

Trabajo Fin de Grado

Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Nuevos modelos productivos en el entorno de la Industria 4.0

Autor: Francisco Javier Llopis Cejudo

Tutor: Miguel Torres García

Dpto. Ingeniería Energética
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2021



Trabajo Fin de Grado
Ingeniería de las Tecnologías industriales

Nuevos modelos productivos en el entorno de la Industria 4.0

Autor:

Francisco Javier Llopis Cejudo

Tutor:

Miguel Torres García

Profesor titular

Dpto. Ingeniería Energética
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2021

Trabajo Fin de Grado: Nuevos modelos productivos en el entorno de la Industria 4.0

Autor: Francisco Javier Llopis Cejudo

Tutor: Miguel Torres García

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2021

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis compañeros

Agradecimientos

En primer lugar, quisiera dar las gracias a mis padres por su apoyo incondicional a lo largo de este camino, tanto en los momentos buenos como en los malos, por todo el tiempo que emplearon en ayudarme a crecer como persona sin recibir nada a cambio y en animarme a conseguir todo lo que me propongo. Sin ellos nada hubiera sido posible.

A mi hermana Carmen, por los buenos momentos vividos y por transmitir alegría a diario.

A mis compañeros de la universidad, en especial aquellos que se han convertido en mis amigos, por el apoyo desinteresado y por todos los momentos que hemos vivido tanto dentro como fuera de la Escuela. Sus éxitos siempre serán los míos.

A mis abuelos por los consejos que me han dado a lo largo de todo este camino.

A todos y cada uno de los profesores que me han dado clase a lo largo de mi educación, sin duda todos han aportado indirectamente en la realización de este proyecto.

Por último, me gustaría agradecer a mi tutor Miguel Torres por su cercanía y amabilidad, así como apoyar las propuestas que siempre le comenté durante todo el proyecto.

Francisco Javier Llopis Cejudo

Sevilla, 2021

Resumen

El presente trabajo de fin de grado trata sobre el estudio de nuevos modelos productivos en el entorno de la Industria 4.0. Este nuevo paradigma de nuevas tecnologías hace que las máquinas y las personas estén conectadas, estableciendo un nexo entre lo físico y lo virtual.

El objetivo de este estudio es la capacidad de cambio que puede llegar a tener las tecnologías de la Industria 4.0 en el modelo de negocio de una empresa dentro de un determinado sector. En este sentido se han escogido cuatro sectores de estudio: químico, energético, transporte y logística y turismo.

En primer lugar, se describen las principales tecnologías que habilitan la transformación digital dentro de una empresa así como el contexto de la transformación digital actual en España, posteriormente se introducen nuevos modelos productivos utilizando estas tecnologías en distintos sectores y por último se concluye con la necesidad que tiene España de un cambio de modelo productivo y las posibles medidas que se pueden llevar a cabo para realizarlo.

El mundo es muy cambiante, se ha demostrado a raíz de la última pandemia Covid-19. Es por ello que este trabajo se centra en un cambio digital que ya se está produciendo en muchos sectores y que marcará los próximos años.

Abstract

This final degree project deals with the study of new production models in the Industry 4.0 environment. This new paradigm of new technologies means that machines and people are connected, establishing a link between the physical and the virtual world.

The objective of this study is the capacity for change that Industry 4.0 technologies can have on the business model of a company in a given sector. Four sectors have been chosen for this study: chemical, energy, transport and logistics, and tourism.

Firstly, the main technologies that enable digital transformation within a company are described, as well as the context of the current digital transformation in Spain, followed by the introduction of new production models using these technologies in different sectors and finally concluding with Spain's need for a change of production model and the possible measures that can be carried out to achieve this.

The world is a very changeable place, as has been demonstrated in the wake of the latest pandemic Covid-19. This is why this work focuses on a digital change that is already taking place in many sectors and which will mark the coming years.

Agradecimientos	8
Resumen	10
Abstract	12
Índice	13
Índice de Figuras	15
1 Introducción	1
1.1 <i>Contenido y objetivos del documento</i>	2
2 INDUSTRIA 4.0	3
2.1 <i>Introducción</i>	3
2.1 <i>Historia de las revoluciones industriales</i>	3
2.1.1 Primera Revolución Industrial	3
2.1.2 Segunda Revolución Industrial	4
2.1.3 Tercera Revolución Industrial	4
2.2 <i>Cuarta revolución Industrial</i>	4
3 El proceso de transformación digital	7
3.1 <i>Tecnologías para la transformación digital</i>	8
3.1.1 Big Data	8
3.1.2 Internet of things	8
3.1.3 Cloud Computing	9
3.1.4 Inteligencia artificial	9
3.2 <i>La transformación digital en España</i>	10
3.2.1 Contexto	10
3.2.2 Estrategias y retos	12
4 Nuevos modelos productivos	15
4.1 <i>Modelo Productivo</i>	15
4.2 <i>Tipos de modelos productivos: Sectores Industriales y sector turístico</i>	15
4.2.1 Sector químico industrial	15
4.2.2 Sector energético	17
4.2.3 Sector transporte y logística	18
4.2.4 Sector turístico	23
5 Metodología para cambiar el modelo productivo de una empresa	29
5.1 <i>Significado de cambiar el modelo productivo</i>	29
5.2 <i>Necesidad de la economía española de cambiar el modelo productivo</i>	29
5.3 <i>Medidas e incentivos para que las empresas puedan realizar el cambio de modelo productivo</i>	30
6 Conclusiones	32
Referencias	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de las revoluciones industriales	5
Figura 2. Índice de la Economía y la Sociedad Digitales (DESI) 2020	11
Figura 3. DESI 2020-Resultados por dimensión	12
Figura 4. DESI-Evolución a lo largo del tiempo	12
Figura 5. Esquema de una central eléctrica virtual	18
Figura 6. Funcionamiento de un sistema logístico marítimo con contenedores inteligentes	22
Figura 7. Panorama mundial del turismo internacional 2017	24
Figura 8. Evolución del turismo internacional desde 1989 hasta 2020 (2021)	25
Figura 9. Despliegue Comercial 5G de Europa	27
Figura 10. Evolución peso sector industrial sobre PIB español (%)	30

1 INTRODUCCIÓN

Actualmente se está produciendo un cambio sin precedentes en la humanidad. Nunca se había sufrido una pandemia en un entorno globalizado en el que cualquier cambio afecta de una forma u otra a cualquier otro país por muy alejado que esté.

Las empresas han acelerado la transformación digital de su modelo de negocio a raíz de las restricciones y el impedimento de los contactos sociales que comenzaron en el segundo trimestre del año 2020. La transformación digital estaba llevándose a cabo de una forma suave en los últimos años, pero su desarrollo acaba de explotar de forma definitiva. No solo está llegando a empresas grandes sino también está teniendo su efecto en las empresas medianas y pequeñas, aunque éstas últimas necesitan más ayudas que las primeras para realizar este cambio.

El nuevo modelo de Industria 4.0 está inevitablemente unido a internet y a lo digital. En un entorno cada vez más competitivo la información es vital, con la aplicación de las nuevas tecnologías se puede obtener información a tiempo real y conseguir un proceso eficiente, más beneficioso y sobre todo más personalizado al cliente. En un entorno cada vez más competitivo ganarse al cliente es la prioridad absoluta, pero no a cualquier coste ya que los nuevos modelos productivos deben ser sostenibles con el medioambiente en un mundo en el que es necesario reducir emisiones, es por ello que las nuevas formas de energía renovables están creciendo exponencialmente.

Algunas de las tecnologías como el Big Data, el Internet of Things o la inteligencia artificial son los pilares de esta nueva transformación. Para llevarla a cabo será necesaria la implicación por parte de los trabajadores de cada empresa que deberán formarse en herramientas digitales y poder llevar a cabo una transición digital con las mejores garantías.

El Covid-19 ha dejado al descubierto algunos problemas como por ejemplo la dependencia de algunas cadenas de suministro, esto hace entrever la necesidad de un cambio, países como España en el cual el turismo es uno de los pilares de la economía se han visto considerablemente afectados por lo tanto es necesario establecer una metodología y unas medidas para aplicar en el tejido empresarial para intentar paliar al máximo los efectos de una posible crisis. En este contexto entran las posibles aplicaciones y desarrollo que proporciona la Industria 4.0.

Hay modelos como el transporte en el cual el cambio está siendo exponencial. Modelos de negocio como Amazon están revolucionando el sector y lo que hace dos años era impensable ahora está siendo posible. Envíos en menos de 24 horas de pedidos que vienen de todo el mundo a precios prácticamente de coste. Para llevar a cabo este modelo se han adelantado en el uso de estas nuevas tecnologías y todavía queda mucho camino por recorrer optimizando procesos de entrega de pedidos o la mejoría en las rutas y flujos de envío. Al igual que Amazon ha sido capaz de realizar este cambio mediante tecnologías de la Industria 4.0 todos los sectores son capaces de beneficiarse de las mismas, puede que no se llegue al mismo nivel que empresas de esta magnitud pero sí poder llegar a ser una empresa eficiente y productiva en un entorno en el que los empleados se sientan parte del cambio y puedan ayudar a mejorar la vida de las personas.

La unión de todas las instituciones y organismos para favorecer la consecución de este cambio causará un gran beneficio social y una productividad en las industrias sin precedentes.

1.1 Contenido y objetivos del documento

La estructura del documento será la siguiente:

En el **Capítulo 1**, Introducción, se introduce el tema y la estructura del proyecto, así como sus objetivos.

En el **Capítulo 2**, Industria 4.0, se describe la evolución histórica de las revoluciones industriales hasta llegar a la aparición del concepto de la Industria 4.0. El objetivo de este capítulo es saber de dónde venimos para saber a donde vamos.

En el **Capítulo 3**, El proceso de transformación digital, se expone la necesidad actual de la transformación digital y las principales tecnologías para llevarla a cabo. Además, se muestra el contexto y las estrategias tanto de España como de la Unión Europea al respecto.

El principal objetivo antes de afrontar los nuevos modelos productivos es saber en primer lugar en que contexto nos encontramos y saber las tecnologías principales para su aplicación en los nuevos modelos.

En el **Capítulo 4**, Nuevos modelos productivos, se define qué es un modelo productivo y los modelos actuales de los sectores químico, transporte y energético y turismo, a continuación de cada modelo actual se establece el modelo en el entorno de la Industria 4.0 mediante distintas tecnologías y aplicaciones con algunos ejemplos prácticos.

En el **Capítulo 5**, Metodología para cambiar el modelo productivo de una empresa, se expone principalmente la necesidad de la economía española de modificar su modelo productivo. Este cambio se enfoca desde una perspectiva Industria 4.0, y se proponen medidas sobre las cuales construir el mismo.

En el **Capítulo 6**, Conclusiones, se exponen las principales conclusiones que han surgido a la hora de realizar este estudio y unas reflexiones para el futuro.

2 INDUSTRIA 4.0

A lo largo del siguiente capítulo se describen las revoluciones industriales acontecidas hasta llegar a la revolución industrial actual basada en las nuevas tecnologías digitales e internet en la cual todo está conectado. Actualmente estamos en los inicios de esta nueva era digital que se ha visto más acentuada a raíz de la pandemia por el Covid-19. Es muy importante saber de dónde venimos para afrontar el futuro con cabeza y saber que tipo de sociedad queremos.

2.1. Introducción

La Industria 4.0 es un término que viene usándose desde hace unos pocos años y que hace referencia al nuevo paradigma tecnológico que está aconteciendo. Es también conocida como la Cuarta Revolución Industrial, una nueva fase en la industria en la que las tecnologías digitales y la conectividad tienen un papel fundamental. En el entorno empresarial supone un cambio importante en la forma de negocio, los procesos son más eficientes, se tiene un mayor control y flexibilidad sobre los mismos generando valor en los clientes. Para entender mejor este concepto es conveniente hacer una revisión histórica de las revoluciones industriales previas y sus implicaciones.

2.1 Historia de las revoluciones industriales

El ser humano siempre ha buscado una mejora en sus condiciones de vida, por este motivo a lo largo de la historia se han producido diversas revoluciones que propiciaron profundos cambios en un período corto de tiempo. Estas transformaciones fueron sociales, económicas, políticas, incluso cambios en la forma de estado de un país y la tecnología no se quedó atrás, de hecho, impulsó muchos de estos cambios. Durante la Edad Contemporánea se produjeron tres revoluciones industriales.

2.1.1 Primera Revolución Industrial

La Primera Revolución Industrial comenzó en Reino Unido aproximadamente en 1760 y finalizó en el primer tercio del siglo XIX. Posteriormente se fue extendiendo a más países desarrollados. Fue un acontecimiento de gran calado internacional, en pocos años la sociedad pasó de dedicarse principalmente a la agricultura y vivir del autoconsumo a comenzar a industrializarse obteniendo una capacidad y productividad jamás vistas.

Esta revolución se basa principalmente en la invención de la máquina de vapor por James Watt. Dicha máquina transforma energía térmica de combustión en energía mecánica, consiguiendo así movimiento. Funciona de la siguiente forma; primero se quema un combustible, generalmente carbón, con el calor generado se produce el calentamiento del agua que se encuentra en una caldera cerrada herméticamente, causando vapor de agua que hace mover un pistón hacia arriba y hacia abajo. Finalmente, dicho pistón transmite el movimiento mediante un mecanismo, por ejemplo, un biela-manivela, que transforma un movimiento alternativo en uno rotatorio. Con este último se puede conseguir, entre otros, el movimiento de unas ruedas.

Hasta el momento todo el trabajo mecánico lo realizaban los animales y los seres humanos, las máquinas propiciaron un descenso en el trabajo artesanal sustituyendo a los mismos. La sociedad por aquel entonces era rural, había pocas ciudades, la gente se dedicaba principalmente a la agricultura y el comercio. Gracias a la máquina de vapor pudieron desarrollarse industrias de distinta índole. Los medios de

transporte sufrieron cambios significativos con la invención del ferrocarril y la adaptación de la máquina de vapor en los barcos. Las personas y mercancías podían desplazarse grandes distancias sin dificultad y en poco tiempo. Con ello se favoreció el comercio nacional inglés y posteriormente el internacional. Además, la industria textil cambió su modelo productivo, hasta entonces completamente manual, y adoptó máquinas agilizando las labores aumentando considerablemente la capacidad productiva. Por último, se podrían citar más sectores en los cuales se produjo un cambio significativo, prestando especial importancia la agricultura en la que la mecanización supuso un salto crucial en la industria agroalimentaria.

Debido a todos estos avances tecnológicos, la sociedad sufrió una transformación económica, social y política. El éxodo rural hacia las zonas industriales marcó el inicio de las grandes ciudades y la vida cotidiana cambió para siempre en la gran mayoría de las personas.

2.1.2 Segunda Revolución Industrial

Desde mediados del siglo XIX hasta el comienzo de la Primera Guerra Mundial se desarrolló la Segunda Revolución Industrial. Se crearon nuevas tecnologías y se modernizaron los avances de la revolución anterior. El transporte seguía con un crecimiento exponencial, con un aumento en las rutas comerciales, en consecuencia, se abarataron los costes y se hizo más accesible. Como dato en 1840 había unos 4000 kilómetros de vía férrea en Europa, en 1870 se alcanzaron los 100.000 kilómetros y en EEUU los 70.000. Esta época es conocida también como la Primera Globalización, ya que se consiguió que todos estos avances se produjeran en otras partes del mundo mucho más alejadas debido a que se acortaron las distancias.

Entre las muchas tecnologías que surgieron destacan la electricidad, el petróleo o la radio. En el ámbito de la producción, nació el taylorismo, un nuevo modelo de trabajo basado en la división de tareas dentro de un sistema productivo con el fin de aumentar la productividad. Henry Ford lo adoptó a gran escala con éxito para su famosa empresa de automóviles en lo que fue conocida como cadena de montaje y marcó un antes y un después en la industria.

2.1.3 Tercera Revolución Industrial

Este nuevo periodo se inició en la segunda mitad del siglo XX y no hay consenso para determinar su fin. La tercera revolución industrial fue liderada por Estados Unidos, Japón y la Unión Europea. Está basada en la unión entre las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) y la energía. Este nexo permitió hacer grandes cambios en la Industria. Se empezó a desarrollar la automatización de las fábricas consiguiendo agilizar y aumentar la capacidad de producción además de conseguir poca variabilidad en los bienes manufacturados. Por otro lado, en estos últimos años se han ido adoptando nuevas fuentes de energía basadas en los recursos más abundantes de la naturaleza, ofreciendo una alternativa real a los combustibles fósiles, mucho más escasos y contaminantes en comparación. Esta transición conlleva importantes cambios, un ejemplo es la industria automovilística con la irrupción de nuevos coches eléctricos.

Gracias al desarrollo de los ordenadores e internet en el último tercio del siglo XX, las tecnologías de comunicación juegan hoy en día un papel indispensable en la distribución de energía. Conocidas como smart grid o distribución inteligente de energía se consigue integrar todo el sistema para poder controlarlo y supervisarlos de una manera rápida y eficiente. Para ello se hace uso de unas nuevas tecnologías que son el prelude de la denominada cuarta revolución industrial o Industria 4.0.

2.2 Cuarta revolución Industrial

La Industria 4.0, también denominada la Cuarta Revolución Industrial, promete una verdadera revolución que cambiará el paradigma tecnológico que existía hasta la fecha. Industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial es un

término que fue utilizado por primera vez en las estrategias del gobierno alemán para seguir liderando la producción industrial. Está basada principalmente en una nueva organización de los procesos industriales en los cuales los equipos y la maquinaria de una fábrica o proceso se comunican entre sí mediante dispositivos y lo hacen de forma autónoma consiguiendo así hacer el proceso más eficiente y productivo. A lo largo de la cadena de valor se utilizan diversas tecnologías digitales desarrolladas en los últimos años para alcanzar este fin, de ahí que este fenómeno sea una revolución ya que se están produciendo cambios rápidos y significativos en la sociedad.

En esta nueva industria está conectado el mundo físico con el digital. Los sensores y los sistemas informáticos juegan un papel determinante ya que consiguen integrar todos los componentes del sistema como los equipos, maquinaria, o instalaciones. De esta forma la información llega de diferentes fuentes y localizaciones en tiempo real. Esto genera un cambio enorme, entre otras cosas existe un margen de actuación importante en caso de que hubiera errores ya sea analizando datos para preverlos o actuando de tal forma que los mismos equipos se autoconfiguran para adaptarse a distintas situaciones. Además, los sistemas nuevos generarían valor más allá de la empresa en cuestión y estarían conectados a otras mediante sistemas basados en la nube. Por ejemplo, un operador de una central puede recibir un aviso en el móvil de que un equipo está fallando y el mismo sistema avisar a la empresa de mantenimiento para realizar el arreglo.

Gracias a todas estas tecnologías se consigue una industria inteligente capaz de eliminar la frontera entre las máquinas y las personas y conseguir de esta forma una colaboración eficiente haciendo el sistema cada vez más mejorando consiguiendo optimizar procesos y relaciones entre proveedores, clientes y productores.

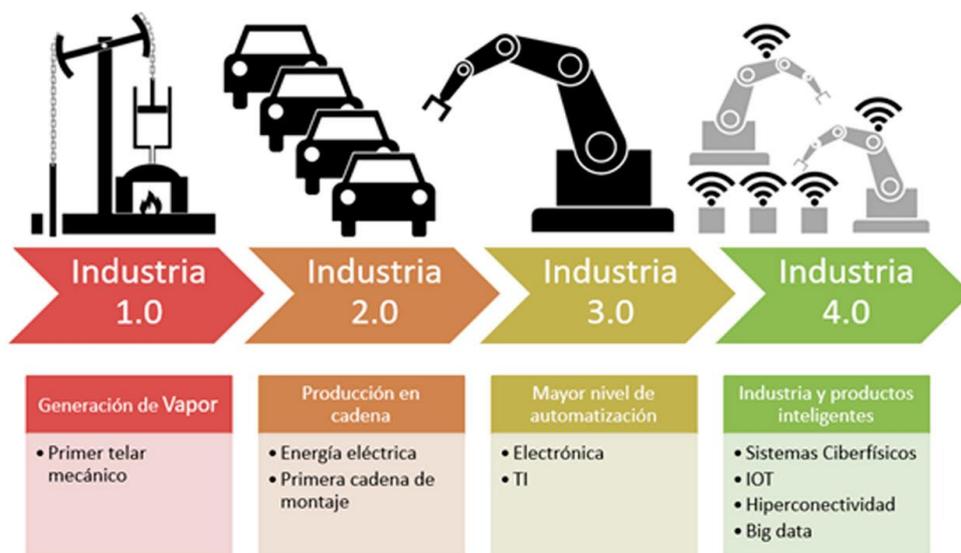


Figura 1. Evolución de las revoluciones industriales

Fuente: Avansis

3 EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL

Durante los últimos años se está llevando a cabo el proceso de transformación de numerosas organizaciones e industrias al ámbito digital. Este proceso consiste en la integración de la tecnología digital en todas las áreas de cualquier organización consiguiendo así mayor eficiencia, seguridad y rapidez.

Este proceso se está implantando a un ritmo vertiginoso ya que las empresas deben adaptarse al ritmo de la demanda de los clientes y a un futuro cambiante donde las tecnologías digitales cobran un peso muy importante, a veces esencial. La industria 4.0 es un caso particular dentro de la transformación digital, y como tal debe seguir el proceso de transformación que tiene la misma base en prácticamente todos los sectores.

Para entender el proceso de transformación digital actual se debe dar una visión breve de lo que ha acontecido en estos últimos 35 años en distintas organizaciones.

A lo largo de los años 80 y 90 se introdujeron poco a poco los ordenadores y tecnología informática en muchas empresas y realizando un conjunto de tareas definidas. Al principio existían hojas de cálculo y sistemas de gestión diversos, pero estaban aislados. Debían analizar todos los datos de manera manual. Además, el personal no estaba formado en estas tecnologías y eran muy costosas por lo que tampoco era una prioridad para la gran mayoría de empresas al no afectar en gran medida a su rendimiento.

Poco después, junto con el nacimiento de internet se empiezan a implantar sistemas de información como los ERP (Enterprise Resource Planning) sistemas de planificación de recursos empresariales, capaces de facilitar el flujo de información dentro de los distintos departamentos como ventas, compras o distribución entre otros. No obstante, se fue complicando lo que vino a simplificar la gestión empresarial ya que surgían distintos softwares y se generaban incompatibilidades entre ciertos departamentos de la empresa.

Con la llegada en el nuevo milenio de los dispositivos móviles las relaciones empresariales cambiaron considerablemente. Las expectativas de los clientes se centran entre otras cuestiones en el tiempo de respuesta y en la disponibilidad. El objetivo de las organizaciones se centró principalmente en el cliente y en cómo organizar la empresa para conseguir una buena calidad de servicio. Los sistemas de información trataron de mejorar la integración entre departamentos y con ello mejorar la productividad de la empresa. Se empiezan a ligar la tecnología con las necesidades estratégicas y de negocio. Nace el concepto de interoperabilidad, que, según el esquema nacional español de interoperabilidad, es la capacidad de los sistemas de información y de los procedimientos a los que éstos dan soporte, de compartir datos y posibilitar el intercambio de información y conocimiento entre ellos. Las empresas que colaboran entre sí elaboran sistemas de información en conjunto con el fin de facilitar la gestión. Entre los numerosos ejemplos de interoperabilidad que nos podemos encontrar están los siguientes; el sistema de salud con el registro del historial clínico del paciente o la solicitud de citas por internet; las cadenas logísticas de suministro en la que participan distintas entidades para saber cuándo llega una mercancía y que cantidad trae.

También surgieron los pagos por internet y con ello el auge del comercio online, hoy en día vital para muchas empresas. Actualmente gracias al desarrollo de distintas tecnologías, principalmente el big data y el cloud computing el proceso de digitalización está avanzando a pasos agigantados. Las empresas están creando valor a partir de la información recogida gracias al uso extendido de los teléfonos móviles y las redes sociales consiguiendo así un nivel de personalización del producto nunca antes visto. Son capaces de adaptarse mejor a las necesidades de los clientes y mejorar la comunicación entre ambas partes. En definitiva, la digitalización es hoy en día clave en el desarrollo económico de un país, haciendo que la sociedad avance hacia un estado del bienestar cada vez mayor.

3.1 Tecnologías para la transformación digital

Para llevar a cabo la transformación digital de una empresa en la actualidad se utilizan una serie de tecnologías que cada vez están más presentes. A continuación, se exponen las más utilizadas y las que tienen un campo de aplicación mayor.

3.1.1 Big Data

El Big Data es una de las tecnologías más en boga durante estos últimos años. Este término se refiere al análisis un conjunto enorme de datos que las aplicaciones de software de procesamiento de datos tradicionales no son capaces de analizar en un periodo de tiempo útil y convertir datos en información. El **volumen**, **variedad** y **velocidad** de crecimiento de estos datos dificultan su captura y la gestión se vuelve poco eficaz con las bases de datos relaciones convencionales. Aparte de las '3Vs' descritas en la literatura también se pueden encontrar algunas características extras como **veracidad** y **valor**. Todavía no existe consenso en el número de 'Vs'. En las siguientes líneas se expone brevemente cada una de las características.

- **Volumen:** la cantidad de datos es cada vez mayor, y las aplicaciones software deben adaptarse a este crecimiento. Hace unos años el almacenamiento era costoso, hoy en día se han reducido considerablemente estos costes pudiendo almacenar mucha más información.
- **Variedad:** los datos son diversos ya que pueden proceder de varias fuentes y encontrarse en diferentes formatos, pueden ser estructurados o no estructurados, en definitiva, es necesario integrarlos.
- **Velocidad:** actualmente los datos se reciben prácticamente a tiempo real, el internet de las cosas ha agilizado la transacción de datos de una forma exponencial y la sociedad reclama inmediatez en el acceso a los datos.

La ventaja competitiva que hace que el Big Data sea una herramienta indispensable en la digitalización de una empresa es el hecho de que se convierten los datos en información valiosa. A través del análisis de datos una empresa puede encontrar tendencias, patrones de consumo, determinar las causas de los principales fallos de un sistema, observar en qué momento del día hay más o menos productividad para así saber dónde y cómo se podría mejorar, hay infinidad de aplicaciones donde el Big Data se convierte en una herramienta de éxito. Se consiguen reducir costes, reducir tiempo y tomar decisiones inteligentes basadas en información a tiempo real.

3.1.2 Internet of things

El internet de las cosas o Internet of things es la agrupación e interconexión de dispositivos y objetos a través de una red (bien sea privada o Internet, la red de redes), dónde todos ellos podrían ser visibles e interaccionar. Cualquier cosa es susceptible de estar conectada a internet e interaccionar sin necesidad de la acción de una persona. El objetivo es tener máquinas interconectadas en lo que se conoce como M2M (Machine to Machine) o dispositivos M2M. Que los dispositivos estén conectados no es nuevo, lo que IoT propone es la conexión de estos a internet ofreciendo de esa forma un amplio mundo de posibilidades.

En el mundo de la industria IoT es usado ya en muchas plantas de producción dónde los dispositivos y sensores conectados a la red permiten analizar los datos en combinación con el Big Data y generar alarmas y mensajes para tomar las acciones necesarias o incluso iniciar protocolos de actuación de forma automática, sin interacción humana, para corregir o tratar dichas alarmas.

3.1.3 Cloud Computing

Se pueden encontrar muchas definiciones de cloud computing. Según IBM, una de las empresas líderes en el sector, lo define como el suministro de recursos informáticos a petición, desde aplicaciones hasta centros de datos, a través de Internet y con un modelo de pago según uso. Solo se paga lo que se usa, es un servicio escalable, es decir aumenta o disminuye el tamaño de recursos en función de lo que nuestra empresa o negocio necesite en cada momento.

Existen tres tipos de cloud computing que se ofrecen como servicio a las empresas, habitualmente es usado su término en inglés “*as a service*”; Infraestructura como servicio (IaaS), Plataforma como servicio (PaaS) y Software como servicio (SaaS). También existe otra clasificación en función de los agentes que intervienen; nube pública, privada o híbrida.

La Infraestructura como servicio (IaaS), como su nombre indica proporciona a la empresa recursos informáticos (hardware), tales como servidores, almacenamiento, o redes entre otros. La ventaja de este servicio es que la empresa no tiene que invertir en su propio hardware, ni tampoco encargarse de su costoso mantenimiento. Además, el servicio es escalable por lo que aumenta o disminuye en función del uso, es por ello que el servicio se denomina on-demand, se paga lo que se usa.

La Plataforma como servicio (PaaS), avanza un paso en la abstracción ofreciendo a la empresa un soporte en el que sea capaz de desarrollar con garantías aplicaciones web sin necesidad de contar con toda la infraestructura necesaria para ello. El proveedor se hace cargo de todos los gastos relacionados con el hardware tanto el mantenimiento como la puesta en marcha y la seguridad del sistema. La principal ventaja es la rapidez en el desarrollo de aplicaciones sin perder tiempo en la construcción de la infraestructura. Es realmente útil para aquellas empresas que deseen comercializar aplicaciones web o que necesiten una continua mejora en las propias.

El Software como servicio (SaaS), es una solución de software que permite a usuarios y empresas acceder a aplicaciones web que son propiedad y están administradas por proveedores de servicios cloud en las cuales los usuarios acceden a ella mediante internet habitualmente usando un navegador web. Este servicio es de pago por uso y su principal ventaja es que el proveedor de servicios administra el hardware y el software, y permite que una organización no tenga que preocuparse por los mismos. Gracias a este servicio puedes acceder desde cualquier lugar con conexión a internet y con un dispositivo, facilitando de esta forma tareas dentro de una empresa. Es el modo de servicio más extendido ya que gracias a él podemos utilizar correo electrónico, redes sociales o sistemas ERP o CRM entre otras aplicaciones.

Una vez vista la principal clasificación de servicios cloud, se pueden introducir otras, por ejemplo, en función de cuantos agentes intervienen en la nube. Si es privada, una única organización disfruta del servicio y no se puede acceder desde un punto de acceso público, si la nube es pública varias empresas pueden acceder al servicio, y finalmente si es híbrida combina ambas infraestructuras.

El cloud computing ofrece un amplio abanico de posibilidades a numerosas organizaciones en función de sus necesidades. El poder de transformación digital de esta tecnología para las empresas es cada vez más accesible ya que se está produciendo un auge en el sector de proveedores de servicio cloud. Ya no es necesario tener la experiencia técnica para llevar a cabo y mantener una infraestructura informática y podemos contratar dicho servicio. En función de la personalización del mismo el coste será mayor o menor pero el avance para la empresa está prácticamente garantizado ya que supone una optimización en sus procesos ofreciendo seguridad en los datos y acceso remoto además de todas las características anteriormente mencionadas.

3.1.4 Inteligencia artificial

Según la RAE, la inteligencia artificial se define como la disciplina científica que se ocupa de crear programas

informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico. Dentro de ella existen varias ramas, aunque el Machine Learning y el Deep Learning destacan sobre las demás.

Debido al gran volumen de datos que existe en la actualidad y utilizando herramientas de análisis de datos (Big Data), las máquinas pueden aprender de la experiencia y de esa forma no sería necesario realizar un código complejo, pudiendo aprender ella misma mediante aprendizaje automático. (Machine Learning). La sociedad no es consciente aún del potencial que esta tecnología conlleva. Las industrias serán capaces de dar ejemplos a las máquinas y a partir de ahí funcionar y aprender de forma autónoma. Sin duda, se trata de una de las mayores revoluciones desde que llegó internet y es una tecnología que llega para quedarse. Todavía estamos en el inicio, y para visualizar mejor algunas de sus aplicaciones se muestran dos ejemplos claros de inteligencia artificial. En el ámbito del transporte que un automóvil aprenda de manera autónoma distintos recorridos y en el caso de que una parte del asfalto esté deteriorado aminorar la velocidad sin que el conductor actúe. En el sector sanitario que una computadora sea capaz de averiguar si un tumor es benigno o no observando únicamente la radiografía. Como se puede ver las aplicaciones son increíbles y con un largo camino por delante es una de las tecnologías más prometedoras para los próximos años.

3.2 La transformación digital en España

Una vez descritas las principales tecnologías aplicables en el ámbito de la transformación digital, podemos abordar la situación actual de la digitalización en España. Debido a la pandemia del Covid-19 las empresas comenzaron a realizar procesos de transformación digitales a contrarreloj cambiando sus procesos y su relación con los clientes. En una sociedad tan cambiante la administración estatal debe actuar en consecuencia y adaptarse a estos cambios de una manera ordenada y sin dejar nadie atrás.

No obstante, la transformación digital no es nueva, antes de la pandemia ya había numerosas organizaciones que tenían planes estratégicos en esta línea. Es por ello que antes de describir los planes del estado Español es necesario describir el contexto para ver en qué situación estamos y de dónde venimos.

3.2.1 Contexto

Para analizar el contexto en el que se encuentra España en la competitividad digital debemos fijarnos en el Índice de Economía y Sociedad Digital (DESI) que realiza la Unión Europea cada año. Este índice mide el rendimiento y desarrollo de los estados miembros de la UE en materia digital. La comisión europea realiza este informe desde el año 2014. Está compuesto por 5 indicadores: Servicios Públicos Digitales, Conectividad, Capital Humano, Integración de la tecnología digital y Uso de Servicios de Internet.

En los últimos años varias instituciones han llevado a cabo este tipo de informes porque es necesario medir las capacidades digitales de las personas y actuar en consecuencia para un buen desarrollo digital en todo el mundo.

A continuación, se analiza el estado actual de la digitalización en España mostrando los resultados del informe DESI 2020, el último llevado a cabo. En el cual España se sitúa actualmente en el puesto número 11 entre los 28 miembros pertenecientes a la Unión Europa colocándose así por encima de la media.

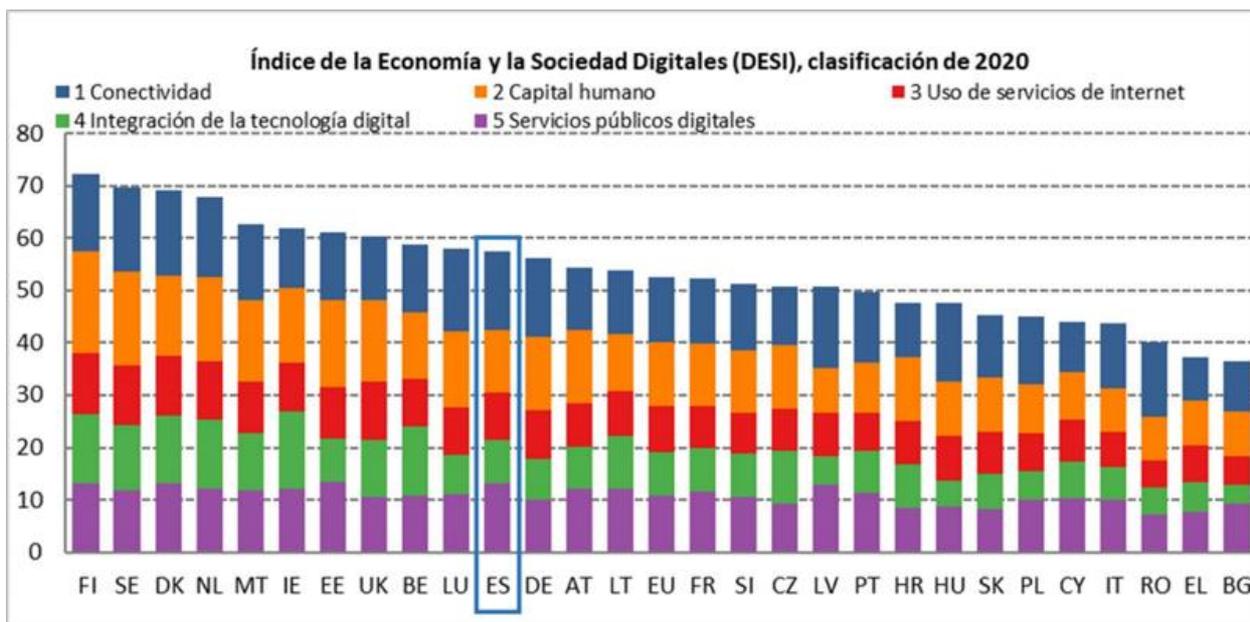


Figura 2. Índice de la Economía y la Sociedad Digitales (DESI) 2020

Fuente: Comisión Europea

Del informe se pueden obtener puntos positivos y otros en los que quedan un camino largo por recorrer, entre ellos se destacan los siguientes.

España es el segundo país europeo con mejor puntuación en servicios públicos digitales, gracias entre otras cosas a la aplicación de estrategia digital en toda la administración central y en especial durante la crisis sanitaria. La interoperabilidad entre los niveles de la administración es fundamental para garantizar una interacción fluida entre regiones consiguiendo así evitar los solapamientos.

Otro punto más que destacable es la conectividad que existe a lo largo de todo el territorio español. En este apartado se encuentra en el quinto puesto. La fibra óptica llega al 80% de los hogares del país bastante por encima de la media de la UE del 34%. En este sentido la diferencia es igualmente significativa si los datos se centran en hogares rurales donde se llega a una conectividad en redes de fibra óptica del 46% mientras la media de la UE es del 21%.

En uso de servicios de internet España está por encima de la media de la UE. Sin embargo, la diferencia no es tan amplia como en apartados anteriores. Todavía no existe plena confianza en los servicios en línea y algunas tareas que son seguras hoy en día mediante aplicaciones web como la banca o el comercio electrónico no son plenamente utilizadas por el sector con más edad de la población.

Con respecto al indicador de capital humano España se sitúa en el puesto 16 por debajo de la media de la UE. La sociedad necesita más formación en competencias digitales, el gobierno de la nación tiene planes estratégicos en esta línea.

Y por último en el indicador de integración de la tecnología digital España se sitúa en la media europea. Según el informe DESI el 43% de las empresas españolas cuentan con un sistema electrónico de intercambio de información. No obstante, en servicios cloud y en análisis de macrodatos se sitúa por debajo de la media. Los planes estratégicos de España al respecto son importantes ya que este apartado es uno de los que tiene mayor potencial de crecimiento y el más cercano a la transformación digital de las organizaciones.

En las figuras siguientes se puede observar la evolución de los informes DESI. Y sus correspondientes resultados por sectores en el año 2020 con respecto a la media europea.

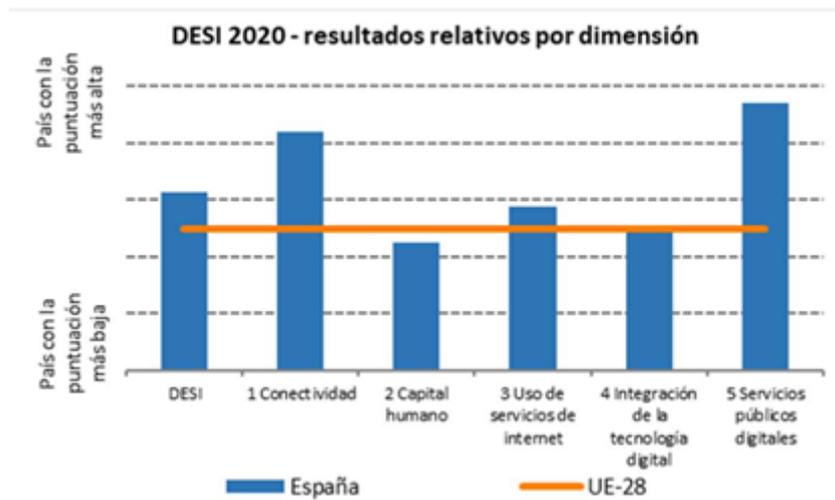


Figura 3. DESI 2020-Resultados por dimensión

Fuente: Comisión Europea

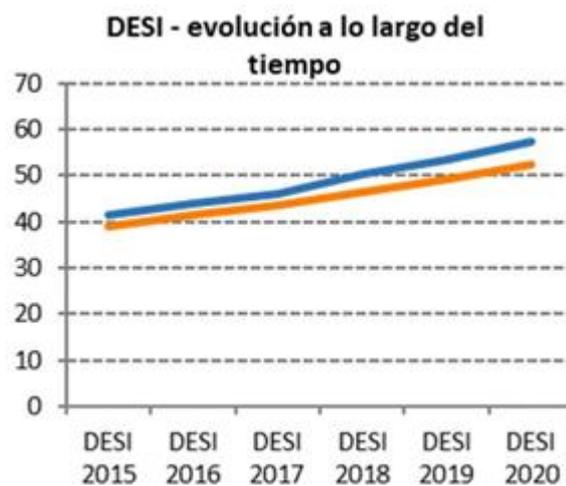


Figura 4. DESI-Evolución a lo largo del tiempo

Fuente: Comisión Europea

3.2.2 Estrategias y retos

El estado español ha confeccionado la Agenda Digital 2025, una estrategia para los próximos 5 años en la cual se recogen medidas y reformas en la línea de las políticas digitales marcadas por la Comisión Europea. Son 50 medidas agrupadas en 10 ejes estratégicos.

- Conectividad digital
- Líderes en tecnología 5G
- Reforzar las competencias digitales de los ciudadanos
- Reforzar la capacidad en ciberseguridad
- Impulsar la digitalización de las Administraciones públicas en ámbitos clave como Empleo, Justicia o

las Políticas sociales.

- Acelerar la digitalización de las empresas, con especial atención a las micropymes y a las start-ups.
- Acelerar la digitalización del modelo productivo mediante proyectos tractores de transformación digital en sectores económicos estratégicos como el Agroalimentario, Movilidad, Salud, Turismo, Comercio o Energía entre otros.
- Mejorar el atractivo de España como plataforma audiovisual europea.
- Transitar hacia una economía del dato, garantizando la seguridad y privacidad y aprovechando las oportunidades que ofrece la Inteligencia Artificial con el objetivo de que, al menos, el 25% de empresas usen Inteligencia Artificial y Big Data dentro de cinco años.
- Garantizar los derechos en el nuevo entorno digital

Estos objetivos se llevarán a cabo con financiación europea a partir de los fondos de recuperación Next Generation en los cuales se establece que la digitalización tiene que ser uno de los ejes principales para movilizar esos recursos. Éstos se situarían entorno a unos 15.000 millones de euros. Aparte el sector privado aportaría unos 50.000 millones en un escenario moderado de medidas.

La digitalización es una de las patas más importantes sobre las que se quiere relanzar el crecimiento económico durante los próximos años. La crisis sanitaria ha dejado en evidencia carencias digitales en la población que deben ser cubiertas cuanto antes y reducir al máximo la brecha digital que existe entre la gente que puede acceder a dispositivos digitales y los que no tienen la capacidad de hacerlo.

4 NUEVOS MODELOS PRODUCTIVOS

En este capítulo vamos a describir los nuevos modelos productivos que se pueden generar debido a la transformación digital en el entorno de la Industria 4.0. En primer lugar, veremos qué es un modelo productivo y su repercusión en la empresa, posteriormente los tipos de modelos productivos que existen en la actualidad en distintos sectores industriales prestando especial atención en el sector logístico y de transporte para llegar por último a los nuevos modelos que marcarán la revolución 4.0 en la Industria en los próximos años.

4.1 Modelo Productivo

Para comprender que es un modelo productivo es necesario introducir algunos conceptos como productividad o modelo.

La productividad en economía es un indicador que establece la relación entre los bienes y servicios que se producen y los recursos utilizados para producirlos, como trabajadores o maquinaria. Un modelo es una representación de la realidad que simplificamos de alguna manera para poder estudiarlo y manipularlo.

Un modelo productivo es la forma en la que se organiza la empresa para producir bienes o servicios. Es una manera de medir lo que entra (Input) y lo que sale (Output).

Habiendo visto estos conceptos, no es complicado deducir que una empresa quiere tener un modelo productivo lo más ajustado posible a la realidad con el fin de obtener una productividad alta mediante una cantidad pequeña de recursos a ser posible.

La búsqueda de los mejores modelos productivos para una empresa es siempre una constante. Con el tiempo afloran nuevos problemas y nuevas tecnologías que provocan que todas las empresas que deseen continuar en el mercado deban estar en continua evolución.

Cambiar el modelo productivo de una empresa puede suponer un salto importante en competitividad haciendo que otras empresas busquen ese cambio, provocando así un efecto cadena haciendo que la economía de un país crezca considerablemente.

4.2 Tipos de modelos productivos: Sectores Industriales y sector turístico

A lo largo de esta sección definiremos cuales son los modelos productivos actuales y los modelos adaptados a la industria 4.0 de distintos sectores como el químico, el energético, el automovilístico, el agroalimentario, y posteriormente entramos en detalle en el transporte, construcción naval, aeroespacial y logística.

4.2.1 Sector químico industrial

4.2.1.1 Modelo actual

El sector químico es un sector estratégico dentro de la industria española. Es uno de los motores de la industria debido a que muchas industrias dependen de productos químicos para funcionar lo que hace que el sector químico sea transversal y se encuentre en la base de muchos procesos productivos.

El modelo productivo actual de la industria química está muy bien valorado. Se caracteriza por ser una industria con una alta capacidad de producción, capaz de producir en grandes cantidades, además de contar con un empleo

altamente cualificado con unas buenas condiciones laborales. Por último, desde hace varios años se trata del sector dentro de la industria con más inversión en investigación y desarrollo de ahí que su capacidad innovadora sea una cualidad inherente que consideramos importante para este estudio. En España uno de cada cinco investigadores trabaja en la industria química.

Con el fin de mantener y mejorar este nivel en el largo plazo las empresas químicas deberán hacer un esfuerzo para hacer frente a los nuevos retos. Por un lado, la creciente industria química de países en desarrollo principalmente en Asia hace prever una transformación en el sector, que intensificará la competitividad. Por otro lado, el cambio de paradigma en la demanda y preferencias de la sociedad que viene llevándose a cabo desde hace un tiempo. El deseo de usar recursos de forma eficiente y sin hacer daño al medioambiente tiene una repercusión importante en los hábitos de consumo y suministro de energía. La gran mayoría de empresas están llevando a cabo estrategias que contribuyan a alcanzar los objetivos de sostenibilidad que ha marcado la ONU.

En este contexto, las economías circulares ganarán importancia y la digitalización, objeto de este estudio, liderará los cambios en todos los sectores. Sobre estos dos pilares se basa el nuevo modelo productivo de la industria química hasta el 2030 y más adelante.

4.2.1.2 Modelo Industria 4.0

Una nueva fase de desarrollo en la industria química está comenzando, siguiendo a la industrialización basada en el carbón, la aparición posterior de la industria petroquímica y más recientemente de la producción sintética. Esta nueva fase en el entorno de la Industria 4.0, se basa en la digitalización, la economía circular y la sostenibilidad.

Con respecto a la digitalización, existen distintos modelos productivos. Ésta ofrece una oportunidad para las empresas químicas de recoger grandes cantidades de datos para después evaluarlos y utilizarlos para mejorar los procesos dentro de la empresa. Para comprender mejor la utilidad que pueden tener la digitalización dentro de la industria, se puede dividir en tres categorías; Procesos digitales, modelos operativos basados en datos, y modelos digitales de negocio.

El primer modelo de procesos digitales se basa principalmente en la recolección y la utilización de los datos del proceso y así conseguir elevar la eficiencia en un contexto en el cual los procesos de fabricación estaban anticuados y permanecían inalterados. Si la industria ya había avanzado en este sentido la digitalización todavía ofrece más consiguiendo de esa forma una automatización más avanzada.

En cuanto al segundo modelo, basado en datos da un paso más al respecto. Se utilizan datos externos como el hábito de consumo de los clientes o el comportamiento de los competidores, además de métodos avanzados de análisis para así construir modelos de decisión e incrementar la eficiencia. En este sentido se pueden ver ejemplos en áreas como el mantenimiento predictivo, la logística conectada, la aplicación de realidad virtual o simulaciones avanzadas.

Con relación al mantenimiento predictivo existen sensores que recogen información en tiempo real sobre el estado actual del proceso que con la aplicación de algoritmos específicos son capaces de predecir fallos en máquinas, así como sus causas. De esta manera se pueden evitar pérdidas en la producción aplicando medidas adecuadas de mantenimiento reduciendo costes y tiempo requerido para esas tareas.

Por otra parte, los modelos de simulación son capaces de simular grandes procesos químicos sin necesidad de realizar una gran inversión utilizando técnicas de machine learning entre otras. Estos modelos son capaces entre otras cosas de determinar una ruta de materiales dentro de una planta química que sea la óptima y sin necesidad de experimentar in situ, consiguiendo de esa manera reducir los costes y aumentar la eficiencia de la compañía.

Por último, la tercera categoría se basa en nuevos modelos de negocio digitales. Este modelo es el que más se

está extendiendo en gran medida por la pandemia del Covid-19. Está orientado en el cliente. Mediante herramientas digitales la empresa puede ofrecer al cliente un producto individualizado y específico para sus intereses. Este factor aporta una competencia fuerte en el mercado que favorece el desarrollo de este. Un ejemplo al respecto es en la agricultura. Recogiendo información del suelo, de la cosecha o del tiempo a través de una plataforma es capaz de ofrecer al agricultor las cantidades óptimas de fertilizantes o semillas que debe echar y así conseguir optimizar la cosecha, sin malgastar fertilizantes ni sembrar de sobra en sitios que no son tan productivos como otros.

Brevemente por lo que se refiere a economía circular, es el nuevo modelo basado en el uso eficiente de recursos y la reutilización de materiales a lo largo de la cadena de valor con el objetivo de minimizar la generación de residuos. Estos residuos que se convierten en recursos se hacen a través de técnicas de: reducción, reutilización, reciclaje, y recuperación.

4.2.2 Sector energético

En España y también en Europa el modelo actual energético se nutre de varias fuentes de energía entre las cuales están renovables y no renovables. Actualmente el sector de las energías renovables ha cobrado mucha importancia, las instituciones están apostando fuertemente por este sector. Por otro lado, se tiene como objetivo eliminar lo más pronto posible las centrales basadas en carbón ya que son las que producen mayor cantidad de emisiones a la atmósfera produciendo un desequilibrio en la naturaleza.

El sector se divide principalmente en cuatro secciones. Generación, transporte, distribución y comercialización. Siendo la última, comercialización, donde existe un mayor número de empresas y por tanto de competencia.

La industria 4.0 puede ayudar a cambiar el modelo productivo energético de varias formas. Una de las novedades más interesantes de los últimos años son las conocidas como centrales eléctricas virtuales, que se describirá a continuación.

Durante los últimos años cada vez es más habitual ver placas fotovoltaicas en los hogares unifamiliares ya que se está incentivando su instalación para así ser “prosumidor”, es decir ser productor y consumidor de energía a la vez. Aquí es donde entra el concepto de central eléctrica virtual, un conjunto de instalaciones pequeñas o medianas que están integradas en un sistema superior de control capaz de equilibrar el flujo de energía y con una capacidad total a veces superior a la de una central convencional.

Para el buen funcionamiento de una central virtual son necesarios varios factores, entre otros debe haber una buena combinación de varias fuentes de energía y una buena interconexión de los activos que forman parte del sistema.

La fortaleza de las centrales eléctricas virtuales radica en su flexibilidad debido a la variedad de las fuentes. Si no sopla viento y un aerogenerador queda parado sin producir energía, los demás activos del sistema proporcionan una mayor energía al sistema. Esto sucede gracias entre otras a las centrales de biogás que pueden funcionar en cualquier condición climatológica y pueden detener la producción de energía cuando sobra energía en la red y pueden aportar energía adicional en el caso de que haya déficit energético causado entre otros factores por lo dicho anteriormente en relación con los aerogeneradores.

La industria 4.0 entra en este modelo de producción energética en la parte del control integrado de todo el sistema. Debe existir una infraestructura capaz de interconectar todas estas instalaciones, además de un software que controle todas las funciones de transferencia de energía de un sitio a otro. Para ello se utilizan los datos de producción y consumo para después aplicar algoritmos de optimización que ajusten el suministro del sistema. Todo este sistema puede estar integrado mediante cloud tipo SaaS para poder así manejar el sistema no solo de forma centralizada, sino que en caso de haber un fallo poder arreglarlo de forma remota sin ningún impedimento.

Este nuevo modelo de producción energético aporta numerosas ventajas y puede suponer un nuevo paradigma dentro de la comercialización de la energía eléctrica. Pueden aflorar nuevas empresas capaces de ofrecer precios competitivos por este servicio, sin oscilar tanto como hoy en día, ya que entre otras cosas en una central eléctrica virtual no se almacena energía, si sobra se distribuye a otro punto del sistema que consume en ese mismo momento. Otra de las ventajas es la sostenibilidad del sistema que funciona con energías principalmente renovables y que no emiten gases nocivos a la atmósfera y por ende no perjudica a la salud. Por último, otro de los cambios importantes es la democratización de la energía dado que los operadores de las centrales eléctricas virtuales no son propietarios de las instalaciones, sino que se encargan del funcionamiento óptimo del sistema que pertenece a terceros. En la figura de abajo podemos observar el funcionamiento de una central eléctrica virtual.

Central eléctrica virtual



Figura 5. Esquema de una central eléctrica virtual

Fuente: Next-kraftwerke

4.2.3 Sector transporte y logística

4.2.3.1 Modelo actual y estrategias

El sector del transporte es un sector estratégico hoy en día en un mundo globalizado. A pesar de la pandemia del Covid-19 es un sector que no ha frenado en seco como si lo han hecho otros. El transporte de mercancías es indispensable entre otras cosas para que las industrias tengan el material a tiempo para producir su producto o que el supermercado de tu barrio tenga pescado fresco a primera hora de la mañana. Para llevar a cabo esta logística es necesario que haya un modelo robusto de transporte tanto por carretera como marítimo, aéreo o por ferrocarril.

Desde el punto de vista empresarial, el coste del transporte es una parte importante dentro de la estructura de costes, por lo que el objetivo de minimizarlo es una de las prioridades hoy en día de cualquier empresa. El recorrido que debe hacer un producto desde el productor hasta el consumidor puede pasar por barcos, aviones, camiones o trenes en un mismo viaje, causando un incremento del precio final que puede llegar a ser de un 10%. Otro factor importante son las ocasiones en las cuales el transporte está ocioso y no transporta bienes de consumo durante el tiempo que circula. Por tanto, las industrias junto con la comunidad científica están investigando modos de optimizar este proceso e implantar el nuevo modelo de Industria 4.0 en este sector.

La estrategia del gobierno español para la movilidad durante los próximos 10 años viene marcada por el reto global de descarbonización, la implantación de nuevas tecnologías y el aumento de la población en las grandes ciudades. En España no existe un déficit de infraestructuras por lo que todo el esfuerzo inversor debe centrarse

en optimizar el uso del transporte con el fin de obtener un mayor beneficio social, ya que el estar conectado unos con otros, permite que la sociedad siga cohesionada y que se alcance un equilibrio a lo largo del territorio de un país. El hecho de tener un buen y robusto sistema de transportes y logística es muy importante en el desarrollo de un país como se ha puesto de manifiesto a raíz de la pandemia del Covid-19.

La estrategia está sustentada en tres pilares básicos:

- La **seguridad**: se debe ofrecer la máxima protección posible a personas y bienes mejorando los estándares y de esa forma reducir la siniestralidad.
- La **sostenibilidad**: es uno de los objetivos claros de la Unión Europea para los próximos años, principalmente en el ámbito medioambiental tratando de reducir las emisiones al mínimo y fomentando la economía circular con el fin de obtener una eficiencia energética óptima.
- La **conectividad**: se puede dividir en tres vertientes. Digitalización, conectividad con Europa y con el mundo y la conectividad multimodal.

Para llevar a cabo estos objetivos, se han marcado una serie de líneas de actuación agrupadas en 9 ejes.

1. Movilidad para todos
2. Nuevas políticas inversoras
3. Movilidad Segura
4. Movilidad de bajas emisiones
5. Movilidad inteligente
6. Cadenas logísticas intermodales
7. Conectando Europa y el Mundo
8. Aspectos sociales y laborales
9. Evolución y transformación del ministerio de transportes.

A lo largo de este trabajo la labor de investigación se centra en los ejes de movilidad inteligente, y cadenas logísticas intermodales en definitiva en el pilar de la conectividad ya que una novedad en la misma puede causar un cambio importante en el transporte y en suma un cambio en el modelo. Las líneas de actuación de estos ejes están orientadas a la industria 4.0 como anteriormente se ha explicado. En las próximas secciones se entrará en detalle de las nuevas tecnologías digitales que pueden suponer un cambio de paradigma en el sector.

4.2.3.2 Modelo industria 4.0

La nueva ola de nuevas tecnologías que se están implantando y otras que quedan por llegar tienen su aplicación también en el transporte. La velocidad a la que se está llevando a cabo esta revolución en el modelo no tiene precedentes, avanza de forma exponencial y no de forma lineal. En la base de esta nueva oportunidad de desarrollo tecnológico hay notables mejoras en tecnologías como sensores o dispositivos de bajo coste, así como potentes softwares de análisis de datos y demás tecnologías descritas en párrafos anteriores.

El beneficio que causan estas nuevas tecnologías a la cadena de suministro o al transporte de pasajeros es prácticamente inmediato ya que agilizan procesos y se ofrece un servicio al ciudadano cada vez más personalizado generando de esa forma un beneficio social muy alto. A lo largo de las próximas páginas se explicarán aplicaciones concretas del Internet of things y blockchain tanto en la cadena de suministro como en el ámbito de la movilidad urbana.

IoT en Logística

De entre todas las tecnologías facilitadores de la transformación digital hay una de ellas que sobresale para el entorno de la logística y es el Internet de las cosas. Se puede englobar en tres características principales:

- La capacidad de conectar cualquier objeto de manera remota mediante internet. Se puede intercambiar tanto información como comunicar una orden y que el objeto actúe en consecuencia. Una de sus principales ventajas es poder realizar un seguimiento en tiempo real de su ubicación o de su estado.
- El uso de la información mediante herramientas de análisis de datos ya que mediante el IoT se obtienen grandes cantidad de datos los cuales se almacenan en plataformas cloud.
- Por ultimo se caracteriza por tener una alta seguridad en la transferencia de datos mediante protocolos estándares en todo el mundo.

Su aplicación en el mundo de la logística es variada. El IoT se extiende a lo largo de la cadena de valor logística, desde el almacenaje, transporte hasta la entrega de última milla. Se puede controlar la ubicación de la mercancía en tiempo real en toda la cadena de valor, también ofrece la posibilidad de automatizar el proceso para que la intervención manual sea lo más pequeña posible y de esa manera conseguir reducir la variabilidad en el proceso para mejorar la calidad y por último también se consigue implementar mejoras en las rutas identificando los fallos de una forma más rápida a diferencia del proceso sin IoT.

Para llevar a cabo estas funcionalidades las tecnologías del internet de las cosas se pueden estructurar en tres grupos, primero se recoge la información, posteriormente se transmite y por ultimo se analizan y controlan los datos obtenidos. A continuación se describen brevemente:

- Tecnologías de percepción. Como el RFID, GPS o percepción visual.
- Tecnologías de comunicación y de red. Pueden ser por cable o inalámbricas. Se evoluciona a un mundo inalámbrico con redes intranet dentro de cada empresa.
- Tecnologías de gestión y control. Plataformas de software en las cuales está integrado todo el sistema de forma que se facilite la trazabilidad de objetos, su posición o controlando el nivel de un cierto líquido por ejemplo.

A lo largo de las próximas líneas se explica brevemente las tecnologías más importantes dentro del IoT.

Etiquetas RFID (Radio Frequency Identification). Identifica el producto de forma inalámbrica. Tienen incorporado un chip. Existen dos tipos:

- Pasivas: son las más comunes. No tienen batería y son de corto alcance de 0 a 15 metros de distancia. Pueden tener un tamaño muy reducido y tienen un precio bastante competitivo.
- Activas: tienen fuente de alimentación y por tanto pueden emitir señales a grandes distancias.

Al integrar toda la información obtenida en una plataforma de gestión de datos el sistema RFID aporta todas las ventajas con respecto a la trazabilidad de objetos o la automatización de un almacén.

GPS (Global Positioning System). Capaz de localizar las coordenadas geográficas exactas de cualquier objeto que lleve consigo esta tecnología.

Lector de etiqueta. Traslada la información leída de una etiqueta al sistema de información.

Tecnología IPv6. Al haber tantos objetos conectados a la red el protocolo IPv4 proporcionaba mucha menos direcciones de las necesarias, a diferencia del IPv6 que tiene el espacio de direcciones adecuado.

Sistema de autenticación y monitorización. Permite al usuario interactuar mediante tabletas u otros dispositivos de pantalla táctil de manera muy intuitiva y sencilla para una rápida y segura gestión del sistema.

A continuación en las siguientes páginas se exponen las aplicaciones reales que tiene esta tecnología descrita brevemente en líneas anteriores en el mundo de la logística, se centrará el estudio en contenedores inteligentes, transporte marítimo y entorno urbano debido a que las aplicaciones son muy extensas como hemos visto anteriormente siendo el objeto de estudio muy amplio.

Contenedores Inteligentes en Transporte marítimo

La complejidad en las cadenas de suministro y la búsqueda de la eficiencia y reducción de los costes está resultando en la implantación generalizada de nuevas soluciones informáticas por parte de todos los actores de la cadena de suministro; las navieras, los proveedores, los operadores logísticos, o los estibadores. Existe una falta de eficiencia en las operaciones portuarias normalmente debido a falta de información a tiempo real o que no llega lo suficientemente rápido para permitir una planificación óptima. Este factor, conduce a desequilibrios en el flujo de contenedores completamente vacíos, tiempos ociosos en la terminal portuaria o congestión del tráfico inesperada.

Según Harris, Wang, y Wang (2015) los beneficios potenciales de las herramientas 4.0 como el IoT tienen en las terminales intermodales y portuarias son las siguientes:

- Reducción del tiempo de carga y descarga
- Mejora en el uso de terminales intermodales
- Mejora en la optimización de rutas modificables en tiempo real para varios modos de transporte con el fin de reducir el coste de transporte.
- Reducción de costes operativos.
- Mejora en el nivel de servicio de los clientes.

Los contenedores inteligentes introducen una notable mejora en este sentido. Evitan problemas como la pérdida de alimentos perecederos en condiciones climáticas desfavorables como una refrigeración insuficiente del contenedor, errores técnicos en entregas, errores humanos en definitiva problemas de falta de información.

Un contenedor inteligente utiliza las tecnologías del IoT para solventar los problemas anteriores. En concreto se colocan una serie de sensores infiltrados en la mercancía, normalmente alimentos perecederos que miden constantemente las condiciones ambientales que son de interés para la conservación del producto. Los sensores envían esta información a una unidad central de procesamiento dentro del contenedor que calcula ciertos parámetros como el tiempo de conservación de los bienes o el incremento repentino de temperatura dentro del mismo. Estos datos son enviados remotamente y a tiempo real a las terminales portuarias y operadores logísticos para reaccionar en consecuencia. Además son útiles dichas medidas cuando se realiza la carga y descarga siendo éste un proceso delicado en el que se pueden perder alguna de las propiedades de algunos alimentos.

Con respecto al transporte los contenedores inteligentes tienen la capacidad de comunicarse con cada uno de las empresas de la cadena de suministro y enviar información sobre su ubicación, tiempo estimado de llegada, el estado de la mercancía así como posibles interferencias, robos o accidentes. Este sistema es completamente transparente y puede actuar de forma automatizada sin esperar a decisiones por parte de una autoridad con el fin de acortar tiempos y en suma costes.

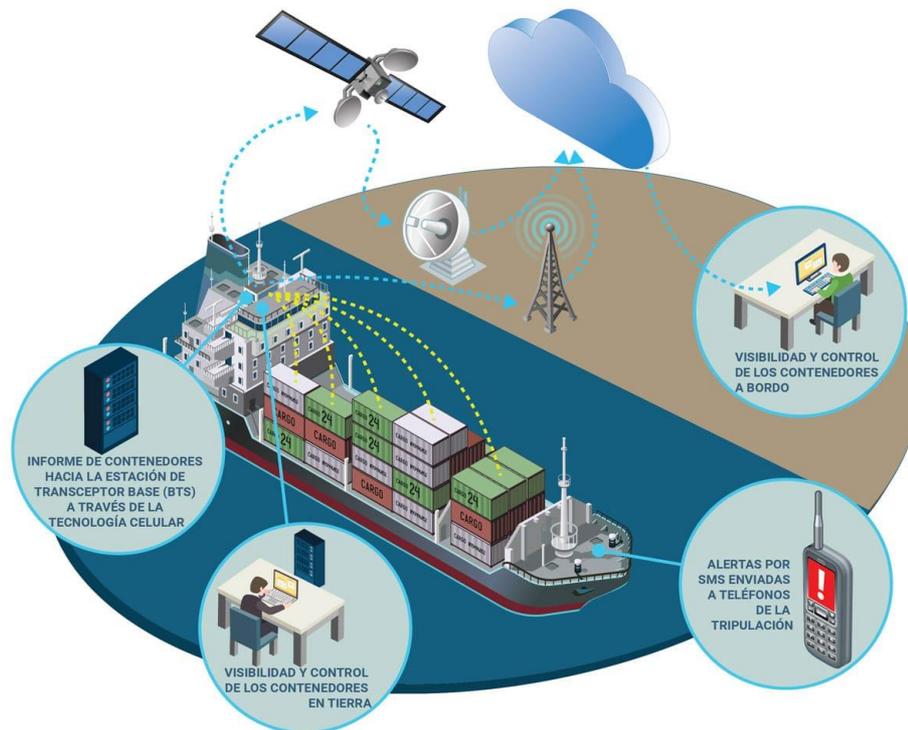


Figura 6. Funcionamiento de un sistema logístico marítimo con contenedores inteligentes

Fuente: Orbcomm.com

Blockchain en Transporte

Más allá de las innumerables aplicaciones del Internet de las cosas en la logística y el transporte, existen otras tecnologías que han aflorado en estos últimos años como el blockchain. En la búsqueda de un nuevo modelo productivo en el transporte, el blockchain puede tener un papel importante en los próximos años. Antes de ver las posibles aplicaciones en el ámbito del transporte, es conveniente realizar una descripción de los conceptos básicos del blockchain y su tecnología.

El blockchain es un conjunto de tecnologías que permiten la transferencia de un valor o activo de un lugar a otro sin ayuda de terceros.

- Como su nombre indica se trata de una cadena de bloques en la que cada bloque contiene información codificada de una transacción dentro de la cadena.
- La principal ventaja que aporta es que la información está distribuida a lo largo de todos los nodos y no es necesaria la intervención de un tercero para certificarla, todas las partes la examinan y la validan.
- No se puede eliminar la información una vez emitida, ya que los bloques están entrelazados entre sí y para modificar un bloque sería necesario modificar los bloques anteriores lo que resulta imposible.

La implementación más extendida y conocida del blockchain son las criptomonedas, en particular, el Bitcoin, los nodos que consiguen crear un bloque en la cadena reciben una recompensa que es justamente la criptomoneda. Durante la crisis del covid-19 esta tecnología cobró mucha fama y obtuvo un importante impacto

mediático que se basa en una serie de ventajas como la eliminación de los terceros, la seguridad y la transparencia. Más allá de las criptomonedas, hay numerosos procesos en distintos sectores que se pueden beneficiar de esta tecnología, este estudio se centrará brevemente en las aplicaciones en el transporte, concretamente para continuar en la línea de investigación anterior se explica la posible aplicación del blockchain en las operaciones portuarias.

Dentro de la logística del transporte marítimo y las operaciones portuarias es frecuente emplear grandes intervalos de tiempo en verificar y validar todos los documentos a lo largo de los varios puntos de los que se compone la cadena de valor para asegurar que las transacciones entre los distintas partes interesadas queden recogidas. Las ventajas que aporta la tecnología blockchain en este sentido incluye seguridad en las transacciones, transparencia, y trazabilidad. Entre las numerosas aplicaciones están las siguientes; seguimiento y trazabilidad de envíos, automatización de las operaciones de terminales portuarias, protección de la documentación commercial, certificación de activos y gestión de operaciones de flota.

Seguimiento y trazabilidad de envíos

El seguimiento determina el estado actual y la ubicación de los activos marítimos como embarcaciones o contenedores mientras que la trazabilidad gestiona la información de los activos a lo largo de la cadena de suministro. Dicha información que puede ser usada para la trazabilidad incluye el estado de la carga, la propiedad de la embarcación, la ruta del envío, la fecha de envío y entrega, y demás detalles. Toda esta información suele estar ubicada en un sistema centralizado accesible para las partes interesadas, aunque son susceptibles de modificación, propensas a hackeo y pueden derivar en fallos.

Un sistema blockchain descentralizado proporciona grabaciones de información y transacciones inmutables, no pueden ser modificadas. Cada actualización en las coordenadas y los registros de propiedad de los envíos y embarcaciones quedan permanentemente almacenados en la cadena blockchain. Las compañías pueden acceder a esta información inmutable para optimizar sus modelos de negocio. Por ejemplo los registros relacionados con la evaluación del rendimiento de una embarcación pueden servir de ayuda a los transportistas para contratar una embarcación mejor o más óptima para las operaciones logísticas portuarias. Además, la trazabilidad puede ayudar al propietario de la embarcación a verificar el origen y los proveedores de la mercancía antes de cargarla en el contenedor. El sistema blockchain puede prevenir infracciones en el cumplimiento, hacer cumplir las políticas arancelarias y comerciales y establecer la proveniencia de los artículos enviados.

En conclusión la tecnología blockchain puede jugar un papel importante en estos próximos años en la logística portuaria y por extensión en todo el transporte. Como principales ventajas está la confianza entre las partes, la transparencia, la seguridad o la capacidad de eliminar los fraudes. Además tiene la capacidad de aminorar los tiempos de espera de los buques y los costes económicos que eso conlleva. Todo ello aporta sostenibilidad a la cadena de valor reduciendo emisiones a la atmósfera y ahorros de combustible considerables. El principal inconveniente es el hecho de que la implantación de la tecnología blockchain en la logística portuaria está todavía en sus primeros pasos y surgirán muchos problemas y retos al principio antes de extenderse por el mundo.

Gracias a estas dos tecnologías se ha visto como se puede revolucionar un modelo productivo, en este caso el transporte y concretamente la logística portuaria. El futuro de este nuevo modelo basado en tecnologías pertenecientes a la cuarta revolución industrial depende de la cuantía de las inversiones que quieran realizar las instituciones y el tejido empresarial de todo el sector. Queda mucho por recorrer todavía.

4.2.4 Sector turístico

El turismo será el último sector de estudio, en el cual las nuevas tecnologías de la industria 4.0 pueden jugar un papel muy importante en los próximos años. La pandemia del covid-19 ha dejado visible la necesidad del turismo de reinventarse y buscar nuevas vías de atracción al turista sin dejar atrás el turismo tradicional, simplemente

buscando adaptarse a estos nuevos tiempos.

La gran mayoría de la sociedad ha viajado o tiene el deseo de viajar y de conocer nuevos lugares y culturas o también nuevos modos de trabajo. El turismo es una forma de entretenimiento y uno de los motores de la economía en muchas naciones, concretamente en España es uno de los sectores que más aporta al producto interior bruto (PIB). El sector turístico ha crecido a la par que el transporte, en primer lugar con el ferrocarril y posteriormente su expansión mundial gracias al nacimiento del avión comercial.

En las siguientes figura se muestran los datos de turistas en todo el mundo a lo largo de los últimos 70 años además de los ingresos por parte de los países según el estudio publicado en octubre de 2017 por parte de la Organización Mundial del Turismo relativo al panorama del turismo internacional para los siguientes años.

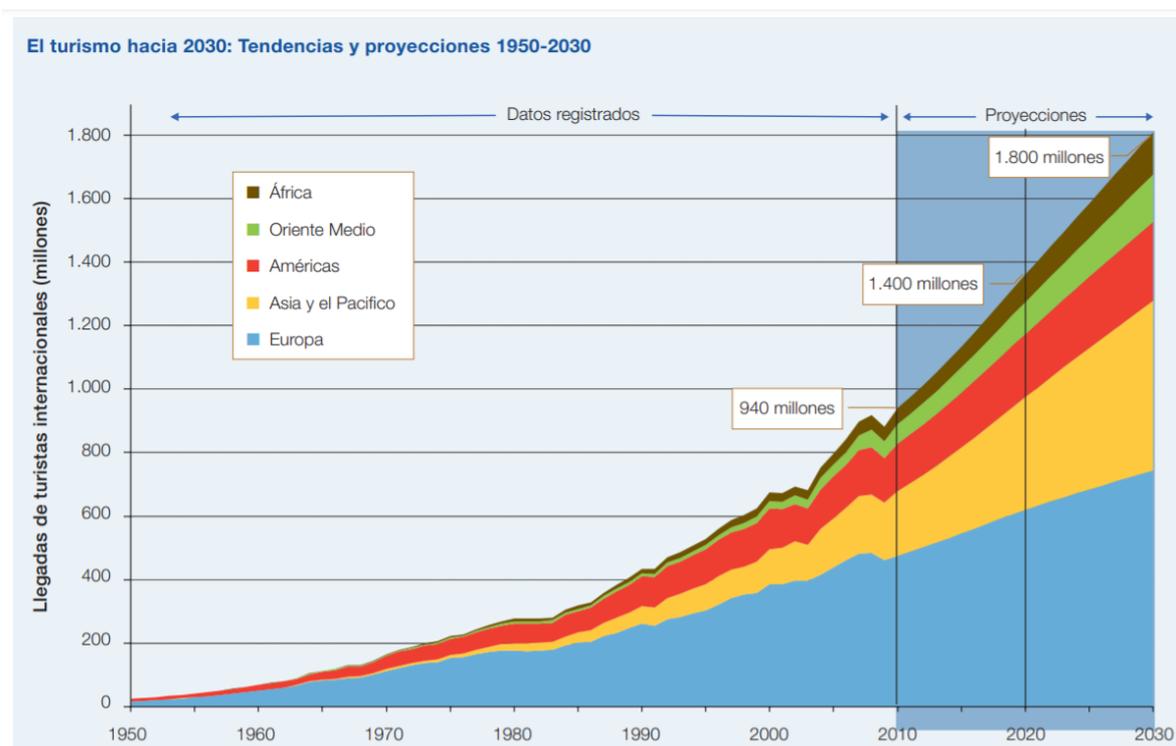


Figura 7. Panorama mundial del turismo internacional 2017

Fuente: Organización Mundial del Turismo (OMT)

Como se puede observar en la figura, el turismo crecía a un ritmo constante y más rápido que la economía mundial. Todas las previsiones se estaban cumpliendo y en 2019 se alcanzó la cifra de 1500 millones de turistas internacionales. Todo eran noticias buenas hasta que llegó la pandemia del Covid-19 que nadie esperaba en el sector. Se produjo un confinamiento de prácticamente la totalidad de los países del mundo causando efectos devastadores en la salud y afectando a muchos sectores especialmente al turismo. Cada cierto tiempo ha habido alguna caída del turismo respecto al año anterior pero no hay ningún precedente de la magnitud de este desplome. En la siguiente figura se puede observar esta caída con detalle y su comparación con otras caídas mucho más leves con la crisis económica mundial o la epidemia del SARS en 2003 que tuvo especial relevancia en Asia.

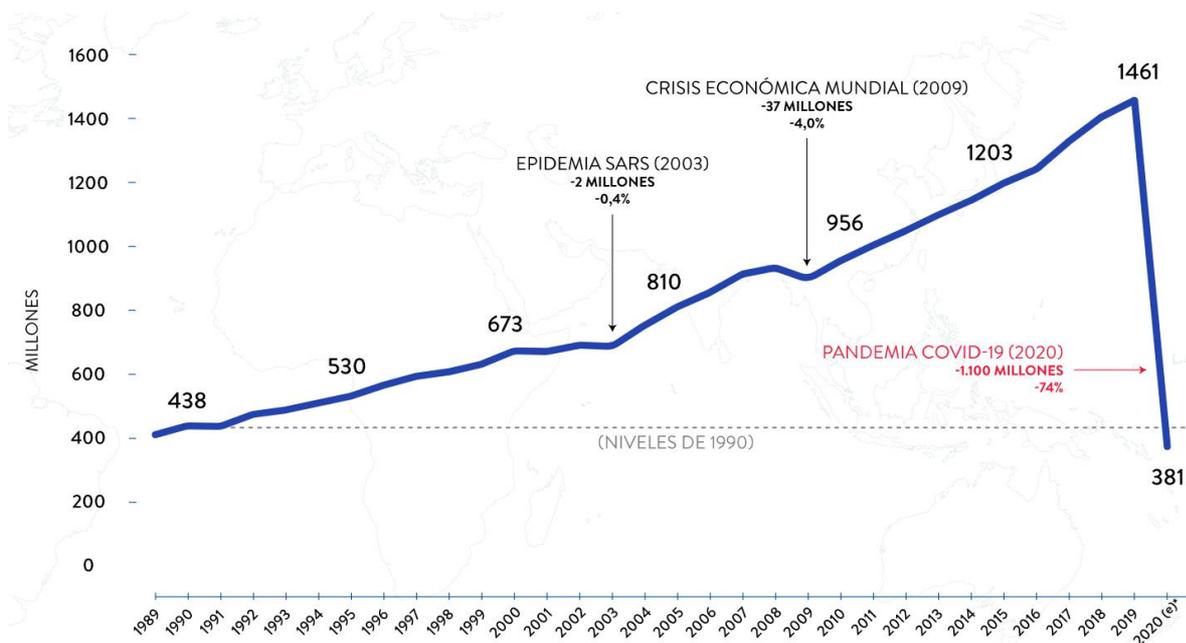


Figura 8. Evolución del turismo internacional desde 1989 hasta 2020 (2021)

Fuente: Organización Mundial del Turismo (OMT)

El turismo internacional ha vuelto a los niveles de hace 30 años y la previsión de llegar a los niveles de antes de la pandemia son de 2 años y medio a 4 años. En esta situación gran parte del sector ha visto la necesidad de reinventarse y las tecnologías revolucionarias de la industria 4.0 son el punto de partida perfecto para ayudar al sector y ser más competitivos.

4.2.4.1 Industria 4.0 aplicada al turismo

El modelo de turismo está cambiando y existen tecnologías que cambiarán y facilitarán mucha de las experiencias turísticas tanto en el mismo trayecto de viaje como en el alojamiento o en las visitas culturales. En los próximos párrafos se pondrán ejemplos de como pueden impulsar este cambio tecnologías como la inteligencia artificial, el blockchain o el 5G.

Inteligencia Artificial en el turismo

En el turismo es necesario hacer una serie de decisiones antes de abordar el viaje como elegir destino, transporte, alojamiento o actividades culturales entre otras cosas. El rango de esta decisión es inmenso, por ello normalmente se reciben recomendaciones de conocidos o de Internet. Este reto es similar para los turoperadores turísticos que quieren ofrecer el servicio más personalizado posible a un grupo amplio de personas. La inteligencia artificial tiene la capacidad de aprender y ofrecer la mejor solución personalizada a cada persona.

Los sistemas de inteligencia artificial pueden ser sistemas independientes o integrados en aplicaciones ya existentes. Estos sistemas incluyen; sistemas de recomendación, de personalización, de conversación (chatbots y asistentes de voz), herramientas de previsión, agentes autónomos o aplicaciones de traducción de idiomas. Es conveniente puntualizar que los turistas normalmente interactuarán con tecnologías que integren varios de estos sistemas. Se analizarán brevemente varios de estos sistemas por separado.

- Sistemas de recomendación y personalización: a la hora de decidir destinos, hoteles o lugares para visitar uno se encuentra con una vasta información hoy en día. Los sistemas de recomendación relacionan las opciones disponibles con el perfil del usuario y hacen sugerencias, mientras que los de

sistemas de personalización utilizan una gran cantidad de información sobre el usuario y ofrece una solución personalizada.

- Sistemas de conversación (Chatbots y asistentes de voz): en estos sistemas se utiliza la tecnología de procesamiento de lenguaje natural con el objetivo de averiguar la intención que tiene el usuario una vez haya escrito o dicho una determinada frase, pregunta o expresión y tartar de ver que respuesta espera. Existen asistentes de voz conocidos como Siri, Alexa, o Cortana. En el turismo puede resultar muy interesante por ejemplo a la hora de evitar colas para preguntar en cualquier recepción o por ejemplo para aquellas personas que no entienden un idioma tener la capacidad de poder hablar con el chatbot y qué este automáticamente te responda en el tuyo.
- Sistemas de previsión: principalmente son usados para prever la demanda de turistas y de esa forma desarrollar campañas de marketing y anticiparse a la organización de actividades o gestión de las instalaciones. Existen técnicas avanzadas en este sentido como el machine learning para predecir la llegada de turistas a corto plazo o predecir cuántos días se van a quedar.
- Aplicaciones de traducción de idiomas: el lenguaje es una de las principales barreras para los turistas y este tipo de aplicaciones que usan machine learning y tecnología de procesamiento de lenguaje natural ya están cambiando el modelo turístico tradicional en el cual necesitabas un guía o gente local que supiese el idioma del turista, lo que en primer lugar encarece el viaje y además produce una dependencia de terceras personas.

El futuro de la inteligencia artificial está todavía muy abierto. Por un lado los negocios serán capaces de entender mejor a sus clientes y diseñar servicios o productos que encajen con sus necesidades. Por otro lado, se reducirán los costes y por ello los empresarios serán capaces de ofrecer servicios a un precio bastante más económico que en el modelo tradicional. Desde el punto de vista del turista, permitirá organizar los viajes con poco tiempo de antelación y lo más personalizado a sus necesidades

5G en el turismo

Con la llegada del 5G se amplían las autovías de la información y la velocidad de transmisión en las telecomunicaciones lo que facilita que muchas actividades digitales se puedan transmitir a la vez y sin interferencia ninguna. En gran medida permite que todas las tecnologías de otros apartados anteriores se puedan llevar a cabo ya que éstas necesitan datos en tiempo real y que miles de objetos estén conectados a la red.

El 5G puede ayudar a crear los cimientos del turismo inmersivo en el cual la experiencia turística se centra en el usuario y en cómo interactúa con los productos, servicios o destinos. La realidad virtual y la realidad aumentada contribuirán a su desarrollo. Por ejemplo mediante unas gafas especiales que al apuntar a un edificio histórico muestre varias opciones como reservar visitas, mostrar vídeos o la lectura de una nota histórica. Otro ejemplo pueden ser vehículos que circulen por la ciudad y que a través de la ventanilla vaya mostrando contenido que resulten de interés al turista en función de la ubicación del automóvil y su entorno. El 5G hace que todo esto sea posible cambiando rápidamente de una información a otra sin problemas.

El 5G se está implantando en España con rapidez. En la siguiente figura podemos ver el mapa de Europa con los puntos en los que ya existe la red de quinta generación. España es uno de los países más avanzados al respecto adelantando a países en teoría con mayor poder económico para acometer este tipo de inversiones como Francia. España puede presumir de una red de comunicaciones que llega a casi cualquier parte del territorio. Puede facilitar que ciertos sectores se adaptan de forma más rápida al nuevo paradigma de Industria 4.0.

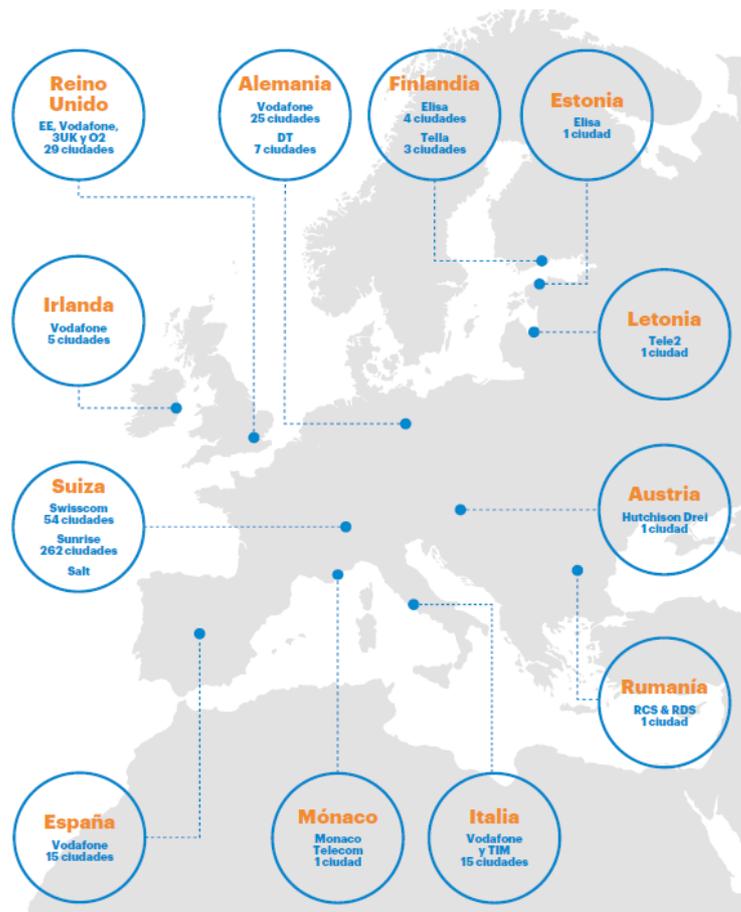


Figura 9. Despliegue Comercial 5G de Europa

Fuente: Observatorio Nacional 5G

Blockchain en el Turismo

La tecnología blockchain ofrece una serie de ventajas que puede generar un impacto positivo en el sector turístico. Es una de las tecnologías más disruptivas de los últimos años y el progreso es exponencial. En la sección del sector del transporte se explicó detalladamente sus tecnologías y aplicaciones, a continuación se mostrarán una serie de ejemplos de aplicación que pueden ayudar al sector a avanzar hacia una transformación digital sostenible.

Cuando se reserva un vuelo o un hotel ya sea en una agencia de viajes o por una página web se confía en el intermediario en cuestión. La única prueba de la reserva es el justificante recibido y la seguridad en la reserva se basa en la credibilidad con el intermediario que se va a encargar de la gestión prometida. El blockchain resuelve este problema mediante un sistema de gestión descentralizada que conecta los nodos que forman parte del mismo con un sistema de encriptación y sin capacidad de modificar los datos del mismo. Esto supone una serie de ventajas como la imposibilidad de que el cliente puede realizar una reventa sin que el alojamiento se entere, con este sistema todos los nodos quedan notificados de cualquier transacción nueva que se realice. Mediante este modelo se reducen de forma considerable los tiempos de espera.

Otras de las aplicaciones más importantes es el sistema de gestión de equipajes que funciona de forma muy parecida al sistema de contenedores inteligentes explicado en el sector del transporte. Del mismo modo los controles de pasaporte que todos deben pasar en los aeropuertos dos o tres veces además de realizarlos en los alojamientos podrían gestionarse desde un sistema único blockchain que diese la facilidad de gestionar la identidad a lo largo de los nodos. De esta forma se agilizarían los tiempos de espera y se reducirían los

intermediarios de nuevo.

Una última aplicación del blockchain aplicado al turismo son los smart contracts. Todo el mundo ha sufrido alguna vez algún retraso en algún medio de transporte, con lo que eso conlleva. Mediante los smart contracts que son contratos que se ejecutan una vez que se cumple una condición puede resolverse este problema. Pongamos por caso que un avión retrasa su salida 2 horas y media y en el smart contract adquirido a la hora de reservar el vuelo indicaba que en caso de un retraso mayor a las dos horas se devolvería el importe completo del vuelo. La principal ventaja que aporta aquí el blockchain es que la indemnización se ejecuta al momento sin necesidad de pasar por un mostrador a reclamar el importe y esperar largas colas de espera y documentación.

5 METODOLOGÍA PARA CAMBIAR EL MODELO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA

No se puede mejorar si se está satisfecho con la situación actual.

Taichii Ohno

En este capítulo se describe la metodología e implicaciones que supone un cambio de modelo productivo en un país, en particular se centrará el estudio en España. En primer lugar, se explica brevemente que implica un cambio en el modelo productivo, después se aborda más detenidamente la situación de España y cuáles son las posibles medidas para hacer ese cambio de modelo y por último se verán los posibles incentivos para que las empresas realicen el cambio de un modelo a otro y su efecto en las empresas competidoras.

En el capítulo anterior se han descrito las posibles aplicaciones de la industria 4.0 en varios sectores que provocaban un cambio en el modelo productivo ahora se realiza un estudio más general sin entrar en lo técnico de las posibles medidas e implicaciones que puede suponer un cambio en el modelo.

5.1 Significado de cambiar el modelo productivo

A raíz de cualquier crisis económica siempre surge un debate entre los economistas de si el modelo anterior era el adecuado o si es necesario modificar el modelo productivo y cambiar los pesos que tienen varios sectores dentro del PIB, no obstante siempre existe un cambio evidente. Existen ejemplos como la crisis financiera de 2008 en la cual se comenzó a regular el sector bancario, también sucedió un cambio en el modelo productivo en la Segunda Guerra Mundial con la entrada de la mujer al mercado laboral o en el 11-S cuando cambió por completo la seguridad en la aviación. El Covid-19 no se quedará atrás, ya se han notado muchos cambios en la sociedad y todavía muchos de ellos no han despegado por completo. Más que remodelar anteriores modelos, el Covid-19 está acelerando el desarrollo y aplicación de nuevas tendencias que ya existían hace unos años pero que su evolución ha sido muy lenta hasta la aparición del virus.

Se ha demostrado que un país que tiene un fuerte sector industrial resiste mejor a las crisis. Se tiene un empleo de mayor calidad y tiene una productividad más alta que la media de otros sectores. El peso del sector industrial dentro del PIB es un indicador fiable de como de resiliente puede ser esa economía frente a una posible crisis. Como resultado se puede concluir que el cambio del modelo productivo de un país modificando los pesos de distintos sectores puede suponer un beneficio para la sociedad ya que la gente vivirá con mejores condiciones laborales, económicas, sociales o sanitarias.

5.2 Necesidad de la economía española de cambiar el modelo productivo

La crisis del Covid-19 ha dejado en evidencia carencias en la estructura del PIB español por sectores y que nos hace especialmente vulnerables a los shocks externos. España suele caer más de la media con respecto a países

Europeos cuando existe una recesión y crece más cuando está en épocas de bonanza. La pandemia ha dejado una oportunidad para una transformación completa del modelo productivo. Se debe establecer un modelo que no sufra demasiado las fluctuaciones de la economía.

Al igual que en la crisis financiera y la burbuja inmobiliaria que comenzó en 2008 hay una serie de sectores que son los más afectados. En esa crisis fue la construcción y ahora es el turismo. Los sectores dependientes de los contactos sociales tienen un gran peso dentro del PIB en relación con la industria. Como se ha dicho anteriormente un país resiste mejor las crisis con un sector industrial fuerte, este factor lo podemos ver en la siguiente figura, en la cual observamos el poco peso que tiene la industria con respecto a países de nuestro entorno. El objetivo es alcanzar el 20% del PIB según la estrategia de política industrial para el año 2030.

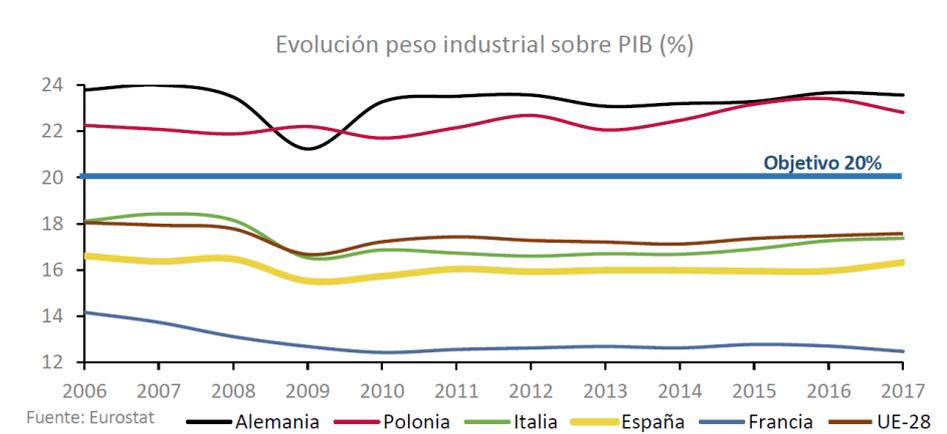


Figura 10. Evolución peso sector industrial sobre PIB español (%)

Fuente: Eurostat

Es necesaria la atracción de inversiones en este sector de forma urgente, ya que la economía española no puede basarse principalmente en el turismo, en la próxima sección se describirán una serie de posibles medidas que se pueden llevar a cabo para cambiar el modelo productivo

5.3 Medidas e incentivos para que las empresas puedan realizar el cambio de modelo productivo

A lo largo de la pandemia han surgido nuevos retos y necesidades que han tenido que ser cubiertas con la mayor celeridad posible. Según la consultora Boston Consulting Group en su estudio “Transformación del modelo productivo español” publicado en julio del año 2020 describe una serie de nuevas tendencias que surgirán a partir de la pandemia; mayor conciencia por la salud y el bienestar, nueva dinámica para el comercio internacional, nuevos hábitos y formas de consumo y trabajo y por último la sostenibilidad como imperativo en todos los sectores. Son factores importantes que implican un cambio de modelo.

En el mismo estudio de BCG se establecen una serie de prioridades para el crecimiento sostenible por un lado y otras para garantizar la resiliencia de la economía. Entre ellas están las siguientes; impulsar la inversión en tecnología y digitalización, desarrollar un nuevo modelo de turismo, liderar la transición hacia la nueva movilidad, reforzar las cadenas de suministro e impulsar y consolidar modelos de colaboración público-privada.

Para tener en cuenta estas prioridades es necesario contar con un entorno favorable y estable. A continuación, se muestran una serie de medidas que pueden ayudar al cambio en el modelo productivo de las empresas.

- Reforzar beneficios fiscales a empresas con inversión en I+D+i
- Impulsar el aumento de tamaño de las empresas para aumentar la competitividad y así su productividad. En España el reducido tamaño de las empresas limita entre otras cosas; acceso a créditos, a capacidad de innovación o a ser más resilientes.
- Apoyar la transformación digital de las empresas, especialmente de las pequeñas, formando a sus empleados en capacidades digitales.
- Apoyar la economía circular y fomentarla tanto en las empresas como en los consumidores. Asegurar una transición energética sostenible.
- Diseñar programas de colaboración público-privada.
- Facilitar avales y créditos que permitan acometer la renovación tecnológica de las pymes con dificultad de acceso a financiación.
- Eliminar trabas burocráticas en la constitución de sociedades.
- Fomentar la automatización y robotización de la producción con el fin de aumentar la productividad y competitividad de la industria española en relación con terceros países
- Fomentar el emprendimiento y la creación de nuevos ecosistemas de start-ups.
- Impulsar modelos de inversión de mayor riesgo (angels investors, venture capital)
- Reforzar el sistema tributario para favorecer el desarrollo empresarial

España tiene la obligación de utilizar y asignar de la forma más eficiente los fondos de recuperación Next-Generation que la Unión Europea va a aportar en los próximos años. Se trata de una inyección de 140.000 millones de euros de los cuales 72.700 son transferencias a fondo perdido. Es necesario que haya una competición sana para la obtención de esos fondos que tienen que ser asignados a proyectos con una lista de condicionantes que priorizan la digitalización, energías limpias o la automatización de las industrias ya existentes. Sin embargo, no todas las empresas llegarán a obtener estas ayudas por lo que el estado debe también tomar medidas en los presupuestos para apoyar el tejido empresarial, como las que se han expuesto con anterioridad.

¿Cómo afecta que una empresa adopte el nuevo modelo productivo en sus empresas competidoras?

La adopción de un nuevo modelo productivo puede suponer un cambio significativo en la productividad y por tanto un aumento en el beneficio de la empresa provocando de esa forma nuevas inversiones para llegar mejor al cliente, las empresas competidoras pueden salir perjudicadas y reducir su cuota de mercado o provocar un cambio de modelo generalizado en el sector en cuestión.

6 CONCLUSIONES

El presente trabajo de fin de grado ha tenido como objetivo estudiar las posibles aplicaciones de la Industria 4.0 en determinados sectores, así como el contexto dentro de Europa y España en transformación digital y aplicaciones de nuevas tecnologías.

De acuerdo con el estudio realizado se puede llegar a una serie de conclusiones claras. Al ser un trabajo de investigación con un abanico de estudio muy amplio se procede a resumir las conclusiones más relevantes al respecto.

En primer lugar, resulta evidente que la humanidad se enfrenta a un reto, el contexto post-pándemico es muy diferente a lo que ya conocíamos. El cambio en los modelos de producción será necesario para adaptarse al nuevo paradigma. Las nuevas tecnologías digitales tendrán un impacto importante en ese cambio y herramientas como el Big Data, el Internet de las cosas o la inteligencia artificial formarán parte en pocos años de todo el tejido productivo.

A lo largo del trabajo se han visto muchas tecnologías y aplicaciones no obstante se ha llegado a la conclusión que para tener esa infraestructura es necesario un modelo de financiación que ayude tanto a empresas grandes como especialmente a pequeñas y medianas. Las principales medidas se basan en un sistema tributario lo más beneficioso posible, además de un buen sistema de ayudas iniciales por parte del estado y de inversores que sean capaces de asumir riesgo. Sin este tipo de medidas será imposible acelerar el proceso de transformación ya que estará desequilibrado y algunas tecnologías como el Blockchain necesita que todos los actores del sistema tengan una infraestructura adecuada para llevarse a cabo.

Por otra parte, respecto a la situación actual de los modelos productivos en España, existen modelos productivos muy robustos, pero existe una dependencia considerable por parte del turismo, por lo tanto, es necesario modificar la estructura por sectores del PIB y darle más importancia a la industria para llegar al 20% del PIB y no sufrir posibles crisis en un futuro. El crecimiento debe ser sostenible además de tratar de conseguir una economía resiliente.

El transporte y las cadenas de suministro serán uno de los sectores que sufrirán más cambios. Tecnologías como el blockchain consigue que la confianza entre las partes sea completa, cambiando por completo el panorama actual, nadie puede mentir y nadie puede aprovecharse, haciendo posible de esa forma un sistema lo más eficiente posible. En cuanto a otros sectores como el químico o el energético la economía circular y las nuevas energías mediante tratamiento digital de los datos marcarán respectivamente el cambio.

Para llevar a cabo la transformación digital en este nuevo contexto de Industria 4.0 es necesario una formación digital para cada uno de los empleados que conforma una compañía con el fin de alcanzar ese fin de la mejor manera posible, el cambio en una empresa en su modelo productivo puede desencadenar un desarrollo en otras empresas competidoras del sector provocando un impacto positivo y una evolución más veloz de estas nuevas tendencias.

REFERENCIAS

- [1] 5G. (s. f.). Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. Recuperado 3 de julio de 2021, de <https://avancedigital.mineco.gob.es/5G/Paginas/Index.aspx>
- [2] *5G applications in the tourism sector: towards immersive tourism*. (2021, 22 febrero). Tourism Innovation Summit. <https://www.tisglobalsummit.com/5g-applications-tourism-sector-towards-immersive-tourism/>
- [3] Ahmad, Raja & Hasan, Haya & Jayaraman, Raja & Salah, Khaled & Omar, Mohammed. (2021). Blockchain applications and architectures for port operations and logistics management. *Research in Transportation Business & Management*. 100620. 10.1016/j.rtbm.2021.100620.
- [4] *Big Data: ¿En qué consiste? Su importancia, desafíos y gobernabilidad*. (s. f.). Powerdata. Recuperado 7 de mayo de 2021, de <https://www.powerdata.es/big-data>
- [5] *Big Data: Qué es y por qué importa*. (s. f.). SAS. Recuperado 7 de mayo de 2021, de https://www.sas.com/es_es/insights/big-data/what-is-big-data.html
- [6] *Blockchain: visión tecnológica*. (2018, 22 febrero). Deloitte Spain. <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/blockchain-vision-tecnologica.html>
- [7] Boston Consulting Group. (2020, junio). *TRANSFORMACIÓN DEL MODELO PRODUCTIVO ESPAÑOL*. https://circulodeempresarios.org/app/uploads/2020/07/Transformacio%CC%81n-Modelo-Productivo_vfdigital_22Jun20-comprimido.pdf
- [8] *Central Eléctrica Virtual: ¿El futuro del sistema de energía?* (s. f.). Next Kraftwerke | Virtual Power Plant & Power Trading. Recuperado 11 de junio de 2021, de <https://www.next-kraftwerke.es/enciclopedia/central-electrica-virtual>
- [9] Comisión Europea. (2020). *ÍNDICE DESI*. <https://datos.gob.es/es/noticia/nuevos-informes-sobre-transformacion-digital-en-espana>
- [10] *Conoce la Estrategia y sus ejes | Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030*. (2020). Ministerio de transportes, movilidad y agenda urbana. <https://esmovilidad.mitma.es/ejes-estrategicos>

- [11] *COVID-19 y sector turístico | 2020: análisis del año.* (2021). Organización Mundial del Turismo.
<https://www.unwto.org/es/covid-19-y-sector-turistico-2020>
- [12] Deloitte. (2018). *Chemistry 4.0.* <https://www2.deloitte.com/global/en/pages/consumer-industrial-products/articles/cip-chemistry.html>
- [13] *DESI - Spain.* (s. f.). Shaping Europe's Digital Future. Recuperado 25 de mayo de 2021, de <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi-spain>
- [14] *Energías renovables en España.* (s. f.). Investin Spain. Recuperado 11 de junio de 2021, de <https://www.investinspain.org/es/sectores/energias-renovables>
- [15] *Estandarización y despliegue de 5G.* (2020, 17 septiembre). on5g.
<https://on5g.es/report/estandarizacion-y-despliegue-de-5g/>
- [16] *Etiquetas RFID: Qué son y qué aplicaciones tienen.* (s. f.). Dipole. Recuperado 2 de julio de 2021, de <https://www.dipolerfid.es/blog/etiquetas-rfid-y-aplicaciones>
- [17] Federación Empresarial de la Industria Química Española. (2021). *Radiografía del Sector Químico Español.* <https://www.feique.org/pdfs/radiografiasectorial.pdf>
- [18] Fernández, A. (s. f.). *Tecnologías de Inteligencia Artificial y sus categorías.* AuraPortal. Recuperado 3 de julio de 2021, de <https://www.auraquantic.com/es/tecnologias-de-inteligencia-artificial-y-sus-categorias/>
- [19] GOBIERNO DE ESPAÑA. (2020, julio). *PLAN ESPAÑA DIGITAL 2025.*
- [20] Harris, I., Wang, Y., & Wang, H. (2015). ICT in multimodal transport and technological trends: Unleashing potential for the future. *International Journal of Production Economics*, 159, 88–103.
- [21] *Inteligencia Artificial: Qué es y Por Qué Importa.* (s. f.). SAS. Recuperado 20 de mayo de 2021, de https://www.sas.com/es_es/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html#world
- [22] *IoT - Internet Of Things.* (2019, 8 enero). Deloitte Spain.
<https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/IoT-internet-of-things.html>
- [23] Jesús Muñozuri, Luis Onieva, Pablo Cortés, José Guadix, Using IoT data and applications to improve port-based intermodal supply chains, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 139,2020,105668,ISSN 0360-

- 8352, <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.01.042> (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835219300488>)
- [24] *KEY ENABLING TECHNOLOGIES FOR TRAVEL AND LOGISTICS (K.E.T.T.L.)*. (s. f.). CETMO. Recuperado 1 de julio de 2021, de <https://www.cetmo.org/insight-emerging-technologies-introduction/>
- [25] *La Industria 4.0 y sus orígenes*. (2020, 17 febrero). Aspromec <https://aspromec.org/la-industria-4-0-y-sus-origenes/>
- [26] Lenny Koh , Alexandre Dolgui & Joseph Sarkis (2020) Blockchain in transport and logistics – paradigms and transitions, *International Journal of Production Research*, 58:7, 2054-2062, DOI: 10.1080/00207543.2020.1736428
- [27] Lopez, J. (2019, 31 mayo). *Energías renovables en la era de la industria 4.0*. Factoria del Futuro. <https://www.factoriadelfuturo.com/energias-renovables-en-la-era-de-la-industria-4-0/>
- [28] Ministerio de industria, comercio y turismo. (2019, enero). *Agenda Sectorial de la Industria Química y del Refino en España*.
- [29] Molano, N. A. (2019, 22 mayo). *Claves para entender la tecnología «blockchain»*. BBVA NOTICIAS. <https://www.bbva.com/es/claves-para-entender-la-tecnologia-blockchain/>
- [30] Observatorio de Transporte y Logística. (2021, marzo). *Informe Anual*. <https://observatoriotransporte.mitma.es/elementos-del-otle#dato-2>
- [31] Organización Mundial del Turismo. (2019). *Panorama OMT del turismo internacional Edición 2020*. <https://doi.org/10.18111/9789284422746>
- [32] *Qué es Big Data | Universidad Complutense de Madrid*. (2020, 17 septiembre). Universidad Complutense. <https://www.masterbigdataucm.com/que-es-big-data/>
- [33] *¿Qué es cloud computing?* (s. f.). España | IBM. Recuperado 9 de mayo de 2021, de <https://www.ibm.com/es-es/cloud/learn/cloud-computing-gbl>
- [34] *¿Qué es Cloud Computing?* (s. f.). Salesforce.com. Recuperado 9 de mayo de 2021, de <https://www.salesforce.com/mx/cloud-computing/>

- [35] *¿Qué es la inteligencia artificial?* (s. f.). Iberdrola. Recuperado 20 de mayo de 2021, de <https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-inteligencia-artificial>
- [36] *¿Qué es la interoperabilidad?* (2019, 13 marzo). eCityclíc. <https://www.ecityclíc.com/es/noticias/que-es-la-interoperabilidad>
- [37] *¿Qué es SaaS? Software como servicio.* (s. f.). Microsoft Azure. Recuperado 9 de mayo de 2021, de <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-saas/>
- [38] *¿Qué relación hay entre la transformación digital y mediados de los años 80?* (2018, 17 septiembre). RRHH digital. <http://www.rrhhdigital.com/editorial/132689/Que-relacion-hay-entre-la-transformacion-digital-y-mediados-de-los-anos-80->
- [39] *El Sector energético en España.* (s. f.). ATLAS ENERGÍA. Recuperado 11 de junio de 2021, de <https://atlas-energia.com/sector-energetico.html>
- [40] *Tecnologías y aplicaciones utilizadas de Internet de las Cosas.* (2021, 17 mayo). Evaluando Software. <https://www.evaluandosoftware.com/tecnologias-aplicaciones-utilizadas-internet-las-cosas/>
- [41] Thinktur: Plataforma Tecnológica del Turismo. (2019). *Blockchain: Casos de uso en turismo.* <https://www.thinktur.org/media/Ebook-Blockchain-19-Final-2.pdf>
- [42] *Transformación digital. Qué es y su importancia y relación con los datos.* (s. f.). Powerdata. Recuperado 30 de abril de 2021, de <https://www.powerdata.es/transformacion-digital>
- [43] Turmo Garuz, J., & Pareja-Eastaway, M. (2013, junio). *La necesaria transformación del modelo productivo en España: el papel del territorio.*
- [44] Vega, M. (2020, 22 agosto). *¿Puede (y debe) España cambiar su modelo productivo para recuperarse?* El Español. https://www.lespanol.com/invertia/economia/macroeconomia/20200822/puede-debe-espana-cambiar-modelo-productivo-recuperarse/514699809_0.html
- [45] Vicent Selva Belén, José Francisco López (25 de septiembre, 2016). *Revolución Industrial.* Economipedia.com

[46] Vidal, B. (2020, 3 septiembre). *Blockchain y turismo: ¿qué podemos esperar?* we are marketing

<https://www.wearemarketing.com/es/blog/blockchain-y-turismo-que-podemos-esperar.html>