones.....	33
4.2.2.-	Volumen de negocio por segmentos de mercado	35
4.2.3.-	Mercado TIC mundial por regiones	36
4.2.4.-	Análisis de la producción futura en los distintos países	37
4.2.5.-	Potencial de automatización de los empleos a nivel global	40
4.2.6.-	Desigualdad generada por las TIC en el empleo a nivel mundial.....	41
4.3.-	La deslocalización y la relocalización de empresas.....	42
4.3.1.-	La deslocalización	42
4.3.1.1.-	Motivos por los que deslocalizar	43
4.3.1.2.-	La subcontratación	44
4.3.2.-	La relocalización	44
4.3.2.1.-	La importancia del valor añadido	45
4.3.2.2.-	Tipos de relocalización	46
4.3.2.3.-	Motivos de la relocalización	46
4.4.-	Efectos en la cualificación y composición del empleo	47
4.4.1.-	Habilidades/Cualidades requeridas.....	48
4.4.1.1.-	Habilidades transversales.....	48
4.4.1.2.-	Clasificación de las habilidades	50
4.4.1.3.-	Competencias TIC de cada área de negocio	52
4.4.2.-	Identificación de perfiles demandados	53
4.4.3.-	Tipos de trabajos del sector TIC	54
4.4.4.-	Cambios en la enseñanza	55
4.4.4.1.-	Cursos de capacitación individual para la mejora de habilidades.....	55
CAPÍTULO 5: UNA DESCRIPCIÓN DEL SECTOR DE LAS TIC EN ESPAÑA Y EN EL PAÍS VASCO		56
5.1.-	Situación actual de las TIC en España.....	56
5.1.1.-	Uso de las TIC en las actividades laborales	56
5.1.2.-	Cantidad de empresas del sector TIC	57
5.1.3.-	La distribución de las empresas TIC en España	58



5.1.4.- La cifra de negocio del sector TIC	59
5.1.5.- Los ocupados en el sector TIC	59
5.1.6.- Las inversiones del sector TIC.....	60
5.2.- Situación actual de las TIC en Euskadi	61
5.2.1.- Cantidad de empresas del sector TIC en Euskadi y distribución por territorios históricos	61
5.2.2.- Cifra de negocio del sector TIC en Euskadi	62
5.2.3.- Los ocupados en el sector TIC en Euskadi	64
5.2.4.- I+D en el sector TIC en Euskadi.....	65
5.2.5.- Las ventajas de las TIC para hacer frente a la crisis del Covid-19 en Euskadi	66
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	67
BIBLIOGRAFÍA.....	69



Índice de figuras

Figura 1- Las cuatro revoluciones industriales	10
Figura 2- Segmentación de la cadena de valor global de Apple	14
Figura 3- Robots realizando tareas humanas. A) Robot cocinero, B) Robot enfermero	20
Figura 4- Creación y destrucción de empleo en EEUU.....	26
Figura 5- Distribución del empleo por ocupación según su riesgo de automatización.....	26
Figura 6- Potencial de automatización de los puestos de trabajo en función de sus actividades laborales.....	29
Figura 7- Distribución del sector TIC por regiones.....	34
Figura 8- Distribución mercado TIC por segmentos de cada una de las regiones, 2018.....	37
Figura 9- Clasificación de los países en función de los tipos de productividad.....	38
Figura 10- Clasificación de los países en función de sus impulsores de producción y su estructura productiva	39
Figura 11- Potencial de automatización de los empleos a nivel global	40
Figura 12- Empleos afectados por la automatización a nivel global	41
Figura 13- La deslocalización	43
Figura 14- Relocalización al país de origen	45
Figura 15- Comparación entre las "curvas de la sonrisa" de los años 1970 y 2000, analizando el valor agregado de las actividades manufactureras	45
Figura 16- Las habilidades más demandadas a profesionales de las TI	50
Figura 17- Grupos de habilidades requeridas.....	51
Figura 18- Relación entre las categorías de los trabajos TIC y sus niveles académicos	54
Figura 19- Cursos de mejora de habilidades individuales en Singapur	56
Figura 20- Utilización de las TIC en el trabajo por variables sociodemográficas (%)	56
Figura 21- Empresas del sector TIC (número de empresas)	57
Figura 22- Número de empresas del sector TIC en España, por subsector, en el 2018	58
Figura 23- Distribución del número de empresas del sector TIC por Comunidades Autónomas, en el 2018	58
Figura 24- Cifra de negocio del sector TIC (millones de euros)	59
Figura 25- Personal ocupado del sector TIC (número de empleados)	60
Figura 26- Inversión del sector TIC (millones de euros).....	60
Figura 27- Número de empresas TIC en Euskadi por subsector. Periodo 2010-2017	62
Figura 28- Distribución de empresas TIC en Euskadi por territorio histórico	62
Figura 29- Cifra de negocio del sector TIC en Euskadi por subsector en miles de euros. Periodo 2010-2017	64
Figura 30- Número de ocupados del sector TIC en Euskadi por subsector. Periodo 2010-2017	65



Índice de tablas

Tabla 1- Distribución del sector TIC por regiones, en miles de millones de dólares	33
Tabla 2- Distribución mercado TIC por regiones en el 2018	34
Tabla 3- Distribución del sector TIC por segmentos, en miles de millones de dólares	35
Tabla 4- Distribución mercado TIC por segmentos en el 2018	36
Tabla 5- Distribución mercado TIC por segmentos de cada una de las regiones, en miles de millones de dólares, 2018	36
Tabla 6- Competencias TIC de cada área de negocio	52
Tabla 7- Número de empresas del sector TIC en España, por subsector (2013-2018)	57
Tabla 8- Cifra de negocio del sector TIC en España, por subsector (millones de euros)	59
Tabla 9- Inversión del sector TIC en España (millones de euros)	61
Tabla 10- Número de empresas TIC en Euskadi. Periodo 2010-2017	61
Tabla 11- Cifra de negocio del sector TIC en Euskadi en miles de euros. Periodo 2010-2017	63
Tabla 12- Cantidad de ocupados del sector TIC en Euskadi. Periodo 2010-2017	64
Tabla 13- Gasto interno en I+D en el sector TIC en Euskadi (miles de euros). Periodo 2010-2017 ..	65
Tabla 14- Empleados en relación a las TIC en Euskadi por sector de actividad, en %. Año 2019	66



CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1.- Justificación

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) están cada vez más presentes en la industria manufacturera, dando lugar a la denominada Industria 4.0 o cuarta revolución industrial. Las TIC están generando un impacto muy significativo en todos los ámbitos de la actividad industrial, ocasionando una especial repercusión sobre el empleo.

A medida que se va incrementando el grado de penetración de las tecnologías de la información en las actividades industriales, aumenta la cantidad de procesos automatizados e interconectados, incrementando así la productividad de las empresas y la calidad de los productos obtenidos. Además, las TIC darán lugar a empresas cada vez más inteligentes que cuenten con procesos flexibles que se adapten a los clientes. Esto producirá importantes cambios en la composición del empleo, modificando las competencias y cualificaciones requeridas en los trabajadores.

Las TIC son una poderosa herramienta, por lo que un buen uso de ellas puede incrementar la productividad y el empleo, así como beneficiar a la economía de los países. Sin embargo, también se prevé que generen una distribución territorial del empleo, lo cual podría derivar en un incremento de las desigualdades existentes entre los países desarrollados y los países en desarrollo.

Por esta razón, resulta fundamental conocer los efectos que las TIC provocarán sobre el empleo de los diferentes países en el futuro inmediato, para anticiparse así a los cambios esperados y poder adaptarse a los requerimientos de los nuevos modelos productivos.

1.2.- Objetivos

Este trabajo pretende dar respuesta a una serie de cuestiones que se generan con la llegada de las TIC a las actividades industriales, de tal modo que los principales objetivos son:

1. Realizar un exhaustivo análisis del impacto de las TIC en el volumen de empleo.
2. Identificar la composición del empleo industrial en términos de las cualificaciones y competencias requeridas.
3. Establecer una breve descripción de la situación del sector de las TIC tanto en España como en el País Vasco.

1.3.- Metodología

La metodología empleada en el presente trabajo ha consistido principalmente en la búsqueda de artículos académicos realizados por especialistas del sector para analizar la situación actual, así como el empleo de fuentes oficiales de datos, entre los que se encuentran, por ejemplo, el Instituto Nacional de Estadística (INE) y el Instituto Vasco de Estadística (EUSTAT).

Además, se ha empleado la herramienta Microsoft Excel para realizar los cálculos y previsiones de crecimiento del sector TIC, así como para la realización de diversas representaciones gráficas que faciliten la visualización de los datos obtenidos.



1.4.- Estructura del trabajo

El presente trabajo se ha estructurado siguiendo un orden cuya especificidad se incrementa en cada capítulo, de tal modo que se comienza analizando conceptos generales y se finaliza con un análisis más concreto y específico de los efectos de las TI sobre el empleo de las actividades industriales para el caso del País Vasco.

Para ello, el trabajo se ha dividido en una serie de capítulos que tienen como objeto proporcionar una visión clara y ordenada de los efectos que las TI van a generar sobre el empleo de las actividades industriales en un futuro inmediato. Se ha optado por estructurar el trabajo en tres grandes apartados.

En la primera parte, se realiza un análisis exhaustivo de las características que tendrá la industria 4.0, para lo cual se analizan las revoluciones industriales, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y sus efectos sobre la segmentación de las cadenas de valor, la gama de actividades TIC, la sociedad del conocimiento, los pilares tecnológicos de la industria 4.0, y la automatización de los diferentes tipos de procesos.

En la segunda parte, se analizan los efectos que las TI van a generar sobre el empleo. Para ello, se estudian las consecuencias que provocarán sobre la actividad productiva, el volumen de empleo, el riesgo y el potencial de automatización de las diferentes actividades laborales, las barreras en la implementación de las TI, el efecto de las TI sobre el empleo en los diferentes países, la distribución territorial del empleo, la deslocalización/ relocalización de empresas, y los efectos en la cualificación y composición del empleo.

Finalmente, en la tercera parte, se examina la situación actual en España y en el País Vasco, se analizan los efectos que las TIC han generado estos últimos años sobre el empleo, y se realiza un diagnóstico del impacto de las TIC sobre el empleo en la actividad industrial del País Vasco.



CAPÍTULO 2: LAS REVOLUCIONES INDUSTRIALES: INDUSTRIA 4.0

A lo largo de la historia han ocurrido una serie de avances de diverso tipo que han ocasionado una importante mejora de la productividad en la industria. Cada uno de estos avances dio lugar a una revolución industrial que ocasionó significativas variaciones en factores como la productividad y el modo de trabajar, lo que afectó también al empleo.

2.1.- Características de las revoluciones industriales

La primera revolución industrial surgió a finales del siglo XVIII y se basó en la introducción de equipos de producción mecánicos impulsados por agua y los motores de vapor. Con dichas máquinas, en el mismo periodo de tiempo, se podía producir más rápido de lo que se hacía manualmente. Aunque se conocía el poder del vapor, la utilización del vapor para las industrias fue un cambio muy importante, ya que se aumentaba la productividad de los trabajadores humanos. Gracias a ello, se desarrollaron el barco de vapor o la locomotora de vapor, gracias a las cuales podían trasladarse, tanto personas (pasajeros) como mercancías, con una mayor rapidez y sencillez.

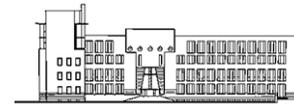
La segunda revolución industrial comenzó a finales siglo XIX, y en ella se lograron producciones en masa gracias al empleo de la electricidad y de la división de tareas en los trabajos. Puede definirse como la época de la ciencia y de la producción en masa. En este periodo se produjeron una serie de inventos clave que ayudaron a incrementar la producción. Se inventaron, por ejemplo, la electricidad, los motores de gasolina, los aviones, etc. Y además, promovida por el fabricante de coches Henry Ford, se comenzaron a utilizar líneas de montaje en las fábricas, lo cual permitía la producción en masa. Estas producciones en masa se acabaron extrapolando al resto de industrias, logrando incrementar la productividad de las mismas.

La tercera revolución comenzó en los años 70 con el uso de la informática y de la electrónica, promoviendo un incremento de la producción automatizada de los procesos manufactureros (Blanco et al., 2017; Navarro y Sabalza, 2016). Con la utilización de este tipo de tecnología se podían automatizar por completo algunos procesos de producción, sin necesidad de los trabajos humanos. Un claro ejemplo de este avance tecnológico podrían ser los robots, ya que algunos de ellos realizan secuencias programadas donde no hace falta que las personas realicen ningún trabajo adicional.

La cuarta revolución industrial, también denominada Industria 4.0, es la que actualmente está cobrando importancia, la cual se basa en el uso de sistemas ciber-físicos y el uso de internet en los procesos industriales (Kagermann et al., 2013).

Cada revolución industrial representa un enorme avance en el proceso de fabricación, a través de una serie de cambios en la forma en la que se trabaja en la industria, tal y como se muestra en la *figura 1*. Algunos sectores de la economía crecieron sustancialmente, como por ejemplo, textiles, hierro y carbón, mientras que el resto iba creciendo más lentamente.

Los principales cambios fueron el trabajo en fábricas, el transporte y la mejora de las comunicaciones con la llegada de avances como el telégrafo. Los avances industriales, como la maquinaria y los ferrocarriles, supusieron una gran mejora, ya que las máquinas ayudaban a mejorar la producción y los ferrocarriles ayudaban a desplazar tanto a pasajeros como a grandes



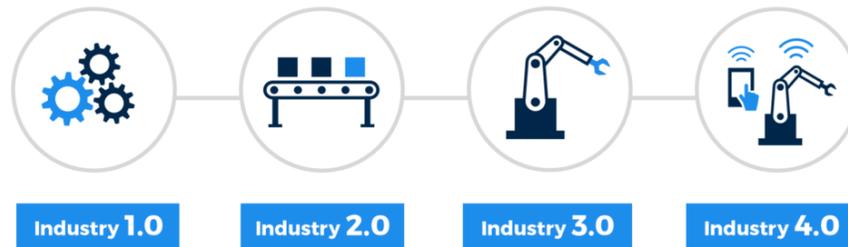
mercancías en muy poco tiempo, por lo que también se conseguía hacer llegar materia prima, alimentos, correos, etc. en unas pocas horas en lugar de días.

Además, los ferrocarriles necesitaban ladrillos, cemento, hierro y carbón, y como consecuencia, esas industrias se estimularon, creando muchos puestos de trabajos en dichos sectores. Por otro lado, el incremento en la demanda de estos sectores tuvo como consecuencia el crecimiento de la industria naviera permitiendo un enorme crecimiento en el comercio mundial.

Por tanto, se puede afirmar que las revoluciones industriales trajeron enormes beneficios, no sólo en el proceso de elaboración de los productos, sino que generaron un impacto en muchos sectores, ayudando al crecimiento económico de los países.

Las TI cada vez avanzan más rápidamente, utilizando ordenadores digitales industriales que controlan los procesos de fabricación, debido a la digitalización y a la conexión de todos los sistemas existentes hoy en día. Es previsible que, al igual que ocurrió con las anteriores revoluciones industriales, la industria 4.0 traiga consigo cambios significativos en muchos sectores, por lo que una rápida comprensión y adopción de estas tecnologías será clave (BBC, 2020).

Figura 1- Las cuatro revoluciones industriales



Fuente: Spectral Engines, 2018.

2.2.- La cuarta revolución industrial: Las Tecnologías de la información y la comunicación

2.2.1.- Qué son las TIC

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación, comúnmente conocidas como TIC, son el conjunto de tecnologías desarrolladas para gestionar información y enviarla de un lugar a otro. En estas, se incluyen las tecnologías necesarias para almacenar, convertir, transmitir, administrar y procesar información.

A nivel de usuario, ya sea individual o empresa, las TIC forman el conjunto de herramientas tecnológicas que permiten un mejor acceso y clasificación de la información como medio tecnológico para el desarrollo de su actividad.

Por tanto, son tecnologías que utilizan la informática, la microelectrónica y las telecomunicaciones para poder obtener nuevas formas de comunicación a través de herramientas tecnológicas y comunicativas, con el objetivo de facilitar y agilizar la emisión, el acceso y el tratamiento de la información.



Gracias a esta nueva forma de procesamiento de la información se consigue combinar las tecnologías de la comunicación con las tecnologías de la información. Las tecnologías de la comunicación consisten en las herramientas que permiten que el mensaje enviado por el emisor sea correctamente descifrado por el receptor, las cuales están compuestas por la radio, la telefonía, la televisión, el internet, etc. Sin embargo, las tecnologías de la información se centran en la digitalización de las tecnologías de registro de contenidos, haciendo posible la transferencia de datos de un modo innovador, los cuales abarcan textos, imágenes y audio.

La implementación de las TIC hace que se tenga un mayor acceso a la información, facilitándose las comunicaciones de manera rápida y sencilla, y sin preocuparse por aspectos como la distancia, ni el lugar en el que ocurran, ya que se podrán realizar las actividades de una manera virtual.

Las principales ventajas que se pueden observar gracias a las TIC son la velocidad con la que se transfiere la información, trasladándola de forma inmediata a cualquier lugar y a cualquier usuario, la creación de nuevas herramientas gracias a la unión de distintas tecnologías, el intercambio de información entre usuarios y dispositivos, el gran impacto que tendrá en la medicina, en la educación, en la economía y en muchas otras áreas; y sobre todo, la automatización, ya que para obtener una mejora tanto en la productividad como en el tiempo de ejecución se opta por la automatización de dichos procesos.

Además, las TIC se encuentran en un constante proceso de innovación, por lo que es previsible que su grado de implementación en el mercado y su eficiencia se incrementen considerablemente cada vez en mayor medida.

Actualmente, el papel de las TIC en la sociedad es de gran importancia, ya que ofrecen una amplia gama de servicios que tendrán influencia no sólo sobre la industria, sino también sobre el resto de ámbitos, ya que afectará a la enseñanza, a la agricultura, a la manufactura, a las relaciones sociales, a las actividades divulgativas, y en general, a cualquier ámbito de la vida cotidiana de hoy en día (Hernández, 2018; Chen, 2019).

2.2.2.- Paradigma de las TIC

La llegada de las TIC trae consigo el llamado “paradigma tecnoeconómico”, que consiste en la combinación de productos y procesos interrelacionados e innovaciones técnicas, que como consecuencia generan un gran incremento en la productividad potencial para toda la economía y abren una amplia gama de oportunidades de inversión y beneficios económicos.

Algunos cambios en los sistemas tecnológicos tienen efectos generalizados en toda la economía, es decir, no sólo conduce a la aparición de una nueva gama de productos, servicios, sistemas e industrias sino que también afecta a casi cualquier otra rama de la economía.

Cuando un nuevo paradigma emerge, comenzará demostrando sus ventajas comparativas que, al principio, es previsible que ocurran en uno o en pocos sectores. No hay posibilidad de que un nuevo paradigma desplace a uno antiguo hasta que, primero, haya demostrado claramente sus ventajas, como por ejemplo la disminución de los costes, el rápido aumento de la oferta y las aplicaciones generalizadas. Tiende a difundirse tan rápido como las condiciones lo permitan, reemplazando el patrón de inversión del viejo paradigma y trayendo consigo una reestructuración de todo el sistema productivo.



Por tanto, el nuevo paradigma tecnoeconómico que trae consigo la llegada de las TIC implica una nueva forma de organización, un nuevo perfil de habilidades y cualidades laborales, una nueva combinación de productos, nuevas tendencias en innovación, un nuevo patrón en la ubicación de la inversión, etc.

El nuevo paradigma se caracteriza por un profundo cambio estructural en la economía y, dichos cambios, requieren de una considerable transformación. El principal problema estructural en este cambio de paradigma es la aguda y persistente escasez de las habilidades de alto nivel asociadas con el nuevo paradigma, además de la necesidad del reequipamiento necesario para adoptar las nuevas tecnologías.

Para lograr el cambio a un nuevo paradigma tecnológico las empresas se enfrentan a la necesidad de cambiar sus procesos de producción, su combinación de productos, sus sistemas de gestión, sus perfiles de habilidades y su comercialización, etc.

El crecimiento tiende a estar liderado, cada vez más, por los sectores de la electrónica y la información, con lo que se irán reduciendo, a niveles extremadamente bajos, los costos de acceso al sistema (Freeman y Perez, 1988).

2.2.3.- Efectos de la incorporación de las TIC

Es necesario saber que la introducción de las TIC no será homogénea, es decir, no tendrá los mismos efectos en todos los países o sectores. Esto se debe a que cada cultura y cada sociedad evolucionará a un ritmo distinto, por lo que los efectos de la misma tecnología serán diferentes.

Sin embargo, realizar un análisis del grado en el que las TIC afectarán en cada país es un proceso complicado, ya que dependerá de muchos factores complejos, tales como contextos políticos e institucionales, nivel de desarrollo económico, grado de penetración tecnológico, etc.

2.2.3.1.- Segmentación de las cadenas de valor: globalización de la producción

Las cadenas de valor pueden definirse como herramientas de análisis que sirven para determinar las ventajas competitivas de las empresas. Gracias a las cadenas de valor se consigue examinar y dividir la compañía en sus actividades estratégicas más importantes, teniendo como principal objetivo analizar todos los costes existentes, mejorar la rentabilidad de las empresas y obtener ventajas competitivas.

La cadena de valor es un modelo teórico que descompone las actividades de una empresa en dos tipos: las primarias y las de apoyo (Peiró, 2019).

- Las actividades primarias se refieren a las actividades que tienen una vinculación directa con el proceso de fabricación, distribución, venta o servicio postventa del producto. Existen cinco actividades primarias: logística interna, producción, logística externa, marketing y servicio de postventa o mantenimiento.
- Las actividades de apoyo son todas aquellas actividades vinculadas al aprovisionamiento, tareas de infraestructura, I+D, recursos humanos, etc.



Las TIC son una parte fundamental del proceso de integración de los mercados globales, ya que facilitan y aceleran el proceso de coordinar los servicios de producción de diversas empresas. Además, las TIC permiten teletrabajar, otorgar formación online, impulsar campañas de marketing globales a menor coste, realizar compras por internet, hacer transferencias online, etc.

Las empresas se puedan comunicar desde cualquier parte del mundo, y esto es gracias a que las TIC se han introducido en la mayoría de los procesos, creando un gran sector de actividad, y abarcando a muchos productos, ya que la tecnología ha llevado a la globalización de la producción e incluso al mercado internacional.

La penetración de las TIC y los avances de las nuevas tecnologías han revolucionado el planeta, modificando el modo de comunicarse entre las personas y la manera de trabajar, dando lugar a un mundo cada vez más globalizado e interconectado. Dicha globalización ha hecho posible la segmentación de las cadenas valor y ha posibilitado la creación de las llamadas “cadenas globales de valor”.

Las cadenas de valor globales implican que, al segmentar las cadenas de valor, parte de las actividades serán realizadas en diferentes países o regiones.

Son muchos los efectos generados por estas cadenas globales de valor, como la reducción de los precios (baja el coste de producción y por tanto, baja el precio del producto, haciendo que sea más competitivo), reducción de los movimientos migratorios, el incremento de la renta de los países menos desarrollados, y además, al estar globalizado, se pueden obtener las ventajas comparativas de cada país, aprovechando los puntos fuertes de cada uno de ellos (Roldán, 2020).

La *figura 2*, muestra la cadena de valor de la empresa Apple para la creación de un iPhone. En ella, se observa la “curva de la sonrisa” (concepto que se explicará en mayor profundidad en posteriores apartados), con todas las actividades que forman la cadena de valor, su correspondiente valor añadido y su localización. Se observa que la cadena de valor está claramente segmentada y globalizada, ya que hay numerosas actividades que se realizan en distintos países.

La localización de cada una de las actividades que forman la cadena de valor no es casual, y se deberá adecuar a las necesidades e intereses de la empresa. Normalmente, las actividades de alto valor añadido se suelen realizar en el país de origen, mientras que las actividades de bajo valor añadido, tales como la producción, se suelen llevar a países en desarrollo.

Esto queda latente al analizar en profundidad la *figura 2*, donde se observa que las actividades de alto valor añadido de Apple, tales como el diseño, I+D, la comercialización, el marketing, etc. se realizan en EEUU, mientras que actividades de menor valor añadido se realizan en países como Reino Unido o Alemania, y actividades de bajo valor añadido se realizan en Corea, Países Bajos o Taiwán (Katai, 2020).

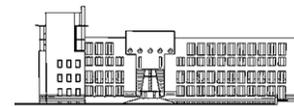
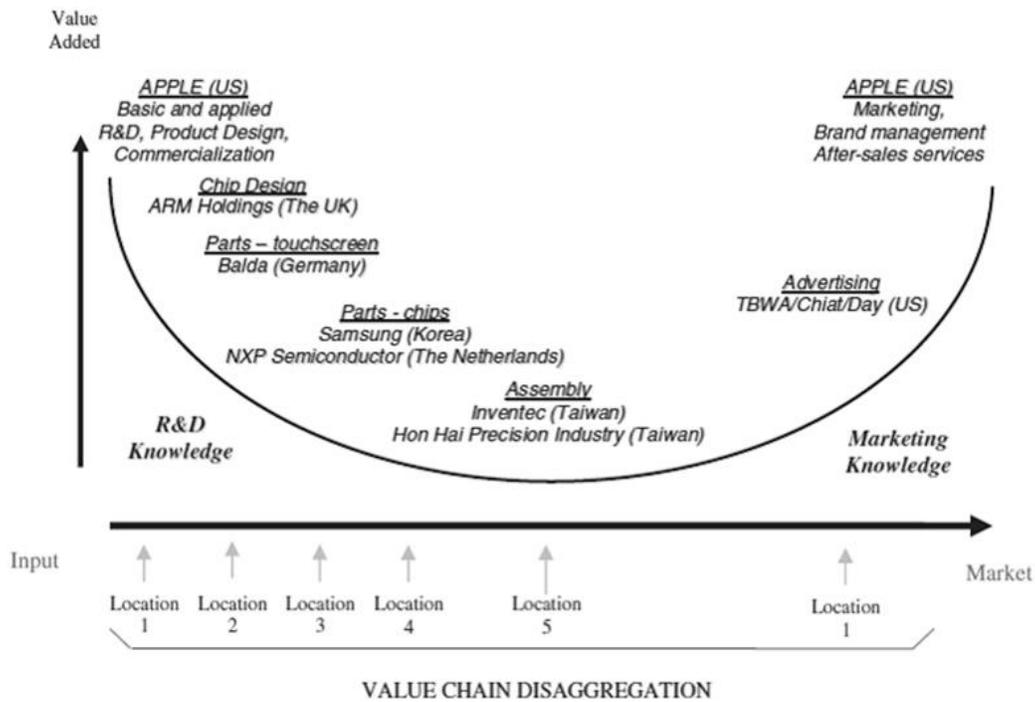


Figura 2- Segmentación de la cadena de valor global de Apple



Fuente: Katai, 2020

2.2.3.2.- Gama de actividades del sector TIC

En un mundo cada vez más globalizado e interconectado, las TIC están incrementando su presencia año tras año, estando presentes en más productos, procesos y actividades, otorgando nuevas funcionalidades a los artículos, agilizando procesos mediante la automatización, incrementando la productividad y logrando una mayor eficiencia.

Las TIC se están desarrollando rápidamente, y cada vez se utilizan con una mayor frecuencia en las actividades de las empresas. Por ello, es de gran importancia conocer cuáles son los grupos de actividades que componen las TIC y qué productos entran en dichos grupos.

Se denomina CNAE (Clasificación Nacional de Actividades Económicas) al sistema de numeración gracias al cual se pueden agrupar y clasificar la totalidad de las unidades productoras en función de la actividad económica que éstas desarrollan. Por tanto, se llama CNAE al código numérico que se asigna a cada unidad, el cual suele estar formado, especialmente, por cuatro dígitos (Gómez y Moreno, 2018).

Gracias a dicho sistema de numeración jerarquizado, se pueden realizar estadísticas nacionales o incluso realizar clasificaciones estadísticas según las actividades económicas que ejerzan.

Principalmente, se puede distinguir, según la CNAE, dos grandes tipos de actividades en el sector de las TIC: Los sectores de la industria manufacturera y los sectores de servicios, cuya actividad principal se encuentra relacionada con el desarrollo, producción, comercialización y uso intensivo de las TIC.



Las actividades de la CNAE-2009 que se incluyen en el sector de las TIC son las siguientes (CNAE, 2020; Eustat, 2020-A):

➤ **INDUSTRIA:**

- **26 - Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos**
 - **261 - Fabricación de componentes electrónicos y circuitos impresos ensamblados**
 - 2611 - Fabricación de componentes electrónicos
 - 2612 - Fabricación de circuitos impresos ensamblados
 - **262 - Fabricación de ordenadores y equipos periféricos**
 - 2620 - Fabricación de ordenadores y equipos periféricos
 - **263 - Fabricación de equipos de telecomunicaciones**
 - 2630 - Fabricación de equipos de telecomunicaciones
 - **264 - Fabricación de productos electrónicos de consumo**
 - 2640 - Fabricación de productos electrónicos de consumo
 - **268 - Fabricación de soportes magnéticos y ópticos**
 - 2680 - Fabricación de soportes magnéticos y ópticos

➤ **SERVICIOS:**

- **465 - Comercio al por mayor de equipos para las tecnologías de la información y las comunicaciones**
 - 4651 - Comercio al por mayor de ordenadores, equipos periféricos y programas informáticos
 - 4652 - Comercio al por mayor de equipos electrónicos y de telecomunicaciones y sus componentes
- **582 - Edición de programas informáticos**
 - 5821 - Edición de videojuegos
 - 5829 - Edición de otros programas informáticos
- **61 - Telecomunicaciones**
 - 6110 - Telecomunicaciones por cable
 - 6120 - Telecomunicaciones inalámbricas
 - 6130 - Telecomunicaciones por satélite
 - 6190 - Otras actividades de telecomunicaciones
- **620 - Programación, consultoría y otras actividades relacionadas con la informática**
 - 6201 - Actividades de programación informática
 - 6202 - Actividades de consultoría informática
 - 6203 - Gestión de recursos informáticos
 - 6209 - Otros servicios relacionados con las tecnologías de la información y la informática
- **63 - Servicios de información**
 - 6311 - Proceso de datos, hosting y actividades relacionadas
 - 6312 - Portales web
- **951 - Reparación de ordenadores y equipos de comunicación**
 - 9511 - Reparación de ordenadores y equipos periféricos
 - 9512 - Reparación de equipos de comunicación



2.2.3.3.- La sociedad del conocimiento

Se define como "Sociedad del Conocimiento" a una sociedad donde el conocimiento es el principal recurso de producción, en lugar de capital y del trabajo. Es decir, el conocimiento está reemplazando la organización industrial y la producción como la principal fuente de productividad.

El surgimiento de la sociedad del conocimiento, basándose en la influencia de las TIC, está provocando una significativa remodelación de la economía global. El conocimiento ha sido un factor clave de producción y un motor del desarrollo económico y social. Gracias a las TIC, estos últimos años se ha incrementado especialmente rápido la capacidad de manipular, almacenar y transmitir grandes cantidades de información a un bajo precio.

La globalización y la economía mundial cambiante están impulsando una transición hacia economías basadas en el conocimiento. En particular, los países en desarrollo necesitan economías basadas en el conocimiento, no sólo para construir economías nacionales más eficientes, sino también para aprovechar las oportunidades económicas fuera de sus propias fronteras. La sociedad del conocimiento ofrece un mayor acceso a la información y nuevas formas de interacción social. Por lo tanto, las personas tienen más oportunidades de participar e influir en el desarrollo de sus sociedades.

Una sociedad del conocimiento es aquella en la que el crecimiento, el desarrollo y la innovación están impulsados por el uso óptimo de la información, el cual estará vinculado al uso de las TIC, convirtiendo al conocimiento en la principal fuerza de producción.

En la sociedad del conocimiento, las habilidades sociales y transversales se convierten en habilidades clave para el empleo, y dichas habilidades deberán formar parte de un continuo proceso de aprendizaje y mejora, ya que en una sociedad dinámica y que se encuentra en constante movimiento, será necesaria una continua mejora de las habilidades (Butcher et al., 2011).

2.2.4.- La Industria 4.0

La industria 4.0 es un término 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 (Smit et. al. 2016). La industria 4.0 representa un cambio tan significativo en la industria que también se le denomina la cuarta revolución industrial.

Mediante la industria 4.0 los sensores, las máquinas, los componentes y los sistemas informáticos estarían conectados a lo largo de la cadena de valor, y podrían interactuar entre ellos. Ello permitirá la vinculación del mundo físico con el digital, haciendo posible que dispositivos y sistemas colaboren entre ellos y con otros sistemas para crear una industria inteligente, con producción descentralizada y que se adapta a los cambios en tiempo real. En este entorno, las barreras entre las personas y las máquinas se difuminan (Blanco et al., 2017).



2.2.4.1.- Los desarrollos tecnológicos que sirven de soporte a la Industria 4.0

La industria 4.0 se fundamenta en una serie de avances tecnológicos que representan la creciente interconectividad en un mundo cada vez más digitalizado. Estos avances, también conocidos como “pilares del avance tecnológico” serán los encargados de asegurar la optimización, integración y automatización del flujo de producción para mejorar la eficiencia y modificará las relaciones entre los trabajadores y las maquinas. Los nueve grandes pilares en los que se fundamenta el avance tecnológico son los siguientes (European Springs, 2017):

1. **Big Data y análisis:**

Consistirá en el análisis de cantidades masivas de información. Dichos volúmenes de información serán tan elevados que los ordenadores de hoy en día no tienen capacidad para analizarlos. El Big Data y el análisis de datos serán fundamentales en la industria 4.0, ya que serán indispensables para poder tomar decisiones en tiempo real.

2. **Robots autónomos:**

Los robots serán cada vez más autónomos, flexibles y eficientes. Serán capaces de realizar cada vez más cantidad de tareas, así como interactuar no sólo entre ellos, sino también con trabajadores humanos, pudiendo aprender de ellos. Pese a que cada vez sean capaces de realizar mayor cantidad de tareas, se prevé que su coste disminuya año tras año, favoreciendo que su uso aumente.

3. **Simulación:**

Gracias a que se dispondrá de datos en tiempo real y de avanzados sistemas de análisis, será posible realizar simulaciones en 3D, permitiendo a los trabajadores optimizar el trabajo y disponer de simulaciones virtuales antes de ponerlas en práctica.

4. **Integración de sistemas horizontales y verticales:**

Los sistemas de TI tendrán una integración completa y todos los elementos se volverán más coherentes a medida que las cadenas de valor automatizadas permitan redes universales de integración de datos. Es decir, estarán interconectados los fabricantes, proveedores, clientes, etc., así como cada uno de los departamentos que componen cada uno de ellos, de tal modo que toda la cadena de valor esté completamente automatizada.

5. **El Internet industrial de las cosas:**

La informática y la conectividad se extenderán a más dispositivos, interactuando y comunicándose entre sí. Además, habrá un proceso de producción descentralizado y podrán adaptarse a cualquier operación.

6. **La seguridad cibernética:**

La mayor conectividad en la Industria 4.0 y la mayor necesidad de ciberseguridad harán que esta última se desarrolle cada vez más, debido a la necesidad existente de proteger los sistemas ante posibles amenazas informáticas.



7. La nube:

Se mejorará el software basado en la nube, aumentando su rendimiento y agilizando sus tiempos de reacción, fomentando así los intercambios de todo tipo de información a través de la nube.

8. Fabricación aditiva:

Los procesos de fabricación aditiva se utilizarán cada vez más para la creación de prototipos de productos personalizados en pequeñas cantidades, permitiendo reducir las materias primas, los stocks y las distancias de transporte.

9. Realidad aumentada:

Las gafas de realidad aumentada, por ejemplo, se pueden desarrollar para proporcionar datos precisos y en tiempo real a los trabajadores. De este modo, se mejorarán los procedimientos de trabajo y se agilizará la toma de decisiones, ya que los trabajadores tendrán una representación cibernética de las máquinas para un uso optimizado.

2.2.4.2.- La automatización de los procesos

Los ordenadores son capaces de realizar numerosas tareas de diverso tipo, las cuales dependen de la capacidad de un programador para escribir una serie de reglas o códigos que dirijan adecuadamente la tecnología en cada posible contingencia. Es por ello que cuando se pueda especificar un problema, los ordenadores serán relativamente productivos para el trabajo humano (Acemoglu y Autor, 2011).

Las tareas rutinarias pueden ser realizadas por las máquinas fácilmente. Sin embargo, las tareas no rutinarias no son tan sencillas como para especificarse en el código de los ordenadores, ya que su complejidad hace que sea más difícil programarlas (Autor y Dorn, 2003). Los avances tecnológicos recientes se centran en convertir las tareas no rutinarias en problemas bien definidos que puedan automatizarse (Frey y Osborne, 2013).

Por lo tanto, en la industria 4.0 la informatización ya no se limita a tareas rutinarias que pueden escribirse como consultas de software basadas en reglas, sino que se extiende también a todas las tareas no rutinarias (Brynjolfsson y McAfee, 2011).

Tanto las tareas rutinarias como las no rutinarias pueden ser de naturaleza cognitiva o manual (Autor et al., 2003). En los siguientes apartados se analizará la informatización de las tareas no rutinarias, tanto las cognitivas como las manuales.

A) Informatización en tareas cognitivas no rutinarias

Las tareas cognitivas son aquellas actividades que están relacionadas con el procesamiento de la información, y que requieren que los trabajadores dispongan de ciertas habilidades como pueden ser la atención, la percepción, la memoria, la capacidad de comprensión y resolución de problemas, etc.

Estas tareas cognitivas con el paso de los años se están intentando informatizar al máximo, y este proceso está siendo cada vez más favorecido gracias a las notorias mejoras producidas por el Big Data (Frey y Osborne, 2013).



Algunos expertos, como Campbell-Kelly (2009), aseguran que los ordenadores son capaces de administrar mejor que las personas grandes cantidades de datos, e incluso son más eficaces a la hora de detectar patrones en dichos datos.

Al emplear procesos que estén informatizados, se consiguen evitar los actuales sesgos humanos. Es decir, para los humanos es imprescindible y necesario hacer pausas mientras se trabaja, dormir, o realizar una serie de tareas no relacionadas con su ocupación; por lo que no pueden estar tantas horas seguidas ni tan concentrados como lo están las máquinas y los ordenadores.

Una interfaz de usuario es un medio a través del cual una persona puede controlar un software específico. Lo ideal es que las interfaces de usuario sean fáciles de usar para que la interacción sea lo más intuitiva posible. Los avances en las interfaces de usuario también permiten que los ordenadores respondan directamente a una gama más amplia de solicitudes humanas, lo que aumenta el trabajo de mano de obra altamente cualificada, al tiempo que permite que algunos tipos de trabajos se vayan a automatizar completamente. Incluso los trabajos que requieren de algún juicio sutil también son cada vez más capaces de informatizarse, ya que tomar decisiones de manera imparcial es algo beneficioso que tienen los algoritmos frente a las personas (Frey y Osborne, 2013).

Se estima que los avances tecnológicos y la informatización de los procesos generarán un significativo impacto en el empleo, y podrían sustituir a aproximadamente 140 millones de trabajadores a tiempo completo en todo el mundo (MGI, 2013).

Por lo tanto, aunque hasta ahora el progreso tecnológico se limitaba en gran medida a la mecanización de las tareas manuales, se prevé que el progreso tecnológico en el siglo XXI contribuya a la informatización de tareas cognitivas que hasta ahora sólo podían realizar los humanos. Sin embargo, muchos puestos de trabajo afectados por estos desarrollos aún están lejos de ser completamente informatizados (Frey y Osborne, 2013). Por ello, en lugar de analizar la cantidad de puestos de trabajo que se van a automatizar completamente, será más conveniente dividir cada puesto en tareas y analizar cuáles de esas tareas pueden automatizarse (MGI, 2017).

B) Informatización en tareas manuales no rutinarias

Las tareas manuales no rutinarias son aquellas actividades en las que no existe la previsibilidad en el trabajo manual rutinario, es decir, son aquellas en las que se deben tomar decisiones según el caso ante el que se esté.

Los robots industriales han asumido las tareas rutinarias de la mayoría de los operarios en la fabricación. Sin embargo, ahora los robots más avanzados están obteniendo sensores mejorados, lo que les permite realizar también tareas manuales no rutinarias. Con sensores mejorados, los robots son capaces de producir bienes con mayor calidad que el trabajo humano. Dichos sensores avanzados permiten a los robots reconocer patrones, llegando a ser más seguros e incluso más efectivos que los humanos (Frey y Osborne, 2013).

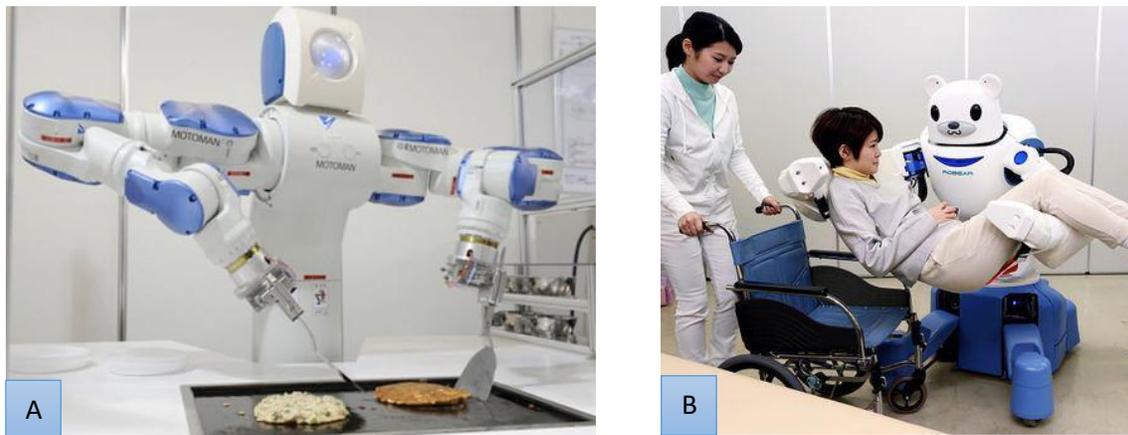
Los avances tecnológicos están contribuyendo a la disminución de los costos en la robótica. Analizando los precios que han tenido los robots en las últimas décadas, se observa que los precios han caído aproximadamente un 10% cada año y se espera que sigan disminuyendo a un ritmo más rápido que el actual (MGI, 2013).



Dicha disminución de los precios de los robots los colocará inevitablemente al alcance de un mayor número de usuarios, lo que hará incrementar el uso de dicha tecnología en el día a día. Lo más probable es que los robots continúen asumiendo una gran cantidad de tareas manuales en la manufactura, construcción, agricultura, etc. Los robots de servicio comercial ahora pueden realizar tareas más complejas en preparación de alimentos, cuidado de la salud, cuidado de ancianos, etc. (Robotics, 2013), tal y como se muestra en la *figura 3*.

A medida que los costos de adquisición de los robots disminuyen y las capacidades tecnológicas de los mismos se incrementan, es previsible que sustituyan gradualmente a la mano de obra en una amplia gama de ocupaciones, lo que supondrá, considerable impacto en el empleo (Frey y Osborne, 2013), tal y como se analizará en profundidad en posteriores apartados.

Figura 3- Robots realizando tareas humanas. A) Robot cocinero, B) Robot enfermero



Fuente: Ansa, 2018; Centro emprendedor, 2015

CAPÍTULO 3: LA PRODUCTIVIDAD Y EL EMPLEO

3.1.- El neoludismo

Se denomina “ludita” a aquellos que se resisten a adoptar nuevas tecnologías, es decir, aquellos que se oponen a la tecnología e incluso desean la destrucción de las máquinas.

A principios del siglo XIX, cuando comenzó la revolución industrial, las máquinas estaban permitiendo una mayor producción textil con un menor número de trabajadores, por lo que Ned Ludd, un trabajador británico, impulsó a sus seguidores a destruir las máquinas textiles. No detuvieron el progreso pero sí lo ralentizaron (Miller y Atkinson, 2013).

Por tanto, el ludismo consistía en un movimiento contra la introducción de maquinaria, la cual sustituía a hombres por máquinas como consecuencia de la mecanización de la industria textil, gracias al empleo de telares mecánicos, máquinas para hilar, etc. Esta nueva maquinaria estaba haciendo posible que los empleadores no sólo produjeran tela de manera más eficiente, sino que utilizaran trabajadores no cualificados más baratos, mujeres e incluso niños, en lugar de artesanos altamente remunerados. No es sorprendente que trabajadores cualificados se opusieran a esto (O'Rourke et al, 2011).



El neoludismo es un movimiento que, basado en la preocupación por el impacto negativo que puedan producir, se opone al desarrollo tecnológico. Con la llegada de la industria 4.0 está aumentando este movimiento, ya que son muchos los que creen que los robots están sustituyendo a los trabajadores, y por tanto, destruyendo empleo.

Hay quienes creen que el avance de las nuevas tecnologías, la automatización de las tareas y el uso de robots van a generar grandes niveles de desempleo al “robarle” el puesto a los actuales trabajadores. Esta idea se basa en el pensamiento de que existe una cantidad limitada de puestos de trabajo, y al ser sustituidos por máquinas, no habrá puestos suficientes para todos aquellos que pierdan su empleo. Creen también que la productividad es un factor que va en contra de los intereses de los trabajadores, ya que al trabajar de forma más eficiente hay menos trabajo para los trabajadores. Sin embargo, como se demostrará en posteriores apartados esa idea es completamente errónea.

Este tipo de pensamientos neo-luditas surgen ocasionalmente y se dan, sobre todo, cuando se incrementan las tasas de desempleo. Estas personas no están a favor de la innovación ni del progreso de las máquinas. Por esta razón, se resisten a adoptar nuevas tecnologías, pensando que son el motivo de las altas tasas de desempleo que se generan.

Sin embargo, cabe destacar que cada vez que se daban este tipo de movimientos, los empleos siempre se recuperaron e incluso continuaban creciendo, disminuyendo así dicho pensamiento ludita e incrementándose el apoyo a los avances tecnológicos (Miller y Atkinson, 2013).

3.2.- La importancia de la productividad

La productividad puede definirse como la relación existente entre la cantidad de productos que se obtienen por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. Otro modo de definir la productividad es como la relación entre los resultados obtenidos y el tiempo utilizado para lograrlos, es decir, cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado con los mismos recursos, más productivo es el sistema. Por lo tanto, al relacionar la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida, la productividad puede considerarse un indicador de eficiencia (Casanova, 2002).

Cuanto mejor sea la tecnología utilizada, mayor será la productividad que se obtenga. Esta mayor productividad puede conducir a un incremento de la cantidad de despidos. Sin embargo, no siempre tiene por qué ser así, ya que dependerá, entre otros factores, de la elasticidad de la demanda del producto. Es decir, si el incremento de la producción se traduce en una reducción de los precios del producto, esto puede conllevar a tener una mayor demanda, y por tanto, se incrementarán la cantidad de trabajadores necesarios para la empresa.

Otro de los factores determinantes de la productividad es el valor añadido o el valor agregado. Al mejorarse la tecnología utilizada se pueden obtener productos de mejor calidad, por lo que los productos producidos podrán venderse a precios más elevados, incrementándose el valor agregado. De este modo, se incrementan los beneficios de la empresa, se generan productos de mayor calidad, y no se produce ningún tipo de despido, sino que será muy probable que ocurra la situación contraria, es decir, que el incremento del valor añadido que generen las nuevas tecnologías tenga como consecuencia un aumento de los empleados necesarios.



Existen dos grandes maneras de incrementar la productividad de una determinada nación o región:

1. **El efecto de crecimiento:**

Este primer efecto se produce cuando todos o algunos sectores de una economía se vuelven más productivos, principalmente de dos maneras posibles, las cuales son invirtiendo en nuevas tecnologías o mejorando las habilidades de los trabajadores.

2. **El efecto de cambio:**

Este segundo efecto implica cambiar la producción de industrias menos productivas a industrias más productivas.

Cuanto más grande es la economía, obtendrá más importancia el efecto de crecimiento, y en caso contrario, es decir, cuanto más pequeña sea la economía, la importancia se centrará en el efecto de cambio.

Por tanto, la aparición de la industria 4.0 con su consiguiente mejora tecnológica colaborarán a incrementar la productividad, especialmente mediante el efecto de crecimiento, lo cual mejorará las grandes economías.

El incremento de la productividad mediante la mejora tecnológica es la única manera de mejorar el PIB per cápita sin la necesidad de incrementar la cantidad de trabajadores de la industria o la cantidad de horas que trabajan. El aumento de la productividad será necesario para mantener y mejorar la competitividad económica de las industrias de las naciones (Miller y Atkinson, 2013).

3.2.1.- Por qué la productividad no lleva a menos trabajo

La principal razón por la que el aumento de la productividad no conlleva a tener menos puestos de trabajo es que hace incrementar la riqueza general, y dicha riqueza se reasigna para crear una demanda adicional que requiere de nuevos trabajadores.

El incremento de la productividad genera una serie de ahorros, que terminarán volviendo a la economía de diversas formas posibles, como por ejemplo, teniendo precios más bajos, ganancias superiores o incluso salarios más altos. En cualquiera de estos casos, por ejemplo, en la bajada de los precios, se podrían utilizar los ahorros obtenidos, por ejemplo, para comprar algún libro o cenar en algún restaurante. Esto, a su vez, consigue crear una nueva demanda en otros establecimientos, teniendo que contratar éstos a un mayor número de trabajadores para poder hacer frente a ese incremento de la demanda. Lo mismo ocurre en el caso de tener un salario superior, ya que ese dinero se gastaría en otros negocios, aumentando la demanda de los mismos y teniendo, como consecuencia, un mayor incremento en el empleo de dicho lugar.

Como es de esperar, la automatización producirá nuevos empleos en aquellas empresas dedicadas a la venta de determinadas tecnologías, o robots, que consigan ahorrar trabajo. Por ello, es previsible que se creen empleos que requieran de una mayor cualificación de los trabajadores y que, por tanto, vengan acompañados de salarios más elevados (Miller y Atkinson, 2013).



3.2.2.- Efectos de la productividad en la distribución territorial del empleo

Tal y como se ha comentado en el anterior apartado, en general, el incremento de la productividad no va a generar efectos negativos sobre el empleo, ya que al aumentar la productividad se consigue obtener un mismo producto empleando menores recursos. Esto generará que, para una misma cantidad de recursos, la cantidad de productos producidos sea mayor, incrementando el volumen de productos disponibles.

Pese a que la productividad en sí misma no va a producir efectos negativos sobre el empleo, sí que puede tener un impacto significativo sobre la distribución territorial del empleo. Es decir, se prevé que a nivel global el incremento de productividad provocará un aumento del empleo, sin embargo, se prevé que ese incremento no se producirá de forma homogénea, y la distribución del empleo variará en función del territorio. Los efectos que las TIC generen sobre los distintos países se analizarán en mayor profundidad en el *apartado 4.2*.

Aunque a nivel global crezca el empleo, en determinados territorios el empleo podrá verse reducido si su productividad crece menos que la de sus competidores. Esto se debe a que las empresas compiten en un mercado abierto con una feroz competencia entre productores, de tal modo que en una economía de mercado la búsqueda de productividad es una exigencia del sistema.

Es decir, las empresas deben estar constantemente informadas de las mejoras que consiga la competencia, para poder estar a su altura y ser tan competitivos como ellos. Si la empresa rival, gracias al empleo de las TIC, es capaz de incrementar sustancialmente su productividad, también podrá ser capaz de reducir el precio de sus productos. Por tanto, si la productividad de una empresa no se incrementa tanto como la de sus competidores, ésta podría quedarse atrás y verse desplazada del mercado.

En otras palabras, si analizásemos el caso de una *Empresa X*, si los competidores logran aumentar su productividad mediante el empleo de las TIC, la *Empresa X* debería ser capaz de hacer lo mismo; ya que en caso contrario, los competidores podrían optar por reducir los precios de sus productos, provocando que la *Empresa X* llegase a salir del mercado.

En resumen, es previsible que el incremento de la productividad generado por las TIC provoque una desigual distribución territorial del empleo, de modo que aquellos países que sean capaces de invertir en nuevas tecnologías y aplicar de forma temprana las TIC, serán aquellos que se posicionen como líderes del mercado. Esto hace pensar que los países desarrollados serán los que más se beneficien y los que mayor empleo generen.



CAPÍTULO 4: EL FUTURO DEL EMPLEO: INCERTIDUMBRE

Gracias a la industria 4.0 se podrían crear mejores perspectivas con respecto al actual proceso de producción, el cual incluye unas menores tasas de error, mayor velocidad de producción, eficiencia optimizada e incluso una mayor calidad del producto (Kusmin, 2016).

Se puede lograr que, con la reducción de la carga de trabajo manual y el cambio a tareas más satisfactorias para los trabajadores, se creen efectos positivos en el futuro del trabajo, siempre y cuando la transición a la Industria 4.0 se logre exitosamente (Riminucci, 2018).

4.1.- Efectos sobre el volumen de empleo

Existen diversas opiniones sobre lo que sucederá en el futuro con el empleo al implementarse la industria 4.0. Principalmente, existen dos grandes ideas, las cuales son completamente opuestas entre sí.

Algunos expertos partidarios de la tendencia pesimista creen que es probable que la automatización y los robots reemplacen muchos trabajos realizados por mano de obra y que eso conlleve a pérdidas masivas de trabajo.

El resto de los expertos, sin embargo, opinan que la Industria 4.0 conllevará la creación de nuevos empleos, y por tanto, a un descenso en las tasas de desempleo.

Sin embargo, a pesar de estas opuestas opiniones, en realidad, el efecto que la industria 4.0 tendrá en el futuro del trabajo y en el empleo sigue siendo bastante ambiguo (Gormus, 2019). Se distinguen, por tanto, dos grandes puntos de vista: los optimistas y los pesimistas.

4.1.1.- Escenario pesimista

Se pueden considerar pesimistas aquellos expertos que creen que, posiblemente, gran parte de los trabajos actuales van a ser reemplazados por las nuevas tecnologías y los robots. Es decir, son aquellos que argumentan que la Industria 4.0 llevará a tener enormes pérdidas de trabajo (Business Council, 2017).

El progreso tecnológico de la automatización hará que la mano de obra sea sustituida gradualmente por los robots, lo que se traduce en que dichos trabajadores tendrán salarios más bajos o perderán su empleo. Advierten que la gran mayoría de las personas que pierdan su trabajo serán todos aquellos trabajadores de baja y media cualificación, como los administrativos, contables, operadores de máquinas, etc. los cuales tienen trabajos rutinarios (Balliester y Elsheikhi, 2018).

A pesar de que afecta que el trabajo sea o no rutinario, el efecto de la industria 4.0 también está enormemente relacionada con el nivel de habilidad de los trabajadores. Gran parte de los estudios admiten que los trabajadores muy cualificados tendrán un menor impacto con la industria 4.0, mientras que los menos cualificados se verán mucho más afectados (Choi, 2017).

Cuanto más se incrementa el nivel de ingresos, la probabilidad de automatización disminuye (Schroeder, 2016). Por ello, se debe destacar la importancia de tener unos estudios superiores, en los que se adquieran mayores conocimientos que en los estudios básicos, ya que el riesgo de automatización disminuye al 18% entre quienes tienen un doctorado.



Existen varias predicciones sobre los porcentajes de cuánto va a afectar la automatización en el futuro. Algunos expertos prevén que el 66,6% de los empleos manuales del mundo serán desplazados como consecuencia de la automatización y la robótica. Sin embargo, otros creen que el 45% de los trabajos realizados con mano de obra se podrían sustituir a causa de la automatización, y que únicamente el 5% de los trabajos a tiempo completo podrían ser sustituidos totalmente (Balliester y Elsheikhi, 2018).

4.1.2.- Escenario optimista

Los optimistas sostienen que la Industria 4.0 favorecerá la creación de nuevos empleos y campos de empleo, y por ello, se incrementará la tasa de empleo (Business Council, 2017).

Las expectativas laborales se podrían elevar con la Industria 4.0 al crear nuevas profesiones, sobre todo en las secciones de informática, matemática, arquitectura e ingeniería. Se puede hacer mención a que, históricamente, el progreso tecnológico ha tenido un efecto positivo en el empleo (Balliester y Elsheikhi, 2018).

Pese a que la automatización tiene efectos positivos en la demanda laboral y en los salarios de los trabajadores altamente cualificados, existe cierta preocupación sobre las posibles desigualdades de los salarios de los trabajadores de mediana cualificación. Sin embargo, la respuesta a esta preocupación se resuelve mejorando las habilidades de dichos trabajadores de mediana o incluso de baja cualificación (IFR, 2017).

La tecnología de “The Blockchain”, también conocida como la cadena de bloques, reestructurará y reemplazará con la tecnología aquellos trabajos tradicionales como la banca, contabilidad o sector financiero. Sin embargo, ésta podría llevar a la creación de nuevos trabajos, como por ejemplo, los encargados de desarrollar “The Blockchain”, arquitectos, ingenieros informáticos cognitivos, personal con grandes conocimientos sobre internet, etc. (Balliester y Elsheikhi, 2018).

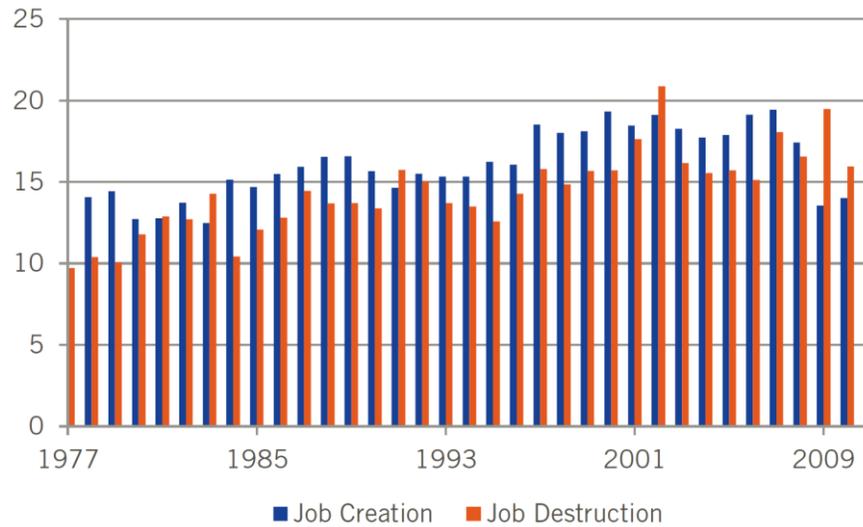
Las pérdidas de empleo de trabajadores poco cualificados se verán equilibradas, en su mayor parte, con la creación de nuevos empleos altamente cualificados (Business Council, 2017). Además, aunque la tecnología elimine algunos trabajos de determinados campos, con el crecimiento económico y la innovación que proporciona la tecnología surgen nuevos negocios, se desarrollan nuevos productos y servicios, y se crean nuevos empleos (Ford, 2009).

Por ejemplo, el Foro Económico Mundial (WEF) estima que como consecuencia de la automatización habrá 0,98 millones de pérdidas de empleo frente a 1,74 millones de nuevos empleos (WEF, 2018).

La *figura 4* refleja la compensación de los empleos destruidos en comparación con los empleos creados. En dicho gráfico se analiza un periodo de tiempo en el que la tecnología ha tenido un notorio avance, y ello ha llevado a la destrucción de algunos puestos de trabajo. Sin embargo, se puede observar que, en la mayoría de los años, la creación de empleo ha sido superior a la del desempleo, por lo que se concluye que a pesar de los grandes avances tecnológicos de la industria, el empleo sigue compensándose.



Figura 4- Creación y destrucción de empleo en EEUU



Fuente: Miller y Atkinson, 2013

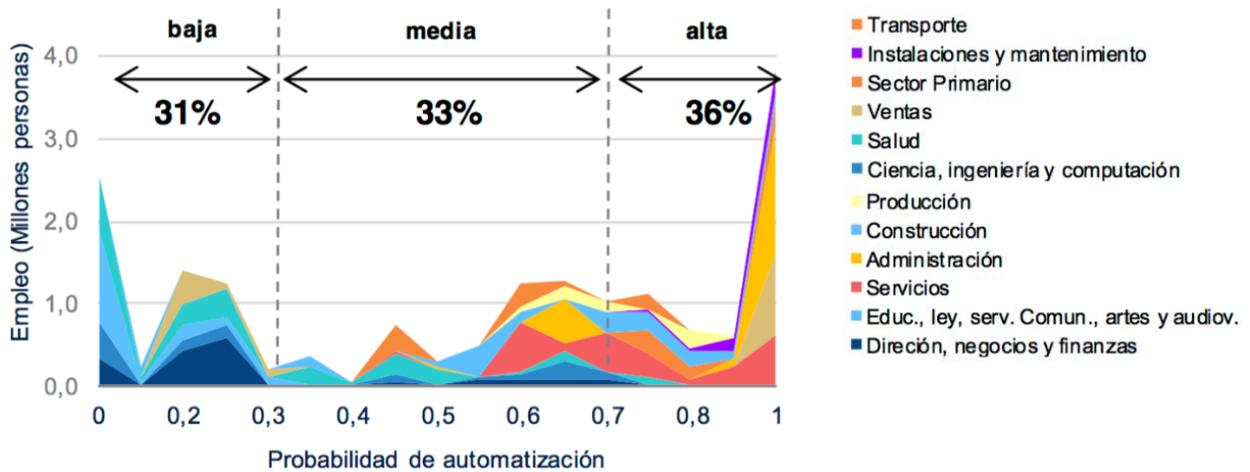
4.1.3.- Probabilidades de automatización del empleo según su riesgo

Con los desarrollos de la tecnología, tal y como se ha ido mencionando en anteriores apartados, la demanda de las tareas rutinarias se va a disminuir, mientras que la demanda de trabajos no susceptibles a la automatización aumentará.

Hoy en día, se puede apreciar que la tecnología ha avanzado mucho con respecto a hace pocos años. Sin embargo, se cree que la tecnología se encuentra sólo en una de sus primeras etapas de desarrollo, lo cual supone que habrá un gran avance de la tecnología en las próximas décadas.

Para entender de manera más clara el impacto que se espera que tenga la industria 4.0 sobre el empleo, se clasificarán los trabajos según el riesgo de que sean automatizados, distinguiéndose así trabajos de alto, medio y bajo riesgo, tal y como se muestra en la figura 5.

Figura 5- Distribución del empleo por ocupación según su riesgo de automatización



Fuente: BBVA Research, 2018



4.1.3.1.- Empleos de alto riesgo

Se consideran empleos de alto riesgo aquellos trabajos que son potencialmente automatizables, por lo que es muy probable que dichos trabajos sean sustituidos por la automatización en un periodo de tiempo muy corto.

Son empleos con alto riesgo de automatización, por ejemplo, los trabajos de oficina, los administrativos, los transportistas, los trabajadores en la fabricación o producción, los cajeros, los vendedores telefónicos, los asistentes, etc.

Gran parte de esos empleos, por tanto, es muy posible que sean reemplazados por máquinas automatizadas. Esto se debe a varias razones, entre las que se encuentran principalmente las siguientes:

- **El Big Data**
Gracias a los avances que se están dando en el Big Data, los cuales permitirán el análisis de cantidades masivas de información, muchos puestos de trabajo estarán sujetos a la informatización de prácticamente la totalidad de sus actividades. Algunos ejemplos de profesiones que serían reemplazados por esta causa podrían ser los administrativos o asistentes.
- **Tareas rutinarias**
Los robots serán capaces de realizar las tareas rutinarias de un elevado número de puestos de trabajo, como por ejemplo, los trabajadores de fabricación.
- **Tareas de movilidad y destreza**
Como están incrementándose cada vez más los robots de servicios domésticos, se prevé que gran parte de la población adquiera estos robots, y por tanto, los oficios que incluyen movilidad y destreza tenderán a ser automatizados rápidamente. Este sería el caso, por ejemplo, de los empleos dedicados a servicios.
- **Inteligencia social**
Aquellos puestos de trabajo que suponen tareas interactivas pero sin necesidad de alto grado de inteligencia social, también son fácilmente automatizables por las máquinas, como los vendedores telefónicos o cajeros.

4.1.3.2.- Empleos de riesgo medio

Los empleos de esta categoría son algo más complejos de automatizar que los trabajos de alto riesgo, aunque con determinadas mejoras tecnológicas las máquinas podrían reemplazar estos puestos.

La principal razón de que estos empleos sean más difíciles de informatizar es que aún se necesitan muchas mejoras tecnológicas en aspectos como la destreza que tienen las máquinas para manipular objetos sin ningún tipo de problema. Es por ello, que las máquinas aún son menos eficientes que los humanos en capacidades como la percepción y manipulación de objetos por lo que, por ahora, los humanos dominan mejor estos puestos de trabajo. Sin embargo, no es



imposible que se consiga esta mejora tecnológica y que las máquinas sean perfeccionadas, en cuyo caso, dichos empleados sí serán reemplazados.

Varios ejemplos de empleos de riesgo medio, los cuales requieren un alto grado de capacidad de percepción y manipulación, son los trabajos de instalación, de mantenimiento y de reparación.

4.1.3.3.- Empleos de bajo riesgo

Los trabajos que se encuentran en esta última categoría son los empleos que menos posibilidades tienen de ser reemplazados por la informatización. Esto es a causa de que en dichos empleos se requiere el conocimiento de la heurística humana y la habilidad de desarrollar ideas novedosas. La heurística humana se refiere a la capacidad de descubrir, hallar o inventar.

Por esta razón, los trabajos que necesiten del conocimiento de la heurística humana, de la inteligencia social, de discusiones sobre alguna serie de problemas o incluso resolverlos, negociar acuerdos, o cuando requieren de inteligencia creativa, etc. no van a ser automatizados en un futuro cercano.

Algunos ejemplos de trabajos de bajo riesgo podrían ser los matemáticos, ingenieros, científicos, directores ejecutivos, etc. A pesar de que con grandes avances tecnológicos en un futuro lejano podrían llegar a automatizarse, es previsible que estos empleos sean los últimos en serlo (Frey y Osborne, 2013).

4.1.4.- Potencial de automatización en función de las actividades laborales

Tal y como se ha explicado anteriormente, es previsible que con la llegada de la industria 4.0 se incremente el riesgo de que se automaticen algunas profesiones. Sin embargo, solamente un pequeño porcentaje de los trabajos van a poder ser automatizados completamente.

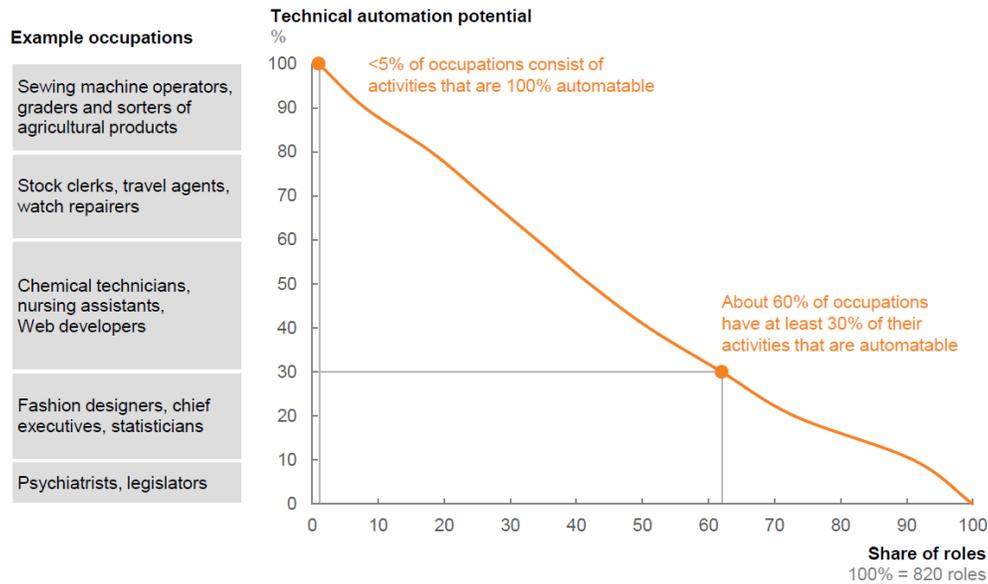
En lugar de analizar la cantidad de puestos de trabajo que se van a automatizar completamente, será más conveniente dividir cada profesión en tareas y analizar cuáles de esas tareas pueden automatizarse. De este modo, se observa que la gran mayoría de trabajos están compuestos por alguna actividad que puede automatizarse.

Analizando los trabajos de esta manera, se obtiene que profesiones como trabajos de oficina, administrativos, transportistas, operarios de máquinas, etc. tienen un alto potencial de ser automatizados. Mientras que en el polo opuesto, profesiones como ingenieros, científicos, directores ejecutivos, psiquiatras, etc. tendrán un potencial de automatización muy bajo, y es muy poco probable que tengan alguna tarea automatizable.

La *figura 6* muestra el riesgo o potencial de automatización que tienen las diferentes profesiones en función de las actividades laborales de las que están compuestas. Se observa que, tal y como era de esperar, menos del 5% de las profesiones están compuestas por actividades que son 100% automatizables. También se aprecia que, al menos, el 60% de las profesiones van a tener, como mínimo, un 30% de actividades automatizables (MGI, 2017; Balliester y Elsheikhi, 2018).



Figura 6- Potencial de automatización de los puestos de trabajo en función de sus actividades laborales



Fuente: MGI, 2017

4.1.5.- La absorción de empleo en los sectores TIC y el incremento de la calidad de la producción

Al analizar los efectos que la penetración de las TIC va a tener sobre el volumen de empleo, se observa que uno de los sectores que mejor parado va a salir es el de las propias TIC. Es decir, se prevé que a medida que aumente el grado de incorporación de las TIC en las empresas, también se incrementará notablemente la cantidad de empleo destinado a este sector. De este modo, aumentará la cantidad de empleo destinado en los sectores TIC encargados de fabricar y gestionar todos los mecanismos que automatizarán los procesos de producción de las empresas.

Además, la utilización de las TIC en los procesos productivos tendrá como consecuencia la automatización de los mismos, incrementando la rapidez, la fiabilidad, y la eficiencia del servicio, a la vez que se reducen gastos salariales al necesitarse menos trabajadores para elaborar un mismo producto.

Esto implica que los empleos se van a reajustar, de tal modo que se reduzcan los trabajos manuales y repetitivos que requieren poca cualificación, a la vez que se incrementan los trabajos que requieren mayor cualificación, así como aquellos destinados a los sectores TIC.

Otra de las grandes ventajas que se obtienen mediante la automatización, obtenida gracias a la incorporación de las TIC en los procesos productivos, es la capacidad de obtener productos más complejos que cuenten con una mayor calidad.

Hoy en día las TIC están cada vez más latentes en los productos, haciéndolos más complejos e incrementando la funcionalidad de los mismos. Por ejemplo, en las últimas décadas los automóviles han incorporado numerosos mecanismos automáticos que facilitan la conducción, tales como sensores de aparcamiento, sensores de luces, limpiaparabrisas automáticos, sistemas



de navegación, pantallas táctiles, marchas automáticas, asistencia en carretera, climatizadores, wifi integrado, sistema de manos libres, etc.

Por tanto, la creciente integración de los sistemas TIC en los productos generará, entre otros, los siguientes efectos:

- Producciones automatizadas que garanticen una mayor calidad de los productos
- Productos finales más complejos que cuenten con mayor cantidad de mecanismos automatizados y aplicaciones, incrementando su funcionalidad
- Reducción del empleo en tareas rutinarias, repetitivas, manuales o de baja cualificación
- Incremento del empleo en los sectores TIC

4.1.6.- Barreras en la implementación de las TI

La implementación de la industria 4.0 es un proceso complejo, y muchas empresas en diferentes países enfrentan problemas debido a las diferentes barreras que pueden surgir en cada caso. Por lo tanto, es necesario identificar las posibles barreras para poder así elaborar una estrategia de mitigación que lleve a una adopción más fluida de la Industria 4.0 (Kamble et al., 2018).

En el presente apartado se van a analizar las principales barreras que existen para la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en el sector manufacturero, tanto en el contexto de las economías desarrolladas como en el de las economías en desarrollo.

Hoy en día, muchas compañías operan en diferentes países que cuentan con condiciones económicas muy diversas. Para poder implementar tecnologías de la Industria 4.0 en todos los ámbitos, será crucial identificar las barreras existentes en las diferentes áreas geográficas, para poder así maximizar los beneficios de la Industria 4.0.

A continuación, se detallan las quince barreras más relevantes que existen a la hora de implementar la Industria 4.0 en la industria manufacturera (Raj et al., 2020):

1. Necesidad de alta inversión

Se necesita una gran cantidad de inversión de capital para implementar las tecnologías de la Industria 4.0.

2. Falta de claridad sobre el beneficio económico

Las ganancias de productividad y los beneficios económicos de la implementación tecnológica no siempre están del todo claros debido a la implementación fragmentada en toda la cadena de valor.

3. Desafío en la integración de la cadena de valor

Lograr la completa integración de los diversos departamentos de las organizaciones, así como la integración entre las múltiples compañías que forman parte de toda la cadena de valor es todo un reto.



4. Riesgo de violaciones de seguridad

Los sistemas altamente interconectados tienen una mayor exposición a los ataques de los piratas informáticos. Por lo que las empresas, preocupadas ante tales violaciones de seguridad, podrían optar por retrasar la adopción de nuevas tecnologías.

5. El bajo nivel de madurez de la tecnología deseada

Las piezas tecnológicas implementadas en su etapa prematura pueden dar como resultado un fallo del sistema, así como un caos en la cadena de valor a medida que los sistemas están interconectados.

6. Desigualdad

Se prevé que la industria 4.0 segregará el mercado en categorías de baja cualificación (baja remuneración) y alta cualificación (alta remuneración), lo que generará tensión social en el mercado laboral (Schwab, 2017). Se estima que la implementación de la Industria 4.0 empeorará aún más la brecha entre ricos y pobres, así como entre las naciones desarrolladas y en desarrollo, incrementando la desigualdad. Además, dificultará la entrada al mercado laboral de las nuevas generaciones.

7. Interrupción de trabajos existentes

Las naciones en desarrollo como China, India y otras donde la mano de obra barata es el recurso clave se enfrentarían a un duro golpe con la llegada de los avances tecnológicos.

8. Falta de normas, reglamentos y formas de certificación

Debido a la novedad de estas nuevas tecnologías, en la actualidad hay falta de normas y regulaciones gubernamentales en todas las industrias que abarcan la industria 4.0.

9. Falta de infraestructura

La industria no está lista con toda la infraestructura tecnológica necesaria en cada parte interesada en la cadena de valor. Las grandes corporaciones podrían hacerlo, pero aquellos que dispongan de capacidades medianas o pequeñas tendrían dificultades.

10. Falta de habilidades digitales

Los empleados y los trabajadores de la industria necesitan formación adicional para actualizar su conjunto de habilidades técnicas.

11. Desafíos para garantizar la calidad de los datos

Un gran volumen de datos reunidos a través de diversas tecnologías utilizadas en la Industria 4.0 conlleva dificultades para extraer, analizar y obtener datos útiles.

12. Falta de cultura digital interna y capacitación

Debe fomentarse una cultura interna para adoptar los avances tecnológicos en todos los departamentos de la organización y hacer que los equipos estén listos para la tecnología.



13. Resistencia al cambio

Las empresas que realizan operaciones de manera convencional durante años tienen una tendencia natural a evitar cambios.

14. Gestión ineficaz del cambio

Bajo la Industria 4.0, los sistemas cada vez más abiertos serían más complejos que nunca, y la gestión eficaz del cambio sería un desafío clave para las organizaciones.

15. Falta de una estrategia digital junto con la escasez de recursos

Las empresas que no tienen una hoja de ruta estratégica para analizar, desarrollar y ejecutar el ejercicio de creación de capacidades y las empresas que carecen de recursos para hacerlo sufrirían en el entorno de la Industria 4.0. Por tanto, las pymes se enfrentan a grandes desafíos, ya que cuentan con limitaciones de recursos, a diferencia de lo que sucede con las empresas más grandes.

Esta última barrera, la falta de una estrategia digital junto con la escasez de recursos, puede considerarse como la barrera más significativa tanto en las economías desarrolladas como en las economías en desarrollo, siendo en muchos casos la principal razón de la no implementación de las TI en la industria (Liao et al., 2018).

Los impactos de estas barreras son diferentes en las economías desarrolladas y en las economías en desarrollo. Las barreras influyentes identificadas sugieren que las mejoras en los estándares y la regulación gubernamental podrían facilitar la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 en el caso de los países en desarrollo, mientras que se necesita infraestructura tecnológica para promover la adopción de estas tecnologías en el caso de los países desarrollados.

Ciertos autores sugieren que la falta de una mano de obra cualificada, conflictos entre trabajadores debido a los cambios en los entornos laborales, escasez de recursos financieros, seguridad de datos, bajos niveles de estandarización, escasa comprensión de la integración y la arquitectura de sistemas son los principales obstáculos para la implementación de la Industria 4.0 (Kiel et al., 2017).

Las empresas deben desarrollar estrategias apropiadas para abordar diferentes factores, y los factores resultantes deben considerarse sólo después de que se hayan tratado las influencias clave. Por lo tanto, las empresas deben priorizar primero la reducción o la eliminación de la barrera más significativa, que generalmente es la falta de una estrategia digital junto con la escasez de recursos, antes de abordar las otras barreras menos prioritarias, como puede ser la alta inversión en la implementación de la Industria 4.0 (Raj et al., 2020).



4.2.- Análisis del sector TIC en distintos países

4.2.1.- Volumen de negocio por regiones

Analizando el sector TIC a nivel mundial, se observa que en el 2018 ha habido un crecimiento global del 4,3% con respecto al 2017, llegando a obtenerse un total de 4.027 mil millones de dólares en 2018. Teniendo en cuenta las diferentes regiones existentes, Norteamérica sería la que más ha crecido en 2018, llegando a tener un volumen de negocio de 1.439 mil millones de dólares en el sector TIC, lo que supone un crecimiento del 6,04% con respecto al año anterior. A Norteamérica le sigue Europa con un 3,97% de crecimiento, Asia con un 3,22%, África con un 2,59% y Latinoamérica con un 2,43%.

Tal y como se puede observar en la *tabla 1*, todas las regiones han tenido un aumento del volumen de negocio del sector TIC en el 2018 con respecto al 2017, siendo 2,43% el crecimiento más bajo de todos, perteneciente a Latinoamérica.

Analizando el volumen de negocio, se observa que nuevamente Norteamérica es la región que mayor volumen de negocio tiene, seguida de Asia con 1.153 mil millones de dólares y Europa con 943 mil millones, quedando latente la brecha existente con Latinoamérica y África, cuyos valores son mucho menores.

Desde el 2016, año tras año, el volumen de negocio ha ido aumentando en todas las regiones. El ritmo de crecimiento varía de unos a otros, y aunque no crezcan al mismo ritmo, siempre hay un incremento del volumen de negocio en el sector.

En la previsión del 2023 se espera que siga habiendo crecimientos a nivel global en relación con el sector TIC, llegando aproximadamente a 4.851 mil millones de dólares, lo que supondría un crecimiento del 20,46% en el 2023 con respecto al 2018, siendo Norteamérica la región con más volumen de negocio.

Tabla 1- Distribución del sector TIC por regiones, en miles de millones de dólares

	2016	2017	2018	Previsión 2019	Previsión 2023	Crecimiento 2017/2018	Previsión crecimiento 2018/2023
Norteamérica	1.293	1.357	1.439	1.489	1.764	6,04%	22,59%
Asia/Pacífico	1.056	1.117	1.153	1.189	1.416	3,22%	22,81%
Europa	883	907	943	971	1.075	3,97%	14,00%
Latinoamérica	238	247	253	270	318	2,43%	25,69%
África/Oriente Medio	226	232	238	250	278	2,59%	16,81%
TOTAL MUNDO	3.697	3.861	4.027	4.170	4.851	4,30%	20,46%

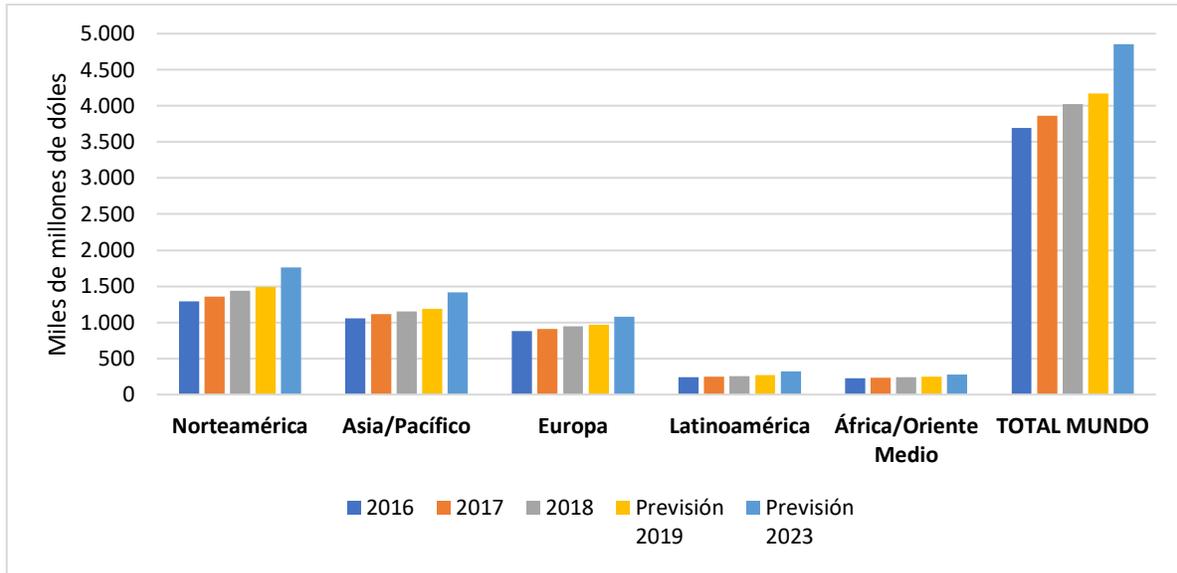
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ONTSI, 2019-A

Ilustrando los datos de la *tabla 1* en un gráfico, se observa que, cada año, Norteamérica, Asia y Europa tienen un crecimiento importante con respecto a los años anteriores, mientras que África y Latinoamérica lo hacen a un ritmo considerablemente menor, tal y como se observa en la *figura 7*. Analizando el crecimiento esperado para 2023, Latinoamérica y África esperan un significativo crecimiento que, aunque se espera que sea un porcentaje elevado, el volumen de negocio de estas regiones seguirá siendo muy inferior con respecto al resto de regiones analizadas.

La tendencia global muestra, nuevamente, la previsión que se esperaba, observándose que el volumen de negocio del sector TIC incrementa su crecimiento considerablemente año tras año.



Figura 7- Distribución del sector TIC por regiones



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ONTSI, 2019-A

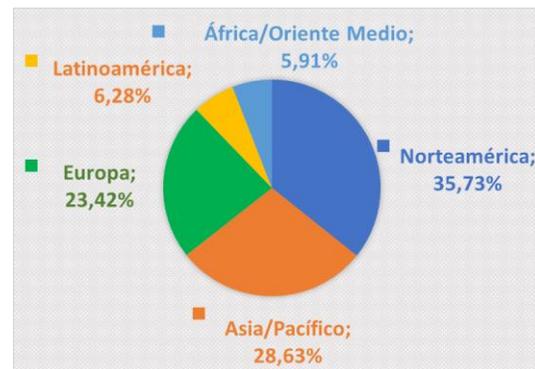
La *tabla 2* muestra de un modo más visual el peso que tiene el sector TIC en cada una de las regiones, observándose que Norteamérica, Asia y Europa engloban aproximadamente el 88% del volumen de negocio del sector TIC, mientras que su presencia en Latinoamérica y África es únicamente del 12% con respecto al total.

La distribución del sector TIC por regiones coloca a Norteamérica como la región que más contribuye al total del volumen de negocio mundial del sector TIC, suponiendo el 35,73%; seguida de Asia con un 28,63%, Europa con un 23,42%, Latinoamérica con un 6,28%, y, finalmente, África, con un 5,91%.

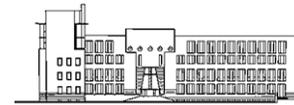
Esta diferencia entre regiones es previsible que favorezca el incremento de la brecha existente entre los países desarrollados y en desarrollo, ya que a medida que unos logran incrementar su productividad y sus beneficios, aquellos que se queden atrás en la adopción de las TIC es previsible que no puedan ser tan competitivos (ONTSI, 2019-A).

Tabla 2- Distribución mercado TIC por regiones en el 2018

	2018	Peso respecto al total
Norteamérica	1.439	35,73%
Asia/Pacífico	1.153	28,63%
Europa	943	23,42%
Latinoamérica	253	6,28%
África/Oriente Medio	238	5,91%
TOTAL MUNDO	4.027	100,00%



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ONTSI, 2019-A



4.2.2.- Volumen de negocio por segmentos de mercado

La *tabla 1* mostraba los volúmenes de negocio del sector TIC por año, pero las actividades que componen el sector TIC no sufren un crecimiento homogéneo. Por lo tanto, para comprender de un modo más claro cómo se desglosa el volumen de negocio del sector TIC, se ha procedido a detallar el volumen de cada segmento de mercado del sector TIC a nivel global, tal y como se muestra en la *tabla 3*. Este desglose del sector está compuesto por los servicios de telecomunicaciones, hardware, servicios TI, software y servicios de negocio.

A nivel global, se observa un crecimiento anual en todos los segmentos mencionados anteriormente, siendo el software el segmento con mayor incremento porcentual en el 2018 con un 9,49%, seguido del hardware con 7,47% y los servicios de negocio con un crecimiento de 5,90%, todos ellos con respecto al 2017. Por lo que estos tres segmentos son los que mayores volúmenes de negocio tienen.

Los servicios de las TI se incrementaron únicamente en un 3,38%, mientras que los servicios de telecomunicaciones se quedaron prácticamente inmóviles, creciendo únicamente un 0,07%. Cabe destacar, que pese a ser la menor subida son la actividad que contiene el mayor volumen del sector con 1.364 mil millones de dólares en 2018, lo cual explica su menor crecimiento porcentual.

La previsión de crecimiento para los años posteriores también va a seguir con la misma tendencia, de tal modo que todos los sectores presenten un crecimiento positivo, destacando especialmente el crecimiento del software y de los servicios de negocio, con subidas del 50,37% y 34,67% respectivamente para el periodo 2018-2023.

Tabla 3- Distribución del sector TIC por segmentos, en miles de millones de dólares

	2016	2017	2018	Previsión 2019	Previsión 2023	Crecimiento 2017/2018	Previsión crecimiento 2018/2023
Servicios de telecomunicaciones	1.347	1.363	1.364	1.382	1.432	0,07%	4,99%
Hardware	947	1.017	1.093	1.127	1.339	7,47%	22,51%
Servicios TI	659	681	704	729	830	3,38%	17,90%
Software	455	495	542	590	815	9,49%	50,37%
Servicios de negocio	288	305	323	343	435	5,90%	34,67%
TOTAL SECTOR TIC	3.697	3.861	4.027	4.170	4.851	4,30%	20,46%

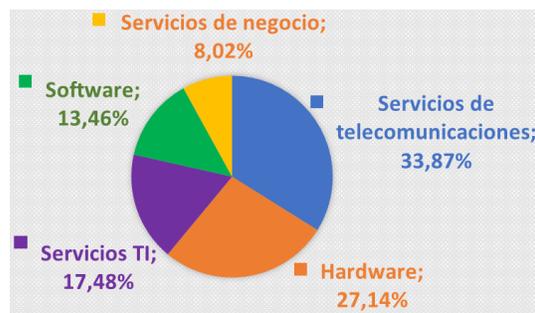
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ONTSI, 2019-A

Tal y como se puede observar en la *tabla 4*, los servicios de telecomunicaciones y los elementos de hardware son los segmentos que mayor volumen tienen a nivel global en el mercado TIC, cubriendo entre ambos más del 60% del mercado. El siguiente sector que más aporta es el de los servicios TI con un volumen de 704 mil millones de dólares que equivalen a un 17,48% del mercado. Finalmente, las dos actividades que menor volumen del mercado TIC abarcan son el software con un 13,46% y los servicios de negocio con un 8,02% (ONTSI, 2019-A).



Tabla 4- Distribución mercado TIC por segmentos en el 2018

	2018	Peso respecto al total
Servicios de telecomunicaciones	1.364	33,87%
Hardware	1.093	27,14%
Servicios TI	704	17,48%
Software	542	13,46%
Servicios de negocio	323	8,02%
TOTAL SECTOR TIC	4.027	100,00%



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ONTSI, 2019-A

4.2.3.- Mercado TIC mundial por regiones

Como se ha comentado anteriormente, los volúmenes de negocio del sector TIC varían tanto en función de la región como en función del tipo de actividad ejercida. Cabe destacar que las actividades TIC potenciadas en cada región son ligeramente diferentes. La *tabla 5* detalla la cantidad de miles de millones de dólares que utiliza cada región para cada segmento o actividad.

Tabla 5- Distribución mercado TIC por segmentos de cada una de las regiones, en miles de millones de dólares, 2018

	Servicios de telecomunicaciones	Hardware	Servicios TI	Software	Servicios de negocio	TOTAL
Norteamérica	362	293	308	298	178	1.439
Asia/Pacífico	453	445	131	79	45	1.153
Europa	280	228	221	138	75	943
Latinoamérica	126	68	24	16	20	253
África/Oriente Medio	142	59	21	10	6	238

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ONTSI, 2019-A

Para poder analizar los datos de la *tabla 5* de una manera más gráfica y visual, se ha creado la *figura 8*, en el cual se distinguen con mayor facilidad cuáles son los segmentos del sector principales en cada región.

A simple vista destaca Asia, región que se centra, sobre todo, en los servicios de telecomunicaciones y en el hardware, con 453 y 445 mil millones de dólares destinados a ellos. Sin embargo, el resto de segmentos del sector se encuentran en volúmenes muy inferiores. Por ejemplo, la diferencia existente entre los servicios de telecomunicaciones y los servicios de negocio es de más de 408 mil millones de dólares, quedando latente la gran diferencia entre segmentos TIC.

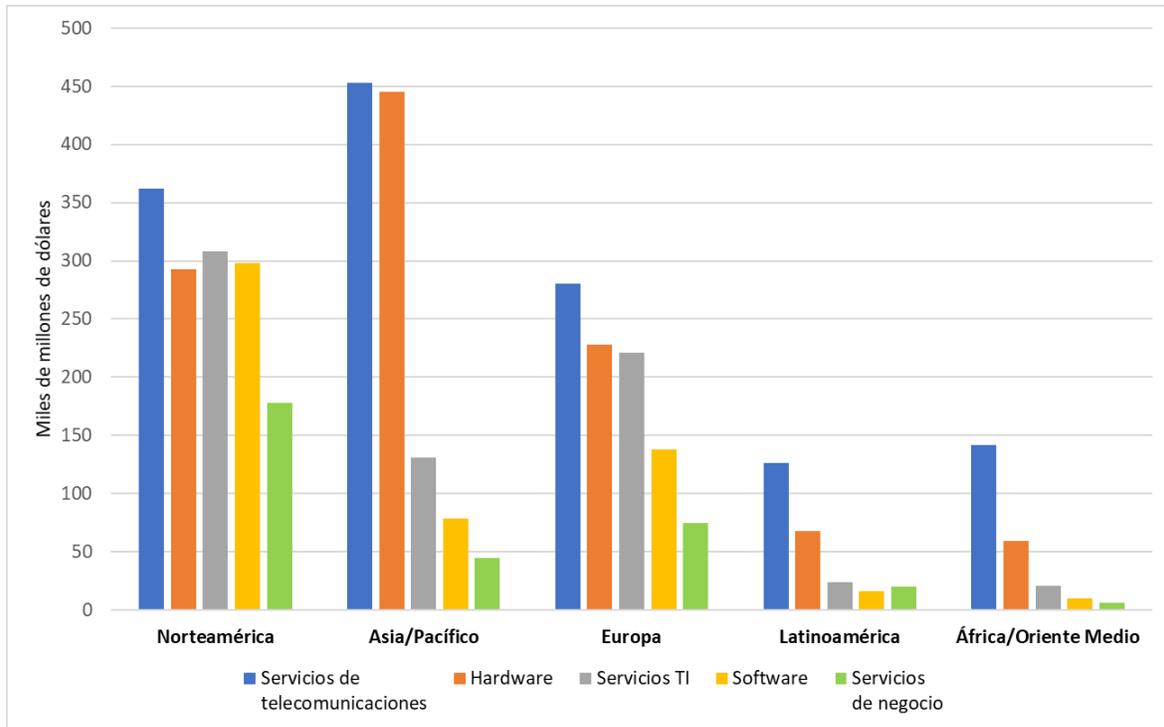
Norteamérica es la región que mayor volumen del sector TIC abarca en su conjunto, disponiendo de volúmenes muy elevados para todos sus segmentos de mercado.

Europa se sitúa en tercer puesto en lo relativo a volúmenes de negocio del sector TIC, centrandose principalmente su actividad en los servicios de telecomunicaciones, hardware y servicios TI.



Por su parte, Latinoamérica y África cuentan con volúmenes mucho inferiores que el resto de las regiones, centrando el grueso de su actividad, especialmente en servicios de telecomunicaciones y hardware (ONTSI, 2019-A).

Figura 8- Distribución mercado TIC por segmentos de cada una de las regiones, 2018



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ONTSI, 2019-A

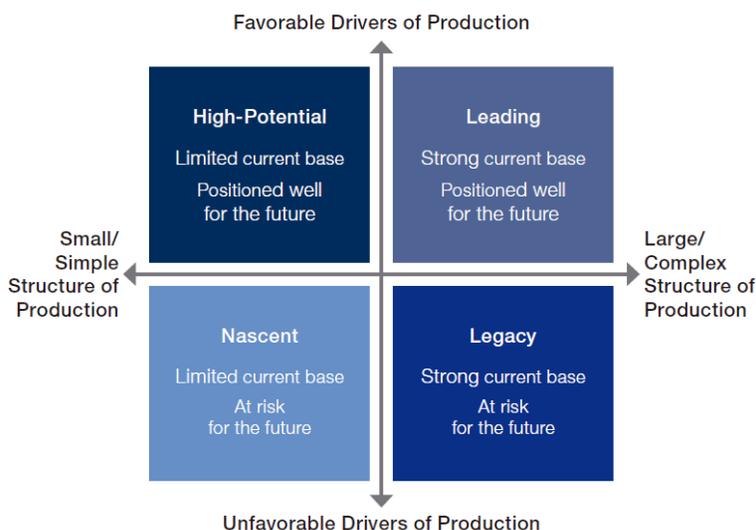
4.2.4.- Análisis de la producción futura en los distintos países

En el presente apartado, se va a proceder a analizar cómo será la producción futura en una gran variedad de países. Para ello, se analizará la situación actual de cada uno de ellos, así como su estructura productiva para así determinar en qué situación se encontrarán en un futuro cercano. En total, el estudio realizado por el Foro Económico Mundial (World Economic Fórum) evaluó en 2018 la producción futura de más de cien países, situados en todas las regiones del mundo.

Cuando se analiza la producción con respecto a su estructura (eje horizontal: limitada o sólida) y sus impulsores (eje vertical: favorable o desfavorable), se puede lograr hacer una evaluación de cómo se encuentran situados los países, de modo que se puntúen y se clasifiquen dependiendo de la posición que tengan. Dicha clasificación se repartirá en: Países líderes, países heredados, países de alto potencial y países nacientes, tal y como se muestra en la *figura 9*.



Figura 9- Clasificación de los países en función de los tipos de productividad



Fuente: WEF, 2018

Los países líderes son aquellos que disponen de una sólida base de producción. Estos países muestran estructuras de producción muy fuertes y complejas, y cuentan además con importantes impulsores o motores de la productividad. Son países con una fuerte base productiva en la actualidad, y cuyas cualidades los colocan en una posición muy favorable en lo que a la producción futura se refiere. Esto les permite disponer de un mayor margen, lo que les dará la oportunidad de poder tener pequeñas interrupciones en caso de ser necesario.

Por su parte, los países con legado son aquellos que en la actualidad cuentan con una sólida base productiva, pero no disponen de impulsores de producción favorables, lo que implica que sus niveles productivos peligrarán en un futuro cercano.

Los países con alto potencial son aquellos que cuya estructura productiva actual es demasiado simple o débil, pero sus fuertes y favorables impulsores productivos les posicionan en un puesto favorable en el futuro.

Finalmente, los países nacientes son aquellos que no disponen en la actualidad de buenas estructuras productivas, y además, tampoco disponen de buenos impulsores de producción, lo que las sitúa en el peor puesto posible con el mayor riesgo en el futuro.

Queda latente la importancia de las TIC como impulsores de la producción. La adopción de estas tecnologías será fundamental para incrementar la productividad futura y poder impulsar el crecimiento de los países.

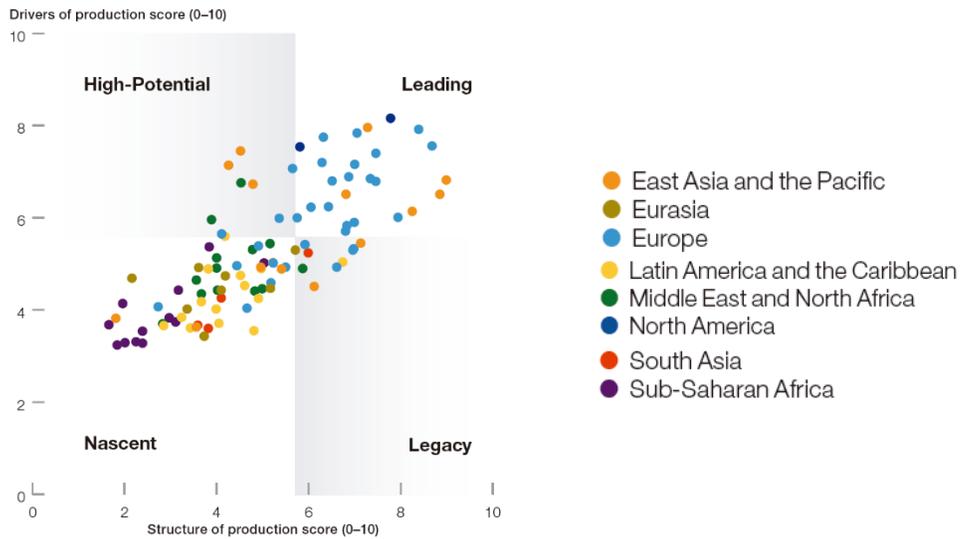
Para que los países puedan disponer de motores o grandes impulsores de la producción, será necesario que inviertan y utilicen las ventajas ofrecidas por las tecnologías de la información. La importancia de estas tecnologías es tan significativa que su adopción puede modificar considerablemente la posición en la que se sitúe cada país en términos de producción futura.



Aquellos países que cuenten con estructuras de producción débiles podrían estar bien posicionados en el futuro si optan por incorporar fuertes impulsores de la productividad. Y por el contrario, aquellos países que cuentan con sólidas estructuras productivas podrían estar en riesgo en un futuro cercano si se confían y no adoptan impulsores que incrementen su productividad.

La *figura 10*, muestra la clasificación de un total de 100 países en función de sus impulsores de producción y su estructura productiva. En ella, se observa que los países mejor posicionados se encuentran en Norteamérica, Europa, Asia del Este y en el Pacífico; mientras que únicamente algunos países asiáticos, así como algunos del Medio Este y Norte de África consiguen situarse como países con alto potencial gracias a la productividad obtenida por las tecnologías emergentes.

Figura 10- Clasificación de los países en función de sus impulsores de producción y su estructura productiva



Fuente: WEF, 2018

La evaluación revela que todos los países pueden hacer más para prepararse y dar forma a futuros paradigmas de producción. Es importante tener en cuenta, por ejemplo, que ningún país líder ha logrado una puntuación perfecta en los componentes de los impulsores de producción o de la estructura de producción.

Además, la evaluación destaca el potencial de una mayor desigualdad entre los países, así como el desafío de lograr un crecimiento inclusivo en el futuro sólo a través de la producción. Esto es más evidente cuando se comparan los diferentes niveles de preparación entre las regiones geográficas y los grupos de ingresos económicos. Los países con los niveles más altos de preparación para el futuro de la producción, que son aquellos que optaron por emplear las TIC, se concentran en Europa, Norteamérica y Asia Oriental, ya que 20 de los 25 países líderes están situados en Europa y América del Norte y cinco en Asia oriental.

Prácticamente todos los países líderes son países de altos ingresos, a excepción de China y Malasia. Solamente los 25 países líderes ya representan más de tres cuartas partes del valor agregado mundial de producción en la actualidad, y al estar adoptando las TIC, se encuentran bien preparados para el futuro, lo que podría conducir a una mayor desigualdad mundial en la producción (WEF, 2018).



4.2.5.- Potencial de automatización de los empleos a nivel global

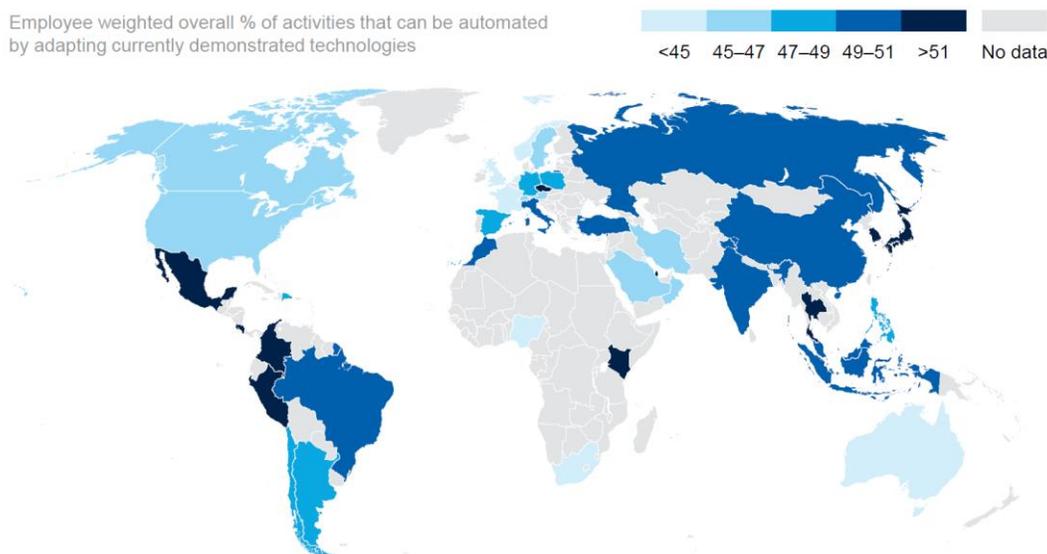
Se estima que las TI tienen el potencial de afectar sustancialmente a la economía global, sin embargo, el grado de afección variará de un país a otro. Se prevé que la automatización y los avances tecnológicos afectarán al 40-55% de los empleos a nivel global, afectando a aproximadamente 1.100 millones de trabajadores.

Tal y como se observa en la *figura 11*, el potencial de automatización se concentra en los países con mayor población y/o salarios más elevados. Cabe destacar que el grado de automatización existente en cada uno no aporta a priori información sobre qué efecto va a producir sobre el empleo. Es decir, en algunos países un alto grado de automatización supondrá un incremento de los puestos de trabajo en el mismo, mientras que en otros, provocará el efecto contrario.

Los países que mayor grado de automatización sufrirán en sus territorios serán países como Japón, México, Colombia, Perú, Tailandia, Corea del Sur, China, India, Rusia, Turquía, Brasil, etc. teniendo una automatización de sus actividades laborales superior al 49%.

En general, analizando los volúmenes del sector TIC, el potencial de automatización de actividades laborales se concentra en China, India, Japón, Estados Unidos y los cinco países con más población de la Unión Europea: Francia, Alemania, Italia, España y el Reino Unido.

Figura 11- Potencial de automatización de los empleos a nivel global



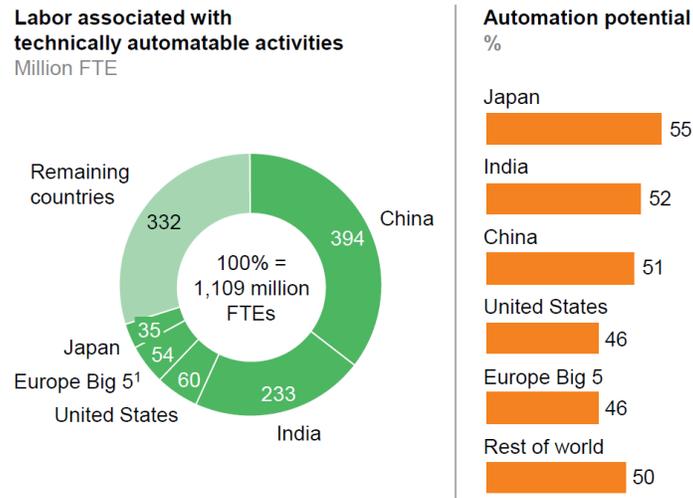
Fuente: MGI, 2017

Casi dos tercios del número total de trabajadores asociados con actividades técnicamente automatizables se encuentran en sólo cuatro países: China, India, Japón y Estados Unidos. Estos cuatro juntos representan más de 700 millones de empleos del total global potencialmente afectados. A su vez, en las cinco economías más grandes de la Unión Europea (Francia, Alemania, Italia, España y el Reino Unido), más de 54 millones de trabajadores están asociados con actividades técnicamente automatizables, tal y como se observa en la *figura 12*.



La mayor cantidad de empleo asociada con actividades técnicamente automatizables se encuentra en China e India, debido a los tamaños relativos de su fuerza laboral. Las actividades técnicamente automatizables representan el equivalente de más de 627 millones de trabajadores a tiempo completo en India y China (MGI, 2017).

Figura 12- Empleos afectados por la automatización a nivel global



Fuente: MGI, 2017

4.2.6.- Desigualdad generada por las TIC en el empleo a nivel mundial

Tras analizar los anteriores apartados, se observa que los efectos que el sector TIC va a producir sobre el empleo de los distintos países son muy complejos, ya que depende de una gran cantidad de factores como el tipo de actividad laboral, la cualificación de los trabajadores, la localización de las empresas, la productividad de la competencia, la formación de los trabajadores, las inversiones en el sector, etc.

Todo ello, puede llegar a provocar que uno de los efectos de las TIC sea el incremento de la brecha existente entre los países desarrollados y los países en desarrollo. Es decir, las TIC son una poderosa herramienta, que bien utilizada puede llegar a incrementar la productividad y el empleo, así como beneficiar a la economía de los países. Sin embargo, una adopción tardía o una inversión insuficiente puede ser devastador.

Los empleos que consistan en tareas manuales, especialmente todas aquellas que consistan en actividades rutinarias, son aquellos que tendrán el mayor riesgo de ser automatizados. A medida que se vayan implementando en mayor medida las TIC, todos estos empleos de baja cualificación se irán suprimiendo.

Es importante destacar que mediante las TIC no sólo se va a destruir empleo, sino que también se van a generar muchos nuevos puestos. Es decir, se va a producir una absorción del empleo en el sector TIC, de tal modo que se reduzcan los empleos de baja cualificación que consistan en tareas rutinarias, a medida que se incrementen los empleos de alta cualificación, especialmente los relacionados con las tecnologías de la información.



Esto supone un problema para países como China e India, en los cuales hay una gran cantidad de empleos que consisten en una mano de obra barata que requiere de trabajadores de baja cualificación. Por tanto, la mayoría de estos empleos se perderán al automatizarse estas actividades, dejando a una gran cantidad de personas sin trabajo.

Además, como consecuencia de las TIC, el peso del coste salarial disminuye, ya que serán necesarias menos personas para producir un mismo producto. Esto puede provocar que muchas empresas opten por la relocalización de la actividad productiva de sus empresas, generalmente situada en países en desarrollo, y opten por traerlas de vuelta a sus países de origen, haciendo que disminuyan la cantidad de empleos de los países en desarrollo.

Asimismo, si las grandes potencias logran adoptar rápidamente las TIC en sus empresas, podrían incrementar muy rápidamente su productividad y la calidad de sus productos, así como reducir el precio de los mismos. Al hacerlo, podrían desplazar del mercado a todos aquellos países y pequeñas economías que no sean capaces de seguir este ritmo productivo.

Por lo tanto, es previsible que las TIC provoquen una significativa distribución territorial del empleo, de tal modo que una rápida adopción de las tecnologías de la información puede ser clave para que los países no vean drásticamente disminuido su volumen de empleo.

4.3.- La deslocalización y la relocalización de empresas

La penetración de las TIC ha hecho posible la segmentación de las cadenas de valor, abriendo paso a la posibilidad de realizar ciertas actividades que componen la cadena de valor en diversas localizaciones. De este modo, las TIC hacen posible que parte de las actividades de las empresas puedan ser realizadas en otras regiones o países.

Esto ha dado lugar al fenómeno de la deslocalización, que consiste en que las empresas opten por trasladar sus actividades no centrales de menor valor añadido a países extranjeros, de tal modo que la producción se realice en países en desarrollo.

Sin embargo, el desarrollo de las TIC también está ocasionando que el coste salarial sea menor, ya que al implementarse más máquinas y procesos automatizados disminuye la cantidad de operarios físicos necesaria, lo cual está ocasionando que muchas empresas opten por traer las actividades que realizan en el extranjero a su país de origen. A este fenómeno se le denomina relocalización.

Como puede observarse, los dos fenómenos son opuestos entre sí, y ambos han sido posibilitados gracias a las TIC. Cada empresa deberá analizar qué situación es la que más le favorece, analizando el valor de cada actividad, recursos necesarios, mercados, salarios, etc.

Dado que la deslocalización y la relocalización son contrarias entre ellas, las consecuencias que cada una de ellas tendrá sobre el empleo también serán distintas.

4.3.1.- La deslocalización

La deslocalización es un fenómeno ocasionado gracias a la globalización otorgada por las TIC, según el cual las empresas optan por trasladar aquellas actividades de menor valor añadido de su cadena de valor a otros países que no sean el país de origen. Por lo general, la actividad productiva de las grandes empresas se suele trasladar a países en desarrollo para reducir costes de producción y poder obtener un producto más competitivo.



La deslocalización de la producción consiste en la reubicación de los procesos de fabricación físicos a otro país, tal y como se muestra en la *figura 13*, pudiendo subcontratar los procesos a proveedores externos. Al concentrarse en sus principales ventajas comparativas y externalizar otras actividades, las empresas pueden aumentar su competitividad.

Figura 13- La deslocalización



Fuente: Movertis, 2017

La deslocalización está relacionada con el uso de las TIC, pudiendo trasladar actividades basadas en información y servicios a países que tengan un menor coste. Esas actividades pueden ser de todo tipo, tanto productivas como de servicios. La deslocalización se ha desarrollado ampliamente en el sector manufacturero, y a medida que avanza la tecnología, también se están empezando a trasladar a otros países los servicios (Abramovsky y Griffith, 2005).

Gracias a los avances tecnológicos proporcionados por las TIC a las diferentes fases del proceso productivo, se está logrando reducir los límites del tiempo y el espacio, ofreciendo nuevas oportunidades a las economías más flexibles (EOI, 2005).

4.3.1.1.- Motivos por los que deslocalizar

Normalmente son las grandes empresas multinacionales las que optan por la deslocalización, es decir, las que optan por desplazar su producción o determinadas actividades a otros países que suponen un menor coste para la empresa. Estas empresas que deciden deslocalizar suelen hacerlo con el objetivo de incrementar su margen de beneficios y mejorar su capacidad competitiva en el mercado (Fernández, 2019).

Las principales razones para decantarse por la deslocalización son la reducción de los costes, la mejora de la relación calidad/precio de los productos, poder actuar más rápidamente en relación con las necesidades que tenga el mercado, poder obtener mejores competencias técnicas, etc. Además, existen muchos otros factores que influyen de manera importante, como pueden ser el nivel de cualificación de los trabajadores, los sistemas de remuneración, cómo organizarse, el nivel de desarrollo tecnológico que tienen, etc.

Analizando la estructura productiva española, se distinguen principalmente dos tipos de deslocalización que dan lugar en las grandes empresas (EOI, 2005):

- Deslocalización a países en desarrollo o economías emergentes, especialmente para reducir los costes de producción gracias a la mano de obra barata.



- Deslocalización a países más desarrollados, con el objetivo de obtener las ventajas ofrecidas por trabajadores altamente cualificados, tecnologías e infraestructuras más avanzadas, etc.

4.3.1.2.- La subcontratación

En general, se distinguen dos grandes tipos de deslocalización:

- El primer tipo de deslocalización se produce a nivel interno de las empresas, que consiste en la creación de filiales en países extranjeros.
- El segundo tipo, en cambio, consiste en la subcontratación de una parte del proceso productivo o de servicios a un proveedor extranjero. A este fenómeno se le suele conocer como subcontratación deslocalizada.

La subcontratación, internacionalmente conocido como “outsourcing”, puede verse como un paso natural en la evolución de un negocio. A principios del siglo 20, los fabricantes de coches se encargaban de fabricar casi todas las piezas del coche. Con el paso de los años, subcontrataron la fabricación de piezas a otras empresas que podrían concentrarse en producir algunas en exclusiva.

En un principio, esto se hizo para lograr ahorros en los costos, pero a través de su enfoque limitado, los fabricantes de piezas a menudo desarrollaron niveles de calidad más altos que los fabricantes de automóviles.

En la actualidad, este fenómeno se ha extendido a prácticamente todos los sectores. Muchas empresas optan por subcontratar las actividades a otras empresas más especializadas, ya que así consiguen productos que cuenten con una mayor calidad, al estar realizados por empresas punteras especializadas en ello.

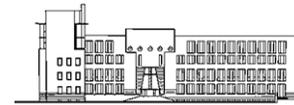
Gracias a la globalización ofrecida por las TIC, es posible subcontratar empresas que cuenten con un largo historial de actividad que ofrezcan un alto grado de especialización, generalmente situadas en países muy desarrollados que cuenten con tecnología punta y trabajadores altamente cualificados.

La subcontratación de este tipo de servicios otorgará dos grandes ventajas. Por un lado, se ahorrarán costes al evitar tener que realizar inversión de maquinaria, formación de trabajadores, etc., y por otro lado, la subcontratación garantizará que los productos finales cuenten con unos altos niveles de calidad (Mazzola et al., 2019).

4.3.2.- La relocalización

Un fenómeno interesante asociado a la automatización de los procesos es el de la relocalización de las producciones industriales, las cuales vuelven a los países desarrollados como consecuencia de que el coste salarial, que había explicado la externalización, está disminuyendo, por lo que no merece la pena desplazar la producción a otros países.

La relocalización puede definirse como la reubicación geográfica de una operación funcional y creadora de valor desde una ubicación en el extranjero hasta el país de la empresa (Holz, 2009). Por lo tanto, se refiere al traslado del proceso de fabricación al país de su empresa matriz, es decir,



se trata de trasladar los procesos comerciales de regreso al país de origen de la empresa (Ellram et al., 2013), tal y como se muestra en la *figura 14*.

Figura 14- Relocalización al país de origen



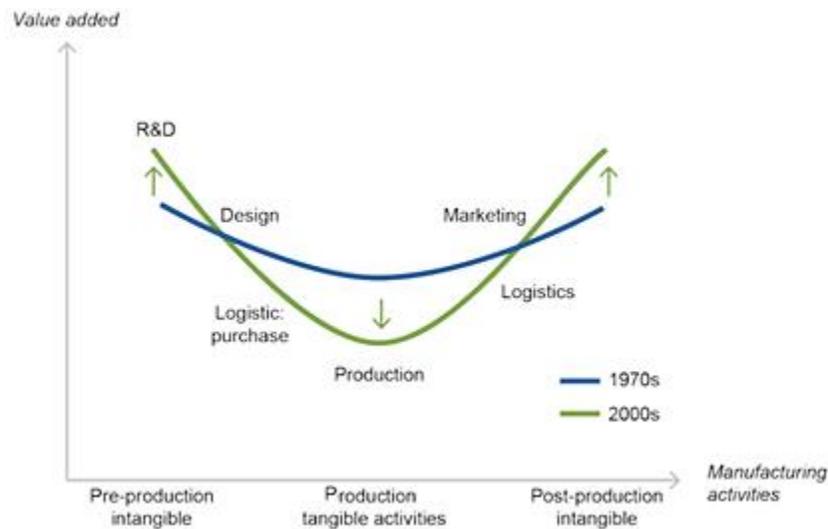
Fuente: Enser, 2019

4.3.2.1- La importancia del valor añadido

Se conoce como “curva de la sonrisa” el fenómeno por el que el valor añadido y la rentabilidad se concentran en las fases del producto previas y posteriores a la fabricación, que pasa a ser el elemento más tangible pero menos relevante del proceso productivo.

A partir de la década de 1980, las empresas tendían a concentrar actividades de alto valor agregado, tales como servicios de investigación y desarrollo, marketing y postventa, en países desarrollados, y a mover actividades de bajo valor agregado, tales como procesos de fabricación intensivos en mano de obra, a los países en desarrollo (Gereffi y Fernández-Stark, 2016).

Figura 15- Comparación entre las "curvas de la sonrisa" de los años 1970 y 2000, analizando el valor agregado de las actividades manufactureras



Fuente: Productivity Commission, 2016

Tal y como se muestra en la *figura 15*, con el paso de los años la curva se fue acentuando cada vez más. A medida que se iba desarrollando la tecnología informática, la rentabilidad que se obtenía en el proceso básico de fabricación era cada vez menor. Sin embargo, los procesos previos, como la investigación y desarrollo, la patente de nuevos componentes o el concepto y diseño de producto eran cada vez más rentables; como también lo eran los procesos posteriores a la fabricación derivados de crear una marca asociada a calidad, los negocios de marketing y



distribución y el servicio postventa. Por lo que aspectos como el marketing, diseño, I+D, servicios postventa, etc. están teniendo cada vez un mayor valor agregado, mientras que el de la producción es cada vez menor (Productivity Commission, 2016).

La consecuencia directa de esta tendencia es el movimiento de las etapas de menor valor agregado hacia los países en desarrollo, creando así las llamadas cadenas de valor globales (Baldwin et al., 2014).

A nivel de empresa, este fenómeno da lugar a la tendencia a la deslocalización, donde las empresas trasladan sus actividades no centrales a países extranjeros, buscando una mayor eficiencia, recursos específicos, nuevos mercados, activos estratégicos, ahorros salariales, etc. (Dunning, 1988).

Sin embargo, la creciente conciencia de los costos ocultos de la deslocalización, como por ejemplo, plazos de entrega más largos, costos de transporte, etc. y de los beneficios generados por el control de las etapas de producción, han llevado recientemente a muchas empresas a repensar sus cadenas de valor internacionales en términos de ubicación y, a veces, relocalizar sus actividades de producción, es decir, traerlas de vuelta al país de origen (Ancarani et al., 2019).

4.3.2.2.- Tipos de relocalización

La relocalización, también conocida como “reshoring”, ocurre, principalmente, en cuatro formas diferentes (Gray et al., 2013):

1. **Relocalización interna**

La empresa reubica las actividades de fabricación de las que dispone en el extranjero a instalaciones ubicadas en el país de origen.

2. **Relocalización para externalización (subcontratos)**

En este tipo de relocalización la empresa reubica las actividades de fabricación de las que dispone en el extranjero a otras empresas del país de origen, es decir, decide subcontratar esas actividades de fabricación a otras empresas nacionales.

3. **Relocalización para internalización**

En este otro caso, la empresa reubica las actividades de fabricación que fueron subcontratadas en el extranjero, de vuelta a sus propias instalaciones en su país de origen.

4. **Recontratación externa**

Consiste en reubicar actividades de fabricación de proveedores subcontratados en el extranjero a otros proveedores subcontratados en su país de origen.

4.3.2.3.- Motivos de la relocalización

Los principales motivos por los que las empresas se plantean la relocalización son la flexibilidad, el menor peso del coste salarial, la capacidad de entrega y los problemas de calidad. Aunque también existen otras razones como son los costes de transporte, costes de coordinación, falta de infraestructura, vinculación con I+D, costes laborales, falta de personal cualificado, etc.



La calidad del producto final es uno de los factores de riesgo más relevantes al elegir un proveedor extranjero. En estos problemas de calidad se incluyen los costes subestimados para las evaluaciones de aseguramiento y control de la calidad y los gastos de coordinación (Kinkel y Maloca, 2009).

Las empresas buscan obtener la mayor eficiencia posible de sus costes, y para ello, muchas empresas recurren a la relocalización de alguna de sus actividades. Se prevé que con la llegada de las TI se incremente en mayor medida éste fenómeno, haciendo que las empresas vuelvan a estar situadas en sus países de origen.

Una de las principales razones por las que las grandes empresas optan por la relocalización a países desarrollados, trayendo sus filiales del extranjero a los países de origen, es el menor peso del coste salarial. Esto se debe a que, gracias a la penetración de las TIC y a los avances tecnológicos que éstas proporcionan, se reducen la cantidad de personas necesarias para la producción. Es decir, a medida que la automatización avanza cada vez se necesitan menos personas para producir lo mismo, por lo que la deslocalización va perdiendo interés y la relocalización resulta cada vez más interesante.

Además, hasta ahora, los bajos costes laborales de los países asiáticos habían sido una de las principales razones tanto para la deslocalización como para la subcontratación (Roza et al., 2011). Sin embargo, los salarios en China están aumentando y, por ello, la mano de obra en China se vuelve cada vez más cara. Como resultado de este cambio, es probable que la deslocalización y la subcontratación a China sean menos interesantes para las empresas, siendo la relocalización en los países de origen una buena estrategia en dicho caso (Donaubauer y Dreger, 2016).

El valor percibido por el cliente también se considera un factor de motivación para la relocalización. Es por ello que la relocalización puede ser estimulada por un cambio en la demanda del consumidor, donde éstos, dejando de lado su preferencia por una mejor calidad, están dispuestos a pagar más por los productos que se han fabricado en su país de origen (Fratocchi et al., 2016).

Otros factores que impulsan la relocalización pueden ser el riesgo, la incertidumbre, la facilidad para hacer negocios, los costes, las infraestructuras, las prioridades competitivas, etc. (Benstead et al., 2017).

A pesar de que existen diversos motivos por los que las empresas deciden volver a su país de origen, es cierto que los problemas de calidad, la falta de flexibilidad y el menor peso del coste salarial se han indicado como los factores más importantes para decantarse por la relocalización.

La relocalización también es considerada como una corrección a una decisión de deslocalización previa. La relocalización podría proporcionar una mejor opción para una empresa si aumentan los costes de deslocalización, como los costes de mano de obra en el destino de deslocalización.

4.4.- Efectos en la cualificación y composición del empleo

Los investigadores creen que es probable que la industria 4.0 cambie sustancialmente la naturaleza de los empleos, y se estima que aumentará la flexibilidad de la vida laboral y la demanda de habilidades en tecnologías de la información y comunicación (TIC) y programación (Bonekamp y Sure, 2015).



Se prevé que al realizarse la transición a la industria 4.0, la demanda de trabajadores altamente cualificados aumentará mientras que la demanda de los trabajadores de baja y mediana cualificación disminuirá. Por tanto, a medida que avance la tecnología, los trabajadores poco cualificados tendrán que cambiar a tareas que requieran inteligencia creativa y social, y tendrán que adquirir, por tanto, nuevas habilidades creativas y sociales (Frey y Osborne, 2017).

En el futuro cercano, se espera que las capacidades más buscadas por los empleadores serán, por un lado, las habilidades de toma de decisiones, la creatividad, el trabajo en equipo, la cooperación interdisciplinaria, la capacidad de autoorganización, gestión, comunicación, etc.; y por otro lado, se buscarán trabajadores con habilidades en TI y programación.

La experiencia en TIC, Big Data y ciberseguridad se convertirán en las principales ocupaciones de los mercados laborales en las economías desarrolladas (Davies, 2015; Bonekamp y Sure, 2015).

4.4.1.- Habilidades/Cualidades requeridas

La industria 4.0 requerirá tanto de habilidades técnicas como de las habilidades transversales. Las empresas ya no necesitan únicamente buenos desarrolladores, ingenieros o trabajadores de TI, sino que también exigen, cada vez más, habilidades de comunicación, negociación, liderazgo, gestión y adaptabilidad. Estas habilidades son transversales entre los diferentes perfiles profesionales: el 65% de las empresas que planean contratar en el sector de las TI afirman que requieren varias habilidades transversales, de las cuales, la más importante es la comunicación. Los datos indican que para el año 2030 la demanda de habilidades transversales aumentará en todos los sectores aproximadamente un 22% en toda Europa.

Otro hecho interesante es la comparación entre habilidades técnicas y habilidades transversales. Al 38% de los gerentes les resulta complicado proporcionar a los empleados las habilidades técnicas requeridas hoy en día. Sin embargo, el 43% de los gerentes creen que es aún más complicado enseñarles las habilidades transversales, como el pensamiento analítico, la comunicación y la resolución de problemas. En el futuro cercano, los candidatos más exitosos serán aquellos con mayor creatividad y capacidad de procesar información compleja, combinada con adaptabilidad y capacidad de trabajo en equipo.

Los empleados tendrán nuevos desafíos y deberán cumplir roles más exigentes en el futuro. Por lo tanto, los trabajadores deben recibir una adecuada preparación en su desarrollo y capacitación personal. Se prevé que para el año 2022 más de la mitad de la actual fuerza laboral necesitará cursos de capacitación individuales para mejorar las habilidades existentes o incluso para adquirir otras nuevas, siendo la duración de los cursos de, aproximadamente, entre 6 meses y un año (Sestili, 2020).

4.4.1.1.- Habilidades transversales

Los empresarios a nivel mundial, además de conocimientos y habilidades profesionales basados en la industria, buscan competencias de habilidades transversales en su personal. A diferencia de las habilidades técnicas, que normalmente se adquieren en la escuela o en el trabajo, las habilidades transversales generalmente se desarrollan por sí mismas, y ayudan en una amplia gama de trabajos, no solo en el trabajo objetivo solicitado. Las cinco habilidades transversales más demandadas para el mercado laboral actual son, tal y como se muestra en la *figura 16*, las siguientes (Global Emerging Technology Institute, 2019):



1. Comunicación externa e interpersonal

La comunicación interpersonal es una habilidad importante que se debe practicar y mejorar. A medida que asciende en su carrera profesional, la aptitud para trabajar con otros se vuelve aún más crucial. Ser eficiente en la comunicación no se trata solo de hablar claro y en voz alta. Las habilidades de comunicación comprenden una escucha activa y una excelente presentación, así como habilidades de escritura.

Todo aspirante a profesional de las TI debe adquirir la capacidad de explicar conceptos técnicos a los miembros internos del equipo, así como a los socios, clientes o compañeros de trabajo que podrían no ser expertos en tecnología. Además, la capacidad de trabajar en equipo y gestionar conflictos es un activo valioso en el lugar de trabajo.

2. Gestión del tiempo y habilidades de organización

La capacidad de planificación, la implementación eficiente de proyectos y la capacidad de crear una lista de tareas generales son habilidades transversales muy importantes, ya que la ejecución aleatoria de tareas conduce al incumplimiento de plazos, con la pérdida de tiempo y dinero que ello conlleva.

Por lo tanto, tener la capacidad de realizar una buena gestión del tiempo, así como de organizar y priorizar las tareas correctamente, es una cualidad que la mayoría de empresas aprecian y promueven.

3. Efectividad del trabajo en equipo

Cuanto más grande sea la empresa para la que se trabaja, mayores serán las posibilidades de que los trabajadores sean miembros de más de un equipo, lo que implica que las habilidades técnicas de trabajo en equipo se vuelven casi obligatorias. Se considera de gran importancia poder trabajar bien con el resto de los miembros del equipo, ya que de esta manera, se podrán alcanzar los objetivos relacionados con el negocio e incrementar la eficiencia del trabajo.

4. Pensamiento crítico y creatividad

El pensamiento crítico es muy importante, ya que se trata de utilizar la imaginación, el razonamiento, la experiencia anterior, la investigación y los recursos disponibles para comprender y resolver los problemas de manera adecuada.

La creatividad suele ser la habilidad transversal más subestimada. La creatividad significa ser ingenioso e innovador para encontrar las correspondientes soluciones a los problemas en el trabajo.

5. Adaptabilidad

Se puede decir que el mundo es dinámico y que cambia rápidamente, por lo que la adaptabilidad es una habilidad transversal de alta prioridad que cualquier profesional debería tener. En el entorno empresarial actual, teniendo en cuenta la rápida evolución y



que está impulsado por la tecnología, la capacidad de adaptarse a las tecnologías emergentes y adaptarse al cambiante panorama empresarial es de vital importancia.

Por tanto, a pesar de que las habilidades técnicas son necesarias para cualquier puesto, los gerentes buscan cada vez más trabajadores con habilidades transversales apropiadas. Eso se debe al hecho de que, generalmente, es más fácil capacitar a un nuevo empleado en una habilidad técnica que capacitar a un empleado en una habilidad transversal, por lo que disponer de ellas hace que se tenga una gran ventaja.

Figura 16- Las habilidades más demandadas a profesionales de las TI



Fuente: Global Emerging Technology Institute, 2019

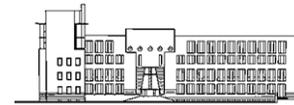
4.4.1.2.- Clasificación de las habilidades

Se prevé que se va a ir incrementando cada vez más la cantidad de trabajadores destinados al sector TIC, por lo que resulta fundamental conocer las habilidades que se requerirán en dichos puestos.

Los nuevos puestos demandarán especialmente a trabajadores muy cualificados que se dedicarán, generalmente, a la realización de tareas no monótonas, participando en las diversas actividades de mejora de los procesos, planificando, controlando y supervisándolos, y tomando éstos las decisiones finales. Se trabajará con robots y máquinas inteligentes, pero serán los trabajadores quienes tengan la última palabra y tomen las decisiones finales.

Las habilidades que se solicitan en el sector TIC pueden clasificarse atendiendo a las siguientes cuatro grandes categorías:

1. Conocimiento sobre las TIC
 - Conocimientos básicos de tecnología de la información
 - Capacidad para usar e interactuar con ordenadores y máquinas inteligentes como robots, tablets, etc.
 - Comprender la comunicación de máquina a máquina, la seguridad de TI y la protección de datos



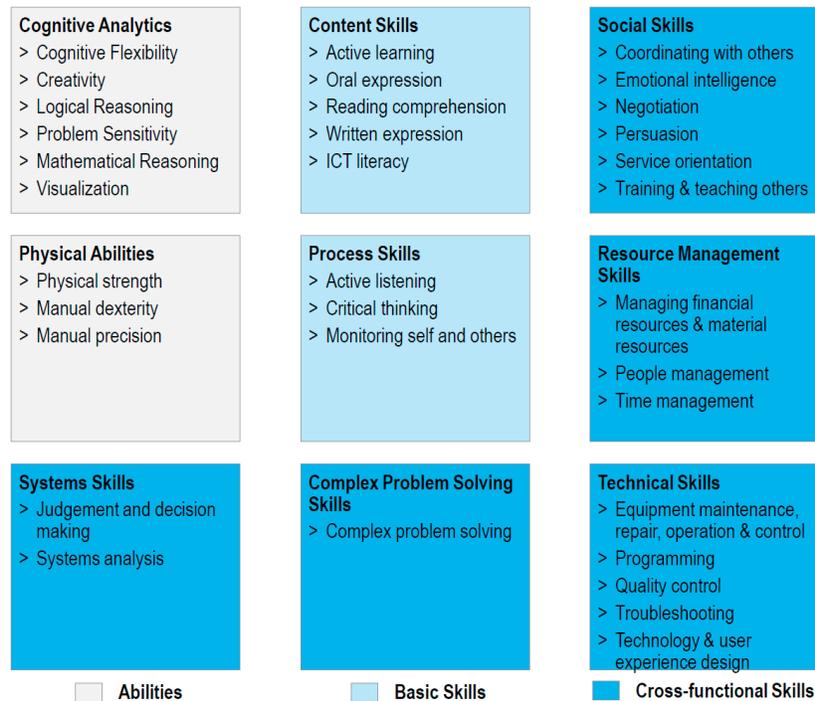
2. Capacidad para trabajar con datos
 - Capacidad para procesar y analizar datos e información obtenidos de máquinas
 - Comprender la salida de datos visuales y tomar decisiones
 - Conocimiento estadístico básico

3. Conocimientos técnicos
 - Conocimiento interdisciplinario y genérico sobre tecnología
 - Conocimiento especializado sobre las actividades y procesos de fabricación
 - Conocimientos técnicos de máquinas para realizar actividades de mantenimiento

4. Habilidades personales
 - Adaptabilidad y capacidad de cambio
 - Toma de decisiones
 - Trabajo en equipo
 - Habilidades de comunicación
 - Aprendizaje continuo

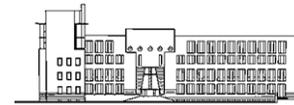
A parte de las habilidades existentes, se pedirán otro tipo de habilidades adaptadas al nuevo cambio laboral y a los nuevos trabajos que deberán realizar los trabajadores, sin reemplazar las habilidades anteriores (Business Council, 2017).

Figura 17- Grupos de habilidades requeridas



Fuente: Business Council, 2017

Tal y como se observa en la *figura 17*, estas habilidades se reparten en nueve grandes grupos, los cuales son: La analítica cognitiva, habilidades de contenido, habilidades sociales, habilidades



físicas, habilidades de proceso, habilidades de gestión de recursos, habilidades de sistemas, habilidades para resolver problemas complejos y habilidades técnicas. Dentro de cada grupo se destacan las competencias más relevantes.

Todas las personas de las sociedades avanzadas deberán contar con unos mínimos conocimientos sobre las TIC. Para poder conseguir que los profesionales dispongan de dichos perfiles requeridos, las universidades, los centros educativos e incluso las empresas deberán ajustar sus programas educativos.

El periodo de validez de un perfil depende, en gran medida, de cada sector económico. El sector de las TIC se caracteriza por un acelerado ritmo de innovación. Por ello, el ciclo de vida de los perfiles profesionales suele ser bastante corto.

4.4.1.3.- Competencias TIC de cada área de negocio

Para analizar el marco de competencias para la industria TIC, resulta conveniente realizar una clasificación en función de las distintas áreas de negocio de las TIC. En general se distinguen cinco grandes áreas de competencias basadas en los procesos de negocio: Planificación, producción, ejecución, habilitación y gestión. La *tabla 6* muestra las competencias TIC que contiene cada una de las áreas (Acosta et al., 2015).

Tabla 6- Competencias TIC de cada área de negocio

Áreas del proceso de negocio	Competencias TIC
Planificación	Sistemas de información alineados con la estrategia de negocio Gestión del nivel de servicio Desarrollo del plan de negocio Planificación del producto o proyecto Diseño de la arquitectura del sistema de información Diseño de aplicaciones Observación de tecnologías Desarrollo sostenible Desarrollo mediante innovaciones
Producción	Diseño y desarrollo Integración de sistemas Control de pruebas (testing) Implementación de soluciones Producción de documentos Ingeniería de sistemas
Ejecución	Apoyo al usuario Control de cambios Suministro del servicio Gestión de incidencias



Habilitación	Desarrollo de la estrategia de seguridad de la información Desarrollo de la estrategia de calidad del negocio TIC Programas de formación y prácticas Compras Desarrollo de propuestas de ventas Gestión de canales de ventas Gestión de ventas Gestión de contratos Desarrollo de personal Gestión de la Información y el Conocimiento Identificación de necesidades Marketing digital
Gestión	Desarrollo de previsiones Gestión de proyectos Gestión de riesgos Gestión de relaciones comerciales Mejora de procesos Gestión de calidad de productos y servicios TIC Gestión de modificaciones de negocio Gestión de seguridad de la información Política de sistemas de información

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Acosta et al., 2015

4.4.2.- Identificación de perfiles demandados

Existen dos tipos de perfiles demandados:

- Los necesarios para desarrollar la tecnología, destacando, por ejemplo, el diseño de componentes, redes y desarrollo de aplicaciones basadas en Internet o en aplicaciones móviles.
- Los necesarios donde se aprovecha la tecnología. Aquí se combina el conocimiento técnico con las necesidades de sectores socioeconómicos concretos, de organizaciones y de usuarios. Por ejemplo, la administración de redes, integración de soluciones y consultoría de telecomunicaciones.

Para asegurar que las infraestructuras de las TIC sean lo suficientemente flexibles para adaptarse rápidamente a necesidades cambiantes de los usuarios, será necesaria la interacción conjunta de estos dos tipos de perfiles profesionales.



4.4.3.- Tipos de trabajos del sector TIC

Los tipos de trabajos relacionados con las TIC se pueden clasificar en las siguientes cuatro categorías:

1. **Conceptualizadores.** Son aquellos que crean la idea inicial del sistema de información.
 Por ejemplo: Emprendedores, diseñadores de productos, ingenieros de I+D, analista de sistemas, etc.
2. **Desarrolladores.** Son los empleados que trabajan desarrollando, diseñando y construyendo las máquinas o los dispositivos de las TI.
 Ejemplos: Diseñadores de sistemas, programadores, ingeniero software, ingeniero informático, diseñador de microprocesadores, diseñador de circuitos integrados, etc.
3. **Modificadores.** Se trata de trabajadores que modifican las máquinas o los dispositivos de las TI.
 Algunos ejemplos pueden ser: Programador para mantenimiento, ingeniero software programador, ingeniero informático, administrador de bases de datos, etc.
4. **Técnicos de soporte.** Son aquellos que se encargan de dar soporte a las posibles averías que tengan los usuarios de las máquinas.
 Como por ejemplo: Especialista de soporte a clientes, especialista de ayuda en línea, especialistas de mantenimiento hardware, instalador de redes, administrador de redes, etc.

Tal y como puede observarse en la *figura 18*, existe una estrecha relación entre los niveles académicos y las categorías de los trabajos TIC. La cantidad de asteriscos indican la frecuencia con la que se realizan las funciones asociadas a los perfiles de cada categoría.

Figura 18- Relación entre las categorías de los trabajos TIC y sus niveles académicos

	BACHILLER	FP II	DIPLOMADO O ING. TÉCNICO	LICENCIADO O INGENIERO	DOCTOR
Conceptualizadores	*		*	***	***
Desarrolladores			***	***	**
Modificadores		**	***	**	*
Técnicos soporte	*	***	*		

Fuente: ANIEL y COIT, 2018

Se observa que será necesario disponer de un alto grado de cualificación académica para poder desarrollar tareas de conceptualización o desarrollo, mientras que el nivel de exigencia académica disminuye para tareas más rutinarias (ANIEL y COIT, 2018).

La mayor parte de los profesionales dedicados a las TIC, concretamente el 80%, poseen un nivel de estudios bastante elevado, ya que un 50% dispone de títulos universitarios y un 30% posee una formación profesional de grado superior.



Sin embargo, no sólo tienen un alto nivel formativo los profesionales TIC, sino que los trabajadores del sector TIC, es decir, la población laboral de TIC, también lo tienen. En lugar del 80% como los profesionales, éstos agrupan al 72% con niveles académicos superiores o con estudios universitarios (CCOO y UPM, 2015).

4.4.4- Cambios en la enseñanza

Para poder formar a futuros trabajadores que cumplan con las cualidades que demandan los nuevos puestos de trabajo, deberán modificarse los perfiles educativos, así como las políticas de educación y formación (Kergroach, 2017).

Los sistemas educativos deberían trabajar no solo desarrollando la educación básica basada en CTIM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) sino también mejorando las habilidades humanas, como la creatividad, la empatía, el pensamiento crítico, etc. que serán habilidades propias de los humanos que no podrán ser sustituidas por robots (MGI, 2017).

4.4.4.1.- Cursos de capacitación individual para la mejora de habilidades

La implementación de las TI en la industria requerirá que los trabajadores dispongan de una serie de habilidades técnicas y transversales que es probable que no hayan adquirido en su formación previa. Esto, supone un problema aún mayor en aquellos trabajadores de media-baja cualificación, que serán los que mayores pérdidas de empleo sufran.

Es tal la importancia de las habilidades que se pedirán en un futuro cercano, que algunos países ya están desarrollando programas para ir formando a sus ciudadanos y que puedan ir obteniendo dichas habilidades tan necesarias.

Es previsible que las nuevas generaciones obtengan dicha formación adicional en los propios centros educativos, pero en el resto de casos es muy probable que sea necesaria una formación adicional que complemente sus estudios previos y les otorgue nuevas cualificaciones que los hagan más aptos para desempeñar sus funciones laborales.

Un claro ejemplo de esto podría ser Singapur, donde el Gobierno ha decidido impulsar la formación de sus trabajadores de entre 25 y 60 años para que adquieran nuevas habilidades y estén preparados para los nuevos perfiles laborales que habrá en un futuro cercano en el país.

Para ello, desde el año 2015 están facilitando créditos de entre 500\$ y 1.000\$ a los ciudadanos mayores de 25 años. Los llamados “créditos de habilidades futuras” podrán ser utilizados para desarrollar o mejorar las habilidades que cada uno convenga más necesarias, es decir, cada ciudadano elige qué curso formativo desea realizar. De este modo, cada ciudadano podrá especializarse en aquellas áreas técnicas que vea oportunas, así como mejorar significativamente aquellos campos o áreas transversales donde más debilidades tenga (Government of Singapore, 2020).

Los singapurenses podrán utilizar dicho crédito en más de 8.000 cursos ofrecidos por los Institutos de Educación Superior y NTUC LearningHub, tal y como se muestra en la *figura 19*.



Figura 19- Cursos de mejora de habilidades individuales en Singapur



Fuente: Money Matters for Expats Pte, 2016

CAPÍTULO 5: UNA DESCRIPCIÓN DEL SECTOR DE LAS TIC EN ESPAÑA Y EN EL PAÍS VASCO

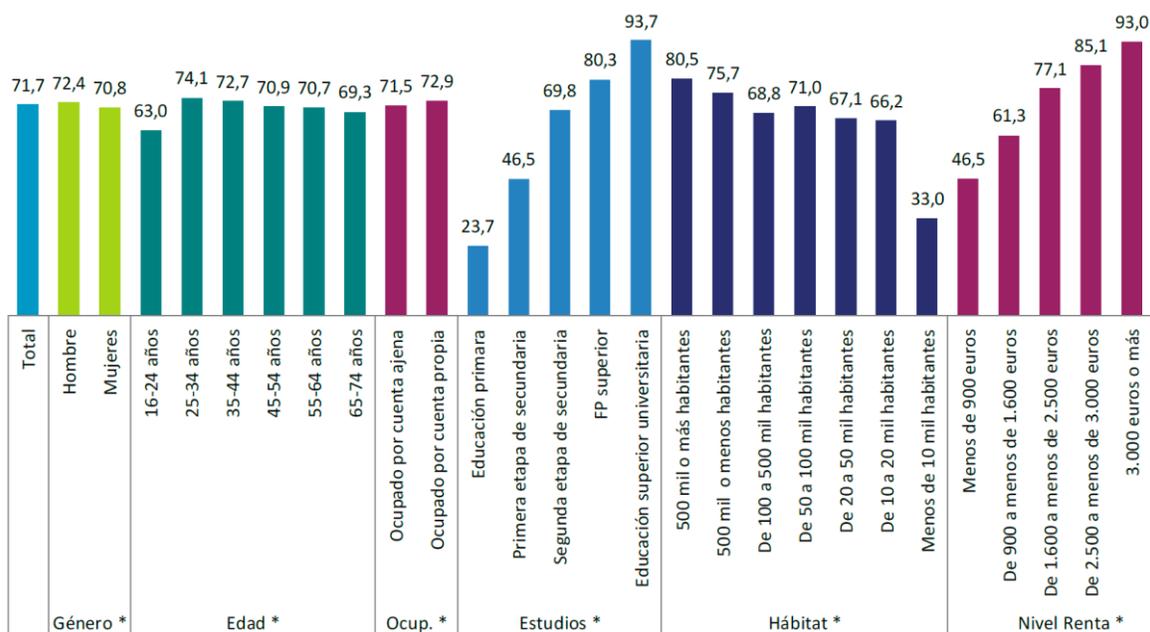
5.1.- Situación actual de las TIC en España

5.1.1.- Uso de las TIC en las actividades laborales

La penetración de las TIC en el desempeño de las actividades laborales es cada año más elevado, de tal modo que en el año 2018 un 71,7% de los trabajadores utilizaron las tecnologías de la información para realizar su actividad laboral.

La intensidad del uso de las TIC en el trabajo es diferente en función de las variables sociodemográficas, tal y como se observa en la *figura 20*. Las variables que más destacan dichas diferencias son el nivel de estudios y el nivel de renta. Cuanto mayor es el nivel de estudios del trabajador, mayor será la utilización de las TIC en su desempeño laboral. Lo mismo ocurre con el nivel de renta, el empleo de las TIC es superior cuanto mayor es el nivel de renta (ONTSI, 2019-A).

Figura 20- Utilización de las TIC en el trabajo por variables sociodemográficas (%)



Fuente: ONTSI, 2019-A

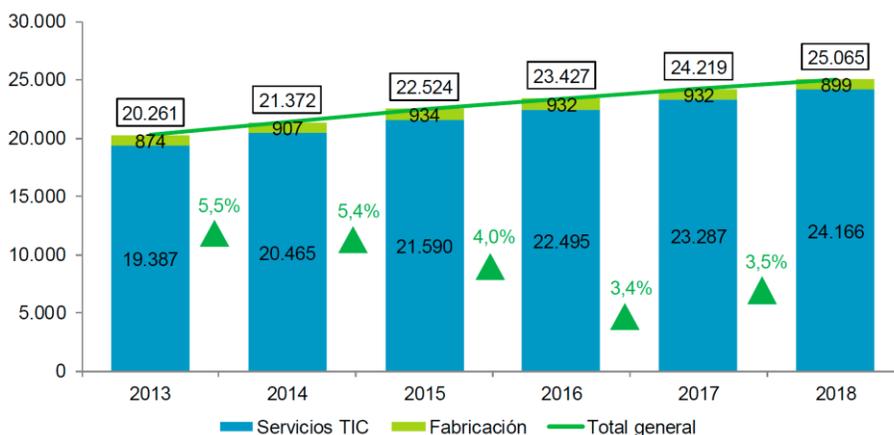


5.1.2.- Cantidad de empresas del sector TIC

A la hora de analizar el sector TIC en España, lo que se hace es desglosarlo en dos grandes tipos de actividades, de modo que por un lado se encuentra la prestación de servicios, y por otro, las actividades dedicadas a la industria manufacturera o fabricación de productos TIC.

Cada año aumenta el número de empresas del sector TIC español, aunque ese incremento no es constante. Tal y como se puede observar en la *figura 21*, en el 2014 hubo un crecimiento del 5,5% con respecto al 2013, mientras que en el 2018 se incrementó un 3,49% con respecto al 2017, llegando a un total de 25.065 empresas.

Figura 21- Empresas del sector TIC (número de empresas)



Fuente: ONTSI, 2019-A

Analizando el sector TIC español se observa que el peso de las empresas dedicadas a la manufactura de productos TIC es muy inferior al que tienen las dedicadas a los servicios TIC. Esto se observa, por ejemplo, en el año 2018, donde únicamente 899 empresas están dedicadas a la industria manufacturera. Es decir, el 96,41% se dedican a servicios TIC (24.166 empresas), mientras que sólo el 3,59% son empresas dedicadas a la fabricación.

Existen varias actividades dentro del sector de los servicios TIC como por ejemplo, el comercio al por mayor TIC, las actividades informáticas y las telecomunicaciones, de las cuales destacan las empresas dedicadas a las actividades informáticas, ya que tal y como se muestra en la *tabla 7*, son las que mayor incremento han obtenido, aumentando un 5,26% con respecto al 2017 (ONTSI, 2019-A).

Tabla 7- Número de empresas del sector TIC en España, por subsector (2013-2018)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Crecimiento 2017/2018	Peso respecto al total (2018)
Fabricación (Ind. manufacturera)	874	907	934	932	932	899	-3,54%	3,59%
Servicios TIC	19.387	20.465	21.590	22.495	23.287	24.166	3,77%	96,41%
- Comercio al por mayor TIC	2.662	2.809	2.884	2.940	3.007	3.052	1,50%	12,18%
- Actividades informáticas	13.035	13.975	15.032	15.899	16.648	17.524	5,26%	69,91%
- Telecomunicaciones	3.690	3.681	3.674	3.656	3.632	3.590	-1,16%	14,32%
TOTAL SECTOR TIC	20.261	21.372	22.524	23.427	24.219	25.065	3,49%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ONTSI, 2019-A



Analizando el sector de fabricación TIC se observa que la variación en la cantidad de empresas dedicadas a ello se ha mantenido con pocas variaciones en los últimos años, llegando incluso a disminuir en un 3,54% en el 2018. En la *figura 22* se observa que el peso de la fabricación dentro del sector TIC es muy reducido, quedando latente la diferencia entre los servicios y la fabricación en términos de cantidad de empresas.

Figura 22- Número de empresas del sector TIC en España, por subsector, en el 2018



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ONTSI, 2019-A

5.1.3.- La distribución de las empresas TIC en España

La cantidad de empresas del sector TIC se distribuye de forma no homogénea, de tal manera que, en el 2018, solamente entre Madrid y Cataluña abarcaban más del 50% de las empresas del sector TIC de España, con un 32% y 22% respectivamente. El porcentaje restante se distribuye entre Andalucía (9%), la Comunidad Valenciana (9%), Galicia (5%), el País Vasco (4%) y el resto se reparte con menos del 3%. La *figura 23* muestra de un modo visual el modo en el que se distribuyen las empresas del sector TIC en España (ONTSI, 2019-B).

Figura 23- Distribución del número de empresas del sector TIC por Comunidades Autónomas, en el 2018



Fuente: ONTSI, 2019-B

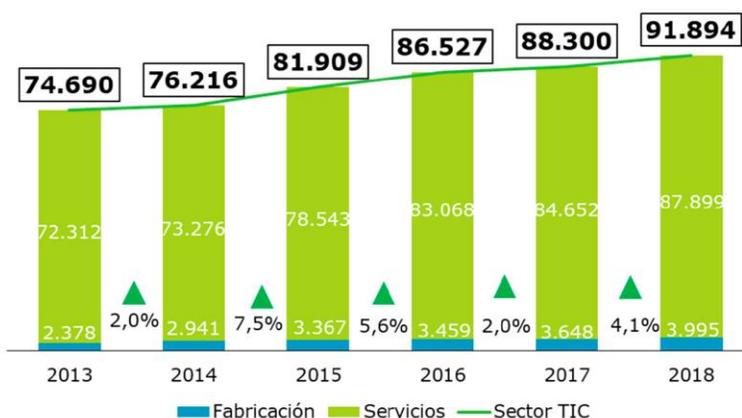


5.1.4.- La cifra de negocio del sector TIC

La cifra de negocio del sector TIC, tanto de la prestación de servicios como de la fabricación, sigue aumentando cada año. En el 2018 la cifra llegó a un total de 91.894 millones de euros, suponiendo un incremento del 4,07% con respecto a la cifra del 2017, tal y como se observa en la *figura 24*.

Dentro del sector TIC, el 95,65% de la cifra de negocio la componen los servicios TIC, con 87.899 millones de euros de facturación en el 2018. En cambio, la industria manufacturera representa únicamente el 4,35% del total, lo que se traduce en una cifra de 3.995 millones de euros. Esta diferencia en la distribución del sector TIC ha sido similar en los años anteriores.

Figura 24- Cifra de negocio del sector TIC (millones de euros)



Fuente: ONTSI, 2019-B

A pesar de que en el 2018 tanto los servicios como la industria manufacturera han aumentado con respecto a años anteriores, en realidad la industria se ha incrementado en mayor proporción, ya que los servicios TIC únicamente han aumentado un 3,84%, mientras que la industria ha crecido un 9,51% con respecto al 2017 (ONTSI, 2019-B), tal y como se muestra en la *tabla 8*.

Tabla 8- Cifra de negocio del sector TIC en España, por subsector (millones de euros)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Crecimiento 2017/2018	Peso respecto al total (2018)
Fabricación (Ind. manufacturera)	2.378	2.941	3.367	3.459	3.648	3.995	9,51%	4,35%
Servicios TIC	72.312	73.275	78.543	83.068	84.652	87.899	3,84%	95,65%
- Comercio al por mayor TIC	14.179	15.913	17.694	19.545	20.460	21.574	5,44%	23,48%
- Actividades informáticas	26.896	28.383	32.505	35.178	35.778	38.053	6,36%	41,41%
- Telecomunicaciones	31.236	28.979	28.344	28.345	28.414	28.272	-0,50%	30,77%
TOTAL SECTOR TIC	74.690	76.216	81.910	86.527	88.300	91.894	4,07%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ONTSI, 2019-B

5.1.5.- Los ocupados en el sector TIC

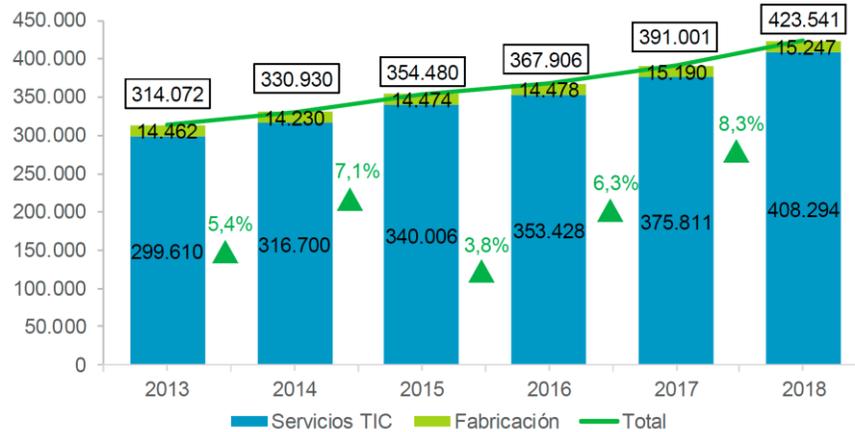
Del mismo modo que se incrementaban el número de empresas del sector TIC y la cifra de negocio, también se han ido incrementando la cantidad de ocupados del sector. En el 2018 se alcanzó la cifra de 423.541 ocupados, lo que supone que se incrementó un 8,3% con respecto al 2017.



Aunque la cantidad de empresas de la industria manufacturera estaba descendiendo en el 2018, la cantidad de empleados dedicados al sector ha seguido aumentando lo que indica un aumento en el tamaño medio de las empresas dedicadas a la fabricación TIC. En la *figura 25* se puede observar que el incremento del personal ocupado en el sector TIC, tanto para servicios como para industria, está siendo cada vez mayor.

Los servicios TIC también tienen un mayor peso que la fabricación, ya que los servicios suponen más del 95% del total de ocupados en 2018, es decir, 408.294 ocupados, mientras que la cantidad de empleados de la fabricación fue de 15.247 (ONTSI, 2019-A).

Figura 25- Personal ocupado del sector TIC (número de empleados)

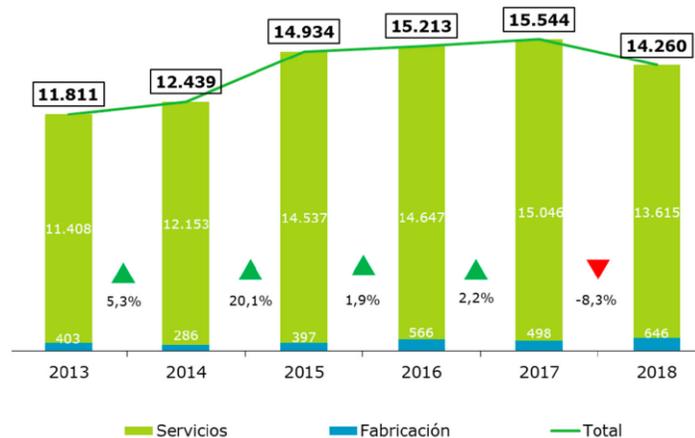


Fuente: ONTSI, 2019-A

5.1.6.- Las inversiones del sector TIC

En España se invirtieron 14.260 millones de euros en 2018, lo que ha supuesto una disminución del 8,25% con respecto al 2017, es decir, ha supuesto una reducción de la inversión en más de 1.000 millones de euros, cosa que no ocurría hasta ahora, ya que cada año se iba invirtiendo más cantidad, tal y como se puede observar en la *figura 26*.

Figura 26- Inversión del sector TIC (millones de euros)



Fuente: ONTSI, 2019-B



En la *tabla 9* se puede apreciar que el descenso de la inversión no ha sido en todo el sector TIC, sino únicamente en las actividades informáticas de los servicios TIC, y dado que es la rama con mayor inversión, dicha reducción afecta a la cifra global del sector TIC. Los demás subsectores han contado con un crecimiento en el volumen de inversión.

La manufactura de productos TIC ha concentrado en 2018 una inversión de 646 millones de euros, representando así el 4,53% respecto al total del sector TIC. A pesar de que en 2017 descendió la inversión, en 2018 la industria ha tenido un incremento del 29,72% con respecto al año anterior. De este modo, la fabricación TIC ha sido el subsector que más aumento ha obtenido, llegando al volumen de inversión más alto en la fabricación desde el 2013 (ONTSI, 2019-B).

Tabla 9- Inversión del sector TIC en España (millones de euros)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Crecimiento 2017/2018	Peso respecto al total (2018)
Fabricación (Ind. manufacturera)	403	286	397	566	498	646	29,72%	4,53%
Servicios TIC	11.408	12.153	14.537	14.647	15.046	13.615	-9,51%	95,47%
- Comercio al por mayor TIC	667	760	971	1.353	1.026	1.152	12,28%	8,08%
- Actividades informáticas	6.810	6.264	7.782	8.363	9.030	7.117	-21,18%	49,91%
- Telecomunicaciones	3.931	5.129	5.784	4.932	4.990	5.345	7,11%	37,48%
TOTAL SECTOR TIC	11.811	12.439	14.934	15.213	15.544	14.261	-8,25%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de ONTSI, 2019-B

5.2.- Situación actual de las TIC en Euskadi

5.2.1.- Cantidad de empresas del sector TIC en Euskadi y distribución por territorios históricos

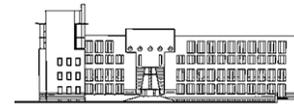
Tal y como se comentó en el *apartado 5.1.3.*, la comunidad autónoma del País Vasco abarca aproximadamente un 4% de la totalidad de empresas dedicadas al sector TIC en España. Ello supone un total de 2.648 empresas dedicadas al sector TIC en 2017, de las cuales la mayoría están dedicadas al subsector de comercio y servicios TIC, y únicamente 70 empresas se dedican a la industria manufacturera (Eustat, 2020-B). La *tabla 10* muestra el desglose de la cantidad de empresas TIC en la comunidad autónoma del País Vasco, clasificadas por subsector y territorio histórico, para el periodo 2010-2017.

Tabla 10- Número de empresas TIC en Euskadi. Periodo 2010-2017

Territorio histórico:	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
- Álava	310	296	274	288	311	318	337	345
- Vizcaya	1.189	1.231	1.241	1.378	1.496	1.515	1.565	1.578
- Guipúzcoa	592	590	626	675	728	740	767	794
Industria manufacturera TIC	81	72	66	73	64	68	68	70
Comercio y servicios TIC	2.010	1.983	2.016	2.202	2.405	2.443	2.533	2.578
SECTOR TIC	2.091	2.055	2.082	2.275	2.469	2.511	2.601	2.648

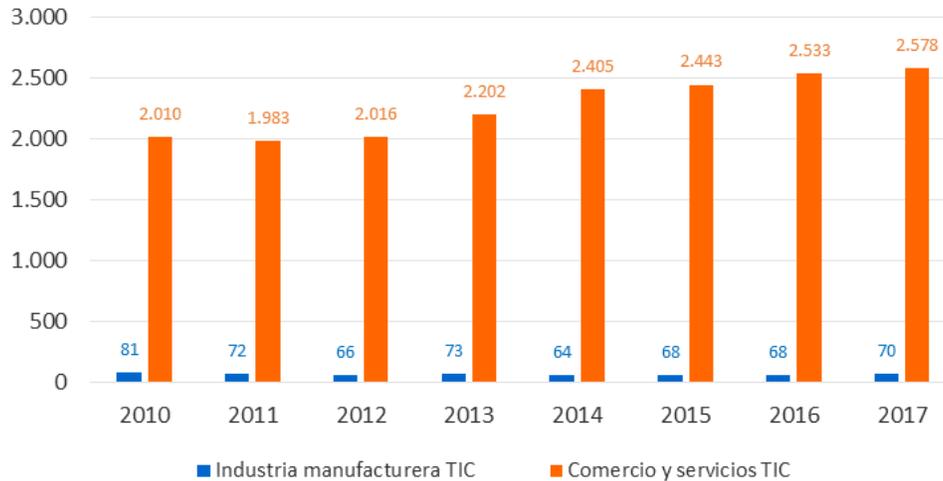
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Eustat, 2020-B

En la *figura 27*, se puede observar de un modo más visual la evolución que han tenido las empresas del sector TIC en el periodo 2010-2017. En ella se observa que en ese periodo se han incrementado prácticamente todos los años la cantidad de empresas dedicadas al comercio y los



servicios TIC. Sin embargo, no ocurre lo mismo con la industria manufacturera, la cual pese a haber subido un 2,9% en 2017, representa una caída del 14% en comparación con el 2010.

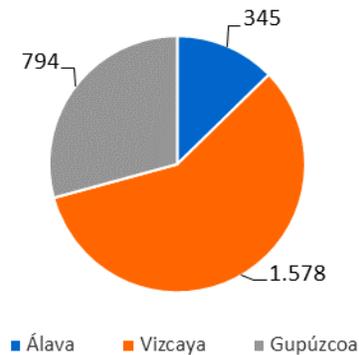
Figura 27- Número de empresas TIC en Euskadi por subsector. Periodo 2010-2017



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Eustat, 2020-B

Analizándolo por territorio histórico, se observa que la distribución territorial de las empresas TIC en Euskadi no es homogénea, de tal modo que la mayoría de empresas se concentran en Vizcaya, con un total de 1.578 empresas, seguido con Guipúzcoa con 794 y Álava con 345, tal y como se muestra en la figura 28.

Figura 28- Distribución de empresas TIC en Euskadi por territorio histórico



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Eustat, 2020-B

5.2.2.- Cifra de negocio del sector TIC en Euskadi

Analizando la cifra de negocio del sector TIC en Euskadi se observa que el sector TIC generó un total de 3.878.489.000€ de ingresos en 2017, de los cuales 3.308.594.000€ fueron provenientes del comercio y servicios TIC, y los 569.895.000€ restantes de la industria manufacturera.

Además, teniendo en cuenta la distribución territorial de las empresas del sector TIC, la cifra de negocio también se ha obtenido en una distribución similar, obteniéndose la mayor cantidad en Vizcaya (Eustat, 2020-B), tal y como se muestra en la tabla 11.



Tabla 11- Cifra de negocio del sector TIC en Euskadi en miles de euros. Periodo 2010-2017

Territorio histórico:	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
- Álava	366.002	343.969	328.894	320.835	327.975	334.747	388.324	410.136
- Vizcaya	2.467.316	2.431.608	2.369.091	2.276.190	2.181.693	2.188.070	2.245.781	2.453.825
- Guipúzcoa	801.266	822.969	806.811	824.443	777.962	858.588	929.765	1.014.528
Industria manufacturera TIC	444.015	453.545	438.163	450.146	439.339	470.565	497.998	569.895
Comercio y servicios TIC	3.190.569	3.145.001	3.066.633	2.971.322	2.848.291	2.911.635	3.065.872	3.308.594
SECTOR TIC	3.634.584	3.598.546	3.504.796	3.421.468	3.287.630	3.381.405	3.563.870	3.878.489

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Eustat, 2020-B

Correlacionando la cantidad de empresas por subsector y la cifra de negocio, se observa que la cantidad de ingresos que se generan en cada uno de los subsectores es muy dispar, de tal modo que las empresas dedicadas a la industria manufacturera son capaces de facturar una cantidad mucho mayor de ingresos que las dedicadas a los servicios TIC.

Analizando, por ejemplo, los datos del 2017, se observa que cada empresa dedicada a los servicios TIC generó aproximadamente 1.283.395,65€, mientras que las empresas dedicadas a la industria manufacturera TIC fueron capaces de generar 8.141.357,14€ por empresa, lo cual supone que prácticamente son capaces de generar una cifra de negocio más de seis veces superior, tal y como se demuestra a continuación:

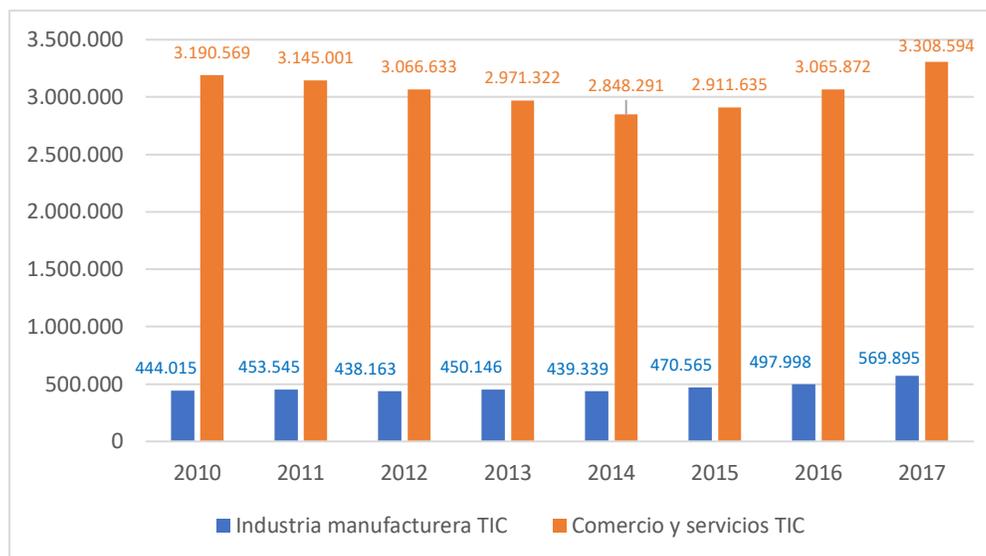
- Comercio y servicios TIC
 - $\frac{3.308.594.000 \text{ €}}{2.578 \text{ empresas servicio TIC}} = 1.283.395,65 \text{ €/empresa}$
- Industria manufacturera TIC
 - $\frac{569.895.000 \text{ €}}{70 \text{ empresas ind. manufact. TIC}} = 8.141.357,14 \text{ €/empresa}$

Unos resultados que nos podíamos esperar si tenemos en cuenta que en el ámbito de los servicios van a existir un gran número de pequeñas empresas.

Con respecto a la evolución de la cifra de negocio se observa que, en el periodo 2010-2017, el comercio y servicios TIC sufrieron un descenso hasta 2014 y un incremento hasta 2017, mientras que la industria manufacturera ha incrementado prácticamente cada año su valor, de tal modo que en el 2017 se ha incrementado la cifra de negocio en un 14,4% con respecto al 2016 y en un 28,35% con respecto al 2010, tal y como se muestra en la *figura 29*.



Figura 29- Cifra de negocio del sector TIC en Euskadi por subsector en miles de euros. Periodo 2010-2017



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Eustat, 2020-B

5.2.3.- Los ocupados en el sector TIC en Euskadi

Las empresas dedicadas al sector TIC generaron en el 2017 un total de 22.387 puestos de trabajo, de los cuales 4.396 corresponden a los ocupados en la industria manufacturera TIC, y el resto al comercio y servicios TIC. Vizcaya es el territorio histórico que dispone de mayor cantidad de puestos de trabajo con 12.766 ocupados, seguido de Guipúzcoa con 7.020 y Álava con 2.601 (Eustat, 2020-B), tal y como se muestra en la *tabla 12*.

Tabla 12- Cantidad de ocupados del sector TIC en Euskadi. Periodo 2010-2017

Territorio histórico:	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
- Álava	2.452	2.233	2.178	2.178	2.225	2.286	2.377	2.601
- Vizcaya	13.600	13.253	13.369	12.830	12.720	12.645	12.591	12.766
- Guipúzcoa	6.165	6.038	6.053	6.102	6.101	6.412	6.654	7.020
Industria manufacturera TIC	3.778	3.751	4.008	3.744	3.809	4.019	4.142	4.396
Comercio y servicios TIC	18.439	17.773	17.592	17.366	17.237	17.324	17.480	17.991
SECTOR TIC	22.217	21.524	21.600	21.110	21.046	21.343	21.622	22.387

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Eustat, 2020-B

Al analizar la cantidad de empresas por subsector y la cantidad de ocupados se observa que la cantidad de puestos de trabajo que se generan en cada uno de los subsectores es muy diferente, de tal modo que las empresas dedicadas a la industria manufacturera son capaces de generar una cantidad mucho mayor de puestos de trabajo que las dedicadas a los servicios TIC.

Tomando como referencia los datos del 2017, se observa que cada empresa dedicada a los servicios TIC generó, de media, 7 puestos de trabajo, mientras que las empresas dedicadas a la industria manufacturera TIC fueron capaces de generar 63 puestos de trabajo por empresa. Esto supone que las empresas de la industria manufacturera TIC generan aproximadamente 9 veces más puestos de trabajo que las empresas de comercio y servicios TIC, tal y como se demuestra a continuación:

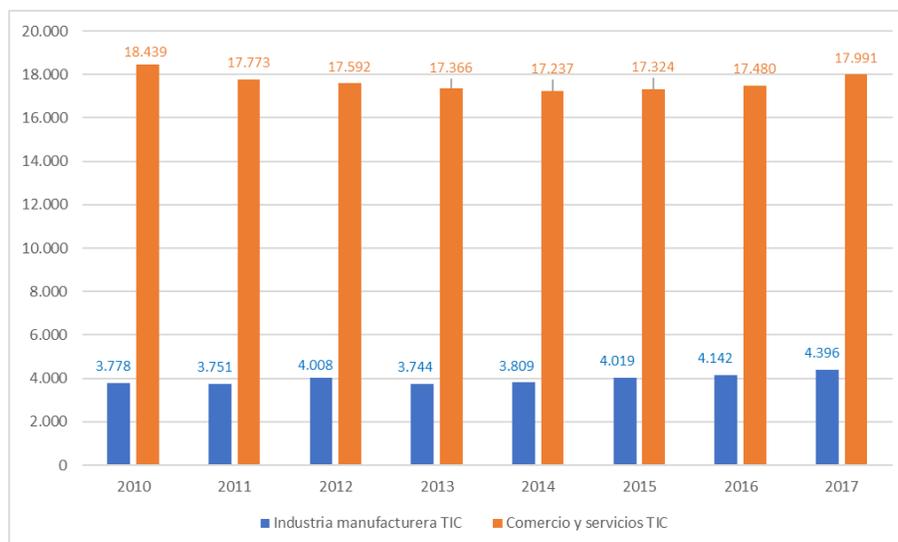


- Comercio y servicios TIC
 - $\frac{17.991 \text{ trabajadores}}{2.578 \text{ empresas servicio TIC}} = 6,9 \rightarrow 7 \text{ trabajadores/ empresa}$

- Industria manufacturera TIC
 - $\frac{4.396 \text{ trabajadores}}{70 \text{ empresas ind. manufact. TIC}} = 62,8 \rightarrow 63 \text{ trabajadores/ empresa}$

Mientras que la cantidad de ocupados en servicios TIC ha sufrido fluctuaciones en el periodo 2010-2017, la industria manufacturera ha ido incrementando, año tras año, la cantidad de ocupados en Euskadi. Por ejemplo, en el 2017 la industria manufacturera TIC vio incrementados en un 6,1% la cantidad de ocupados con respecto al año anterior, tal y como se muestra en la *figura 30*.

Figura 30- Número de ocupados del sector TIC en Euskadi por subsector. Periodo 2010-2017



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Eustat, 2020-B

5.2.4.- I+D en el sector TIC en Euskadi

La inversión en I+D realizada por las empresas del sector TIC del País Vasco fue, en el año 2017, de 72.785.000€, de los cuales 50 millones de euros fueron realizados por las empresas dedicadas al comercio y servicios TIC, y 22 millones por las empresas dedicadas a la industria manufacturera TIC, tal y como se muestra en la *tabla 13*.

Tabla 13- Gasto interno en I+D en el sector TIC en Euskadi (miles de euros). Periodo 2010-2017

Territorio histórico:	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
- Álava	5.184	4.769	5.108	4.437	4.909	4.767	4.228	6.140
- Vizcaya	49.220	33.045	32.762	27.561	32.177	32.899	33.901	33.198
- Guipúzcoa	29.472	32.530	28.973	29.476	30.533	30.715	28.910	33.446
Industria manufacturera TIC	22.518	21.764	20.097	19.885	21.493	20.985	18.366	22.721
Comercio y servicios TIC	61.358	48.580	46.745	41.589	46.126	47.397	48.673	50.064
SECTOR TIC	83.876	70.344	66.843	61.474	67.619	68.382	67.039	72.785

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Eustat, 2020-B



Se observa también que la inversión se centra en los territorios de Guipúzcoa y Vizcaya, contando cada uno de ellos con una inversión de 33 millones de euros (Eustat, 2020-B).

5.2.5.- Las ventajas de las TIC para hacer frente a la crisis del Covid-19 en Euskadi

La repentina llegada del Covid-19 y el Estado de Alarma generado en el país en marzo del 2020 y los posteriores meses, supuso un gran reto para la supervivencia de las empresas. Uno de los mayores aliados que han tenido las empresas han sido las TIC, ya que les han posibilitado la capacidad de poder adaptarse a las nuevas circunstancias y flexibilizar los desempeños laborales.

En 2019 un 73,1% de los trabajadores del País Vasco disponían de tecnologías TIC en sus puestos laborales. Sin embargo, únicamente un 32,7% de los trabajadores disponía de la capacidad de trabajar mediante conexión remota, es decir, que únicamente un tercio de los trabajadores disponía de un dispositivo portátil que le permitiese trabajar fuera de la ubicación física de la empresa.

Tal y como se muestra en la *tabla 14*, la situación varía en función del sector de actividad del País Vasco. En el sector industrial solamente un 61,5% de los trabajadores disponen de tecnologías TIC en sus puestos de trabajo, y únicamente un 25,6% dispone de la capacidad de trabajar mediante conexión remota, es decir, la conexión remota o teletrabajo sólo es posible para uno de cada cuatro trabajadores (Eustat, 2020-C).

Tabla 14- Empleados en relación a las TIC en Euskadi por sector de actividad, en %. Año 2019

	Usuarios TIC	Empleados con conexión remota
C.A. Euskadi	73,1	32,7
Industria	61,5	25,6
Construcción	58,5	37,4
Servicios	77,4	34,3

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Eustat, 2020-C

Tener un buen posicionamiento en cuanto al uso de las TIC es un factor determinante a la hora de adaptarse a los cambios. En situaciones excepcionales, como la generada como consecuencia del covid-19, el disponer de este tipo de tecnologías puede suponer la diferencia entre la supervivencia de la empresa o el cierre de la misma.

En este caso, ha quedado demostrado que aquellas empresas que ya disponían de TIC que les otorgaban conexión remota a sus empleados, mediante adecuados cifrados de datos y redes VPN que garantizaran la confidencialidad, han podido adaptarse más rápidamente a la excepcionalidad de esta situación. Además, gracias al teletrabajo no sólo se ha podido continuar con el normal desempeño de las actividades empresariales, sino que se ha garantizado la seguridad de los trabajadores.



CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

Las tecnologías de la información y la comunicación están penetrando cada vez más en las soluciones tecnológicas que utiliza la industria manufacturera, dando lugar a la llamada industria 4.0 y ocasionando un impacto muy significativo en todos los ámbitos de la actividad industrial, generando una importante repercusión sobre el empleo.

Las TIC ofrecen una amplia gama de servicios que tendrán influencia no sólo sobre la industria, sino también sobre el resto de ámbitos de la sociedad, afectando a la enseñanza, las relaciones sociales, la manufactura, las actividades divulgativas, etc.

Las TIC agilizan la emisión, el acceso y el tratamiento de la información, facilitando las comunicaciones de manera rápida y sencilla, permitiendo la creación de nuevas herramientas, posibilitando el intercambio de información entre usuarios y dispositivos, y agilizando la automatización de los procesos.

El nuevo paradigma tecnoeconómico que trae consigo la llegada de las TIC implica una nueva forma de organización, una nueva combinación de productos, nuevas tendencias en innovación, y por tanto, un nuevo perfil de habilidades y cualidades laborales en los trabajadores.

A medida que avance la tecnología, los trabajadores de la industria 4.0 deberán adecuar sus habilidades a los nuevos perfiles requeridos, que estarán formados por habilidades tanto técnicas como transversales. Los trabajadores poco cualificados tendrán que adquirir nuevas habilidades creativas y sociales, que generalmente no se imparten en los centros educativos. Por tanto, se deberán modificar los perfiles educativos, así como las políticas de educación y formación.

La tecnología ha hecho posible la segmentación de las cadenas de valor, globalizando la producción y generando las cadenas globales de valor, lo cual derivó en la deslocalización de empresas que optaban por trasladar sus actividades productivas de menor valor añadido a países en desarrollo. Sin embargo, el desarrollo de las TIC también está ocasionando que el coste salarial sea menor, al reducirse la cantidad de operarios como consecuencia de la automatización de los procesos, lo cual está ocasionando que muchas empresas opten por la relocalización de sus empresas, trayéndolas de nuevo a su país de origen, disminuyendo así la cantidad de empleos de los países en desarrollo.

Se prevé que las TIC afectarán aproximadamente al 40-55% de los empleos a nivel global, afectando aproximadamente a 1.100 millones de trabajadores. Se espera que, en general, las TIC van a incrementar la cantidad de empleo a nivel mundial; sin embargo, la distribución territorial y sectorial del empleo no va a ser homogénea. Esto implica que los empleos se van a reajustar, de tal modo que se reduzcan los trabajos manuales y rutinarios que requieren poca cualificación, a la vez que se incrementen los empleos que requieren mayor cualificación, así como aquellos destinados a los sectores TIC encargados de fabricar y gestionar todos los mecanismos que automatizarán los procesos de producción de las empresas.

El incremento de la productividad generado por las TIC provocará una desigual distribución territorial del empleo, de modo que aquellos países que sean capaces de invertir en nuevas tecnologías y aplicar de forma temprana las TIC, se posicionarán como líderes del mercado. En la actualidad, Norteamérica, Asia y Europa engloban aproximadamente el 88% del volumen de



negocio del sector TIC, quedando latente la brecha existente con Latinoamérica y África. A medida que la penetración de las TIC se vaya incrementando, dicha brecha podrá reducirse o ampliarse en función del grado de adquisición de las tecnologías TIC en cada país y de la cualificación que dispongan sus trabajadores.

La integración de los sistemas TIC en las empresas generará producciones automatizadas que garanticen una mayor calidad de los productos, así como productos finales más complejos que cuenten con mayor cantidad de mecanismos automatizados y aplicaciones, incrementando su funcionalidad. De este modo, podrán ser más competitivos que la competencia, pudiendo incluso llegar a desplazarlos del mercado.

Analizando la situación actual de las TIC en España, se observa que el sector TIC está incrementando su presencia año tras año, aumentando la cantidad de empresas del sector, la cifra de negocio y la cantidad de ocupados. Esto ha llevado a que, en el 2018, un 71,7% de los trabajadores utilizasen las TI para realizar su actividad laboral.

En España hay un total de 25.065 empresas dedicadas al sector TIC, cuya cifra de negocio asciende a 91.894 millones de euros, y que genera 423.541 puestos de trabajo. Analizando el subsector TIC dedicado a la industria manufacturera, se registran 899 empresas, con unos ingresos de 3.995 millones de euros y 15.247 empleados.

Madrid y Cataluña abarcan más del 50% de las empresas del sector TIC de España, mientras que el País Vasco abarca aproximadamente un 4%, de las cuales la mayoría se concentran en Vizcaya y en Guipúzcoa.

En la comunidad autónoma del País Vasco hay 2.648 empresas dedicadas al sector TIC, que generan aproximadamente 3.878 millones de euros en ingresos, y dan trabajo a 22.387 personas. El mayor volumen del sector procede del subsector TIC encargado del comercio y servicios TIC.

La industria manufacturera TIC en Euskadi registró en su último año 70 empresas, lo cual supone un incremento del 2,9% respecto al año anterior. Dichas empresas generaron una cifra de negocio de 569,9 millones de euros, lo que supuso un 14,4% más de ingresos que el año anterior. Correlacionándolo con la cantidad de empresas por subsector, esto supone que las empresas dedicadas a la industria manufacturera son capaces de generar una cifra de negocio más de seis veces superior que las dedicadas a los servicios TIC, de tal modo que cada empresa de la industria manufacturera TIC ingresa en la actualidad unos 8,1 millones de euros anuales.

La cantidad de ocupados en la industria manufacturera TIC en Euskadi fueron 4.396, es decir, un 6,1% más que el año anterior. Correlacionando la cantidad de empresas por subsector con la cantidad de ocupados, se observa que cada empresa genera 63 puestos de trabajo de media, lo cual supone que las empresas de la industria manufacturera TIC generan aproximadamente 9 veces más puestos de trabajo que las empresas de comercio y servicios TIC.

La inversión en I+D realizada por las empresas del sector TIC del País Vasco fue, en el año 2017, de 72.785.000€, de los cuales 22.721.000€ corresponden a las empresas dedicadas a la industria manufacturera TIC, centrándose especialmente en los territorios de Guipúzcoa y Vizcaya.



En 2019, un 73,1% de los trabajadores del País Vasco disponían de tecnologías TIC en sus puestos laborales, sin embargo, únicamente un 32,7% disponía de la capacidad de trabajar mediante conexión remota. En situaciones excepcionales, como la vivida en el 2020 con el Covid-19 y el Estado de Alarma generado en el país, el disponer de tecnologías de la información que posibiliten el teletrabajo puede suponer la diferencia entre la supervivencia de la empresa o el cierre de la misma.

Las TIC otorgan a las empresas la capacidad de poder adaptarse a las nuevas circunstancias y flexibilizar los desempeños laborales, además de incrementar su productividad, su competitividad y sus beneficios.

La llegada de las TIC está ocasionando un sustancial cambio en todos los ámbitos de la actividad industrial, modificando los perfiles de habilidades y cualificaciones requeridas de los trabajadores, y ocasionando una especial repercusión sobre el empleo.

Por lo tanto, se concluye que una temprana adopción de las TIC en la industria manufacturera es clave para situarse en una buena posición en el mercado, y para ello, será necesaria la formación de trabajadores cualificados que cumplan con las nuevas habilidades que requieren los nuevos puestos del sector TIC, así como incrementar la inversión en el sector y fomentar una adquisición temprana de estas tecnologías.

BIBLIOGRAFÍA

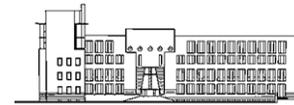
- Abramovsky, L. y Griffith, R. (2005). *Outsourcing and offshoring of business services: how important is ICT*. IFS: Institute for fiscal studies. Disponible en: <https://www.ifs.org.uk/wps/wp0522.pdf>
- Acemoglu, D. y Autor, D. (2011). *Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings*. Handbook of labor economics, vol. 4, pp. 1043–1171.
- Acosta, E., GICE UAM y CCOO (2015). *Los marcos de cualificaciones y los perfiles profesionales del sector TIC*. Disponible en: <http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Gabinete%20del%20Rector/Agenda/2015/10/UPM%20Los%20marcos%20de%20cualificaciones%20y%20los%20perfiles%20profesionales.pdf>
- Ancarani, A., Di Mauro, C. y Mascali, F. (2019). *Backshoring strategy and the adoption of industry 4.0: evidence from Europe*. J. World Bus. 54 (4), 360–371.
- ANIEL: Asociación Nacional de Industrias Electrónicas y de Telecomunicaciones y COIT: Colegio oficial de ingenieros de telecomunicación (2018). *Evolución de los perfiles profesionales TIC en la sociedad del conocimiento*. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Disponible en: <https://ametic.es/sites/default/files//9527dd01.pdf>
- Ansa latina (2018). *Muy veloz, despiden al robot chef*. Agencia italiana de noticias. Disponible en http://www.ansalatina.com/americalatina/noticia/tecnologia/2018/03/13/demasiado-veloz-despiden-a-robot-chef_f58a5066-f283-460f-8a5b-3a1f27c4b85d.html



- Autor, D. y Dorn, D. (2013). *The growth of low skill service jobs and the polarization of the US labor market*. American Economic Review, vol. forthcoming.
- Baldwin, R., Ito, T. y Sato, H. (2014). *The Smile Curve: Evolving Sources of Value Added in Manufacturing*, Joint Research Program Series. Ide-jetro
- Balliester, T. y Elsheikhi, A. (2018). *The Future of Work: A Literature Review*, ILO Research Department, Working Paper N° 29.
- BBC (2020). *The Industrial Revolution*. Disponible en: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zvmv4wx/revision/1>
- BBVA Research (2018). *¿Cuán vulnerable es el empleo en España a la revolución digital?* Observatorio económico. Disponible en <https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/2018/03/Cuan-vulnerable-es-el-empleo-en-Espana-a-la-revolucion-digital.pdf>
- Benstead, A. V., Stevenson, M., y Hendry, L. C. (2017). *Why and how do firms reshore? A contingency-based conceptual framework*. Operations Management Research, 1–19. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12063-017-0124-5>
- Blanco, R., Fontrodona, J. y Poveda, C. (2017). *La industria 4.0: El estado de la cuestión*. Economía industrial, ISSN 0422-2784, N° 406, p.151-164.
- Bonekamp, L. y Sure, M., (2015). *Consequences of Industry 4.0 on Human Labour and Work Organisation*, Journal of Business and Media Psychology 6, Issue 1, pp.33-40
- Brynjolfsson, E. y McAfee, A. (2011). *Race against the machine: How the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy*. Digital Frontier Press Lexington, MA.
- Business Council (2017). *Skill development for Industry 4.0*, A White Paper by BRICS Skill Development Working Group, BRICS Business Council, India Group. Disponible en <http://www.globalskillsummit.com/Whitepaper-Summary.pdf>
- Butcher, N. & Associates (2011). *ICT, Education, Development, and the Knowledge Society*. Thematic Paper. Gesci. Disponible en: https://gesci.org/fileadmin/user_upload/4_ICT_in_STEM_Education_Files/ICT__Education__Development__and_the_Knowledge_Society_1__1_.pdf
- Campbell-Kelly, M. (2009). Origin of computing. *Scientific American Magazine*, vol. 301, no. 3, pp. 62–69.



- Casanova, F. (2002). *Formación profesional, productividad y trabajo decente*. Boletín Técnico Interamericano de Formación Profesional, ISSN 0254-2439, Nº153, págs. 29-54
- CCOO Industria y Universidad politécnica de Madrid (2015). *El empleo y las cualificaciones profesionales en la industria TIC*. Disponible en: <http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Gabinete%20del%20Rector/Agenda/2015/10/EI%20EMPLEO%20EN%20EL%20SECTOR%20TIC%20102015.pdf>
- Centro emprendedor (2015). *Robot enfermero del futuro: Robear*. Disponible en <http://centroemprendedor.com/robot-enfermero-del-futuro-robear/>
- Chen, C. (2019). *Significado de TIC: Tecnologías de la información y la comunicación*. Disponible en: <https://www.significados.com/tic/>
- Choi, J. (2017). *The Future of Jobs and the Fourth Industrial Revolution: Business as Usual for Unusual Business*, the World Bank. Disponible en <https://blogs.worldbank.org/psd/future-jobs-and-fourth-industrial-revolution-business-usual-unusual-business>
- CNAE. (2020). *Listado de todos los CNAES vigentes*. Códigos CNAES. Disponible en: <https://www.codigoscnae.es/todosloscodigoscnae>
- Davies, R., (2015). *Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth*, Briefing, European Parliamentary Research Service.
- Donaubauer, J., y Dreger, C. (2016). *The End of Cheap Labour: Are Foreign Investors Leaving China?* SSRN Electronic Journal. Disponible en: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2815476>
- Dunning, J.H. (1988). *The electric paradigm of international production: a restatement and some possible extensions*. J. Int. Bus. Stud. 19 (1), 1.
- Ellram, L. M., Tate, W. L., y Petersen, K. J. (2013). *Offshoring and reshoring: An update on the manufacturing location decision*. Journal of Supply Chain Management, 49(2), 14–22. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jscm.12019>
- Enser (2019). *Record breaking reshoring efforts seen in 2019*. Enser Corporation. Disponible en: <https://enser.com/record-breaking-reshoring-efforts-seen-in-2019/>
- EOI: Escuela de Organización Industrial. (2005). *Impacto de la deslocalización sobre el empleo en el sector de las TIC en España*. Escuela de Negocios Disponible en: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/19441/impacto-de-la-deslocalizacion-sobre-el-empleo-en-el-sector-de-las-tic-en-espana>
- European Springs (2017). *Engineering and Industry 4.0*. Disponible en <https://www.europeansprings.ie/engineering-and-industry-4-0/>



- Eustat, Euskal Estatistika Erakundea (2020-A). *Sector TIC*. Disponible en: https://www.eustat.eus/documentos/opt_0/tema_373/elem_12878/definicion.html
- Eustat, Euskal Estatistika Erakundea (2020-B). *Sector de las TIC. Tablas estadísticas*. Disponible en: https://www.eustat.eus/estadisticas/tema_373/opt_0/tipo_1/ti_sector-de-las-tic/temas.html
- Eustat, Euskal Estatistika Erakundea (2020-C). *La situación de las empresas de la C.A. de Euskadi en relación a las TIC es desigual para hacer frente a la crisis del COVID-19*. Disponible en: https://www.eustat.eus/elementos/la-situacion-de-las-empresas-de-la-ca-de-euskadi-en-relacion-a-las-tic-es-desigual-para-hacer-frente-a-la-tesis-del-covid-19/not0017290_c.html
- Fernández, H. (2019). *Qué es la deslocalización*. Economía TIC. Disponible en: <https://economytic.com/que-es-la-deslocalizacion/>
- Ford, M. (2009). *The Lights in the Tunnel: Automation, Accelerating Technology and the Economy of the Future, USA*: Acculant Publishing. Disponible en <https://ieet.org/archive/LIGHTSTUNNEL.PDF>
- Fratocchi, L., Ancarani, A., Barbieri, P., Di Mauro, C., Nassimbeni, G., Sartor, M., Zaroni, A. (2016). *Motivations of manufacturing reshoring: an interpretative framework*. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 46(2), 98–127. Disponible en: <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-06-2014-0131>
- Freeman, C. y Perez, C. (1988). *Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour*. Technical change and economic theory. Pinter publishers, London, N.Y., pp.38-66
- Frey, C.B. y Osborne, M.A. (2013). *The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?* Disponible en <https://grid.cs.gsu.edu/~nkeller4/The%20Future%20of%20Employment.pdf>
- Frey, C.B. y Osborne, M.A. (2017). *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?*, Technological Forecasting & Social Change, 114: 254–280. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Gereffi, G. y Fernandez-Stark, K. (2016). *Global Value Chain Analysis: A Primer*. Durham, North Carolina.
- Global Emerging Technology Institute (GETI) (2019). *Top 5 Soft Skills in demand that all aspiring IT Professionals Should Have*. Disponible en: <https://geti.mobi/top-5-soft-skills-in-demand-that-all-aspiring-it-professionals-should-have/>



- Gómez y Moreno asesores (2018). *Qué es el CNAE y para qué sirve*. Disponible en: <https://www.gomezmoreno.com/2018/03/20/que-es-el-cnae-y-para-que-sirve/>
- Gormus, A. (2019). *Future of work with the industry 4.0*. International congress on social sciences (INCSOS 2019). Proceeding book. P.317-323.
- Government of Singapore, (2020). *Skillsfuture credit*. Disponible en: <https://www.skillsfuture.sg/Credit>
- Gray, J. V., Skowronski, K., Esenduran, G., y Johnny Rungtusanatham, M. (2013). *The reshoring phenomenon: What supply chain academics ought to know and should do*. Journal of Supply Chain Management, 49(2), 27–33. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jscm.12012>
- Hernández, A. (2018). *Concepto de TIC: Tecnologías de la Información y la Comunicación*. Economía TIC. Disponible en: <https://economytic.com/concepto-de-tic/>
- Holz, R. (2009). *An investigation into offshoring and backshoring in the German automotive industry*, 154.
- IFR: International Federation of Robotics (2017). *The Impact of robots on productivity, employment and jobs*, A Positioning paper by the International Federation of Robotics. Disponible en https://ifr.org/img/office/IFR_The_Impact_of_Robots_on_Employment.pdf
- Kagermann, H., Wahlster, W. y Helbig J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. April 2013. Frankfurt: Acatech. Disponible en http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf
- Kamble, S.S., Gunasekaran, A., y Sharma, R., (2018). *Analysis of the driving and dependence power of barriers to adopt industry 4.0 in Indian manufacturing industry*. Comput. Ind. 101, 107–119.
- Katai K. (2020). *The Role of Kaizen in Participation in the Global Value Chain: The Case of the Mexican Automotive Industry*. In: Hosono A., Page J., Shimada G. (eds) Workers, Managers, Productivity. Palgrave Macmillan, Singapore. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-981-15-0364-1_8
- Kiel, D., Arnold, C., y Voigt, K.I., (2017). *The influence of the Industrial Internet of Things on business models of established manufacturing companies. A business level perspective*. Technovation 68, 4–19.



- Kinkel, S., y Maloca, S. (2009). *Drivers and antecedents of manufacturing offshoring and backshoring-A German perspective. Journal of Purchasing and Supply Management*, 15(3), 154–165. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2009.05.007>
- Kusmin, K. L. (2016). *Information Society Approaches and ICT processes. Industry 4.0*. IFI8101. School of Digital Technologies. Tallinn University
- Liao, Y., Loures, E.R., Deschamps, F., Brezinski, G., y Venancio, A., (2018). *The impact of the fourth industrial revolution: a cross-country/region comparison*. Production 28.
- Mazzola E., Bruccoleri M., y Perrone, G. (2019). *The curvilinear effect of manufacturing outsourcing and captive offshoring on firms innovation: The role of temporal endurance*. International Journal of Production Economics 211, 197–210. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.02.010>
- Miller, B. y Atkinson, R.D. (2013). *Are robots taking our Jobs, or making them?* The Information Technology and Innovation Foundation. September 2013. Disponible en <http://www2.itif.org/2013-are-robots-taking-jobs.pdf>
- MGI: McKinsey Global Institute (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*. Tech. Rep. Mckinsey&Company
- MGI: Mckinsey Global Institute (2017). *A future that Works: Automation, employment and productivity*. Mckinsey&Company
- Money Matters for Expats Pte Ltd. (2016). *Skills Future Credit*. Disponible en: <http://moneymatters.com.sg/skills-future-credit/>
- Moveris (2017). *Qué es la deslocalización en logística y transporte*. Disponible en: <https://www.moveris.com/blog/logistica/deslocalizacion>
- Navarro, M. y Sabalza, X. (2016). *“Reflexiones sobre la Industria 4.0 desde el caso vasco”*. *Ekonomiaz*, Vol. 89, pp. 142-173.
- ONTSI (2019-A). *La sociedad en red. Transformación digital en España*. Informe Anual. Disponible en: <http://doi.org/10.30923/1989-7424-2019>
- ONTSI (2019-B). *Informe Anual del Sector TIC y de los Contenidos en España 2019*. Disponible en: [https://www.ontsi.red.es/sites/ontsi/files/2019-12/InformeAnualSectorTICC 2019.pdf](https://www.ontsi.red.es/sites/ontsi/files/2019-12/InformeAnualSectorTICC%202019.pdf)
- O'Rourke, K.H., Rahman, A.S. y Taylor, A. M. (2011). *Luddites, the Industrial Revolution, and the Demographic Transition*. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/228419886_Luddites_the_Industrial_Revolution_and_the_Demographic_Transition/link/0046351e68229ae132000000/download



- Peiró, R., (2019). *Cadena de valor*. Economipedia. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/cadena-de-valor.html>
- Productivity Commission (2016). *Digital Disruption: What do governments need to do?*. Australian Government Productivity Commission Research Paper. Disponible en: <https://www.pc.gov.au/research/completed/digital-disruption>
- Raj, A., Dwivedi, G., Sharma, A., Lopes de Sousa, A.B., y Rajak, S., (2020). *Barriers to the adoption of industry 4.0 technologies in the manufacturing sector: An inter-country comparative perspective*. International Journal of Production Economics. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107546>
- Riminucci, M. (2018). *Industry 4.0 and Human Resources Development: A View from Japan*, E-Journal of International and Comparative Labour Studies, Volume 7, N°1, pp. 1-16.
- Robotics (2013). *A Roadmap for us Robotics. From Internet to Robotics*. Robotics in the United States of America.
- Roldán, P.N., (2020). *Cadena global de valor*. Economipedia. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/cadena-global-valor.html>
- Roza, M., Van den Bosch, F. A. J., y Volberda, H. W. (2011). *Offshoring strategy: Motives, functions, locations, and governance modes of small, medium-sized and large firms*. International Business Review, 20(3), 314–323. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2011.02.002>
- Schroeder, W. (2016). *Germany's Industry 4.0 Strategy Rhine capitalism in the age of digitalisation*, Friedrich-Ebert-Stiftung, London, The United Kingdom.
- Schwab, K., (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Crown Business. Founder and Executive Chairman, World Economic Forum.
- Sestili, G. (2020). *Jobs and new skills in industry 4.0*. Disponible en: <https://dblue.it/blog/jobs-and-new-skills-in-industry-4-0/>
- Smit, J., Kreutzer, S., Moeller, C. y Carlberg, M. (2016). *Industry 4.0*. Directorate General for Internal Policies. European Parliament.
- WEF: World Economic Forum (2018). *The Future of Jobs Report 2018*, Centre for the New Economy and Society, Geneva, Switzerland. Disponible en http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf