



Universidad de Jaén

Facultad de Ciencias Sociales
y Jurídicas

Trabajo Fin de Grado

APLICACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LA CADENA DE SUMINISTRO

Alumno: Martínez García, María

Tutora: Roldán Bravo, María Isabel

Mayo, 2021



RESUMEN

Con este trabajo de fin de grado lo que se busca es analizar cómo está afectando el desarrollo de las nuevas tecnologías de la llamada industria 4.0 en la evolución y automatización de la cadena de suministro de las empresas. Para esto se va a estudiar la importancia que ha adquirido en los últimos tiempos la industria 4.0 y cuáles son sus tecnologías más destacadas dentro de las empresas, así como también todas las ventajas e inconvenientes que tiene a la hora de aplicarlas. Además de conocer cómo se desarrolla y como está compuesta la cadena de suministro, para a continuación poder analizar cuáles son las mayores aportaciones que la industria 4.0 ha realizado en dicha cadena de suministro de forma que se pueda extrapolar todo lo visto a empresas que actualmente la están aplicando con el objetivo de tener una mayor flexibilidad, unos menores costes, una mayor sostenibilidad, etc.

Palabras clave: tecnología, cadena de suministro, automatización, industria 4.0

ABSTRACT

With this end-of-degree work, the search is to analyze how it is affecting the development of the new technologies of the so-called industry 4.0 in the evolution and automation of the supply chain of companies. For this we will study the importance that industry 4.0 has acquired in recent times and what are its most outstanding technologies within companies, as well as all the advantages and disadvantages that it has when it comes to applying them. In addition to knowing how the supply chain develops and is composed, for then be able to analyze what are the biggest contributions that Industry 4.0 has made in that supply chain, so that everything seen can be extrapolated to companies that are currently applying with the aim of having greater flexibility, lower costs, greater sustainability, etc.

Keywords: technology, supply chain, automation, industry 4.0



Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	5
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. INDUSTRIA 4.0: CONCEPTO	7
2.1.1. OBJETIVOS	9
2.2. COMPOSICIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0	12
2.2.1. BIG DATA O INTELIGENCIA ARTIFICIAL	12
2.2.2. ROBÓTICA COLABORATIVA	14
2.2.3. SIMULACIÓN	14
2.2.4. FABRICACIÓN ADITIVA E IMPRESIÓN 3D	15
2.2.5. INTERNET DE LAS COSAS (IOT)	15
2.2.6. CIBERSEGURIDAD	17
2.2.7. CLOUD COMPUTING (ALMACENAMIENTO EN NUBE)	18
2.2.8. BLOCKCHAIN	19
2.2.9. REALIDAD AUMENTADA	20
2.2.10. 5G	20
2.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES	22
2.4. SECTORES EN LOS QUE SE APLICA	24
2.5. CADENA DE SUMINISTRO (CS)	25
2.5.1. CONCEPTO	25
2.5.2. EVOLUCIÓN	26
2.5.3. PROCESO Y COMPONENTES DE LA CS	29
3. EFECTO DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LA CADENA DE SUMINISTRO	31
3.1. CADENA DE SUMINISTRO 4.0: BENEFICIOS Y RETOS	31
3.2. APLICACIONES DE LA INDUSTRIA 4.0 A LA CADENA DE SUMINISTRO	33
4. APLICACIÓN PRÁCTICA: ESTUDIO DE CASOS REALES	40
4.1. METODOLOGÍA	40
4.2. CASO SEAT	41
4.3. CASO AMAZON	46
4.4. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	50
5. CONCLUSIONES	53
6. WEBGRAFÍA Y BIBLIOGRAFÍA	55

Índice de tablas y figuras

TABLAS

TABLA 1: TIPOS DE CIBERATAQUES MÁS COMUNES.....	18
TABLA 2: RESUMEN DE LAS PRINCIPALES TECNOLOGÍAS 4.0 APLICADAS EN SEAT Y AMAZON.....	52

FIGURAS

FIGURA 1: PORCENTAJE DE DIGITALIZACIÓN 2020.....	8
FIGURA 2: INDUSTRIA 4.0 Y ECONOMÍA CIRCULAR.....	11
FIGURA 3: TECNOLOGÍAS QUE FORMAN PARTE DE LA INDUSTRIA 4.0.....	12
FIGURA 4: V's DEL BIG DATA.....	13
FIGURA 5: NIVEL DE CONTRIBUCIÓN ACTUAL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0.....	21
FIGURA 6: EVOLUCIÓN HACIA LA CADENA DE SUMINISTRO.....	28
FIGURA 7: PROCESO DE LA CADENA DE SUMINISTRO.....	29
FIGURA 8: ALGUNOS SENSORES DE LOS VEHÍCULOS AUTÓNOMOS.....	35
FIGURA 9: ROBOT EFFIBOT.....	42
FIGURA 10: DRON UTILIZADO POR SEAT JUNTO CON LA COLABORACIÓN DEL GRUPO SESÉ.....	43
FIGURA 11: VEHÍCULO AGV UTILIZADO POR SEAT.....	44
FIGURA 12: ALMACÉN AUTOMÁTICO DE AMAZON.....	47
FIGURA 13: MINI- ROBOT SCOUT DE AMAZON.....	47
FIGURA 14: ROBOT COLABORATIVO KIVA EN AMAZON.....	48

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de fin de grado titulado “Aplicación de la industria 4.0 en la cadena de suministro” y escrito por María Martínez García, estudiante del Grado de Administración y dirección de empresas, impartido por la Universidad de Jaén, tiene como principal objetivo dar a conocer la importancia que viene adquiriendo desde hace unos años la aplicación de las tecnologías de la industria 4.0 en la cadena de suministro (CS) de las empresas que componen el mundo empresarial en su conjunto.

Por tanto, se va a buscar con el mismo conseguir que las empresas entiendan que actualmente es necesaria la aplicación de estas tecnologías en las mismas si lo que se quiere es evolucionar y conseguir metas, tanto monetarias como no monetarias, que sin su aplicación serían más difíciles de conseguir. Ya que no es nada nuevo que la tecnología vaya evolucionando a lo largo de los años y que su influencia sea cada vez mayor a consecuencia del entorno cambiante en el que nos movemos, de la globalización, etc. Es por eso que cada vez son más los esfuerzos que realizan para que esta evolución siga creciendo. Así como también que toda persona externa a una empresa y que no es conocedora de esta evolución de las tecnologías, tengan la posibilidad de conocer su importancia por si fuera útil para su futuro laboral o, simplemente, por si quisieran saber cómo se está desarrollando en la cadena de suministro de las empresas ya existentes.

Además, va a presentar como objetivos específicos el adentrarnos y desarrollar las principales tecnologías que hacen posible toda esta evolución y gestión de las cadenas de suministro, en conocer los sectores donde está predominando actualmente esta práctica, cual ha sido la evolución real de esta CS, dar a conocer cuáles han sido las ventajas y retos reales que le han supuesto a las empresas su aplicación, etc., es decir, profundizar en el mundo de la industria 4.0 aplicada a la cadena de suministro para conseguir ese objetivo principal que es concienciar de su importancia, como ya se ha indicado con anterioridad.

Tener en cuenta la importancia de estos avances es fundamental para las empresas, no solo por los beneficios que esta situación le aporta a aquellas que los apliquen, sino para mantener o mejorar la posición competitiva con la que cuentan y no quedarse obsoletas.



Además de que son muchas las personas que valoran positivamente que las empresas sean cada vez más sostenibles, y con la aplicación de las tecnologías de la industria 4.0 a la cadena de suministro se consigue este propósito. Es por esto que cada vez son más las compañías que han optado por digitalizarse a lo largo de toda su cadena de suministro para poder conseguir todos sus propósitos y cumplir con las expectativas de los clientes, consiguiendo crear un mayor valor para los mismos.

De esta manera, se ha producido un cambio en la forma de gestionar la cadena de suministro. A diferencia de la forma tradicional de gestionarla, las empresas que han llevado a cabo la aplicación de la industria 4.0 en su cadena de suministro han conseguido que las relaciones entre los diferentes componentes de la misma sean más estrechas gracias a la información más precisa que se consigue transmitir y a las conexiones que hacen posible que haya una comunicación fluida de extremo a extremo de la misma, mejorando aspectos de la empresa tan importantes como pueden ser una mejor entrega de los productos, un mejor almacenamiento, una reducción de los transportes, etc.

La causa por la que se ha querido abordar este tema es porque yo misma no era conocedora de que actualmente el mundo empresarial está inmerso en la conocida cuarta revolución industrial y de la importancia que tiene realmente para las empresas y ha sido gracias a mi tutora, María Isabel Roldan Bravo, por la que he podido saber del tema ya que fue ella quien me dio la idea de llevarlo a cabo y realmente ha conseguido que me interese por el mismo hasta el punto de querer conocer mucho más de él y abordarlo en este trabajo. Además, dado que es un tema cuya evolución no va a parar de crecer en las empresas, es de gran interés llevarlo a cabo.

Con este trabajo se ha conseguido aplicar lo aprendido durante el Grado de Administración y dirección de empresas y sobre todo con la información relacionada mayormente con la asignatura cursada de “Dirección y administración de la producción”, ya que se aborda todo lo relacionado con el proceso de producción, es decir, desde que se reciben las materias primas hasta que el cliente obtiene el producto, pero en este caso abordando también la industria 4.0. Las principales competencias que he logrado desarrollar son aquellas que toda persona que finaliza un Grado debe tener como son la capacidad de entender y elegir que información es relevante y cual no, de

síntesis, de organizar y estructurar, de evaluar y sacar conclusiones claras de un tema concreto, entre muchas otras.

La estructura que va a presentar va a estar formada por tres apartados fundamentales, uno de ellos será el marco conceptual tanto de la industria 4.0 como de la cadena de suministro, otro será la aplicación de dicha industria 4.0 a la cadena de suministro y un último formado por la aplicación práctica: estudio de casos. Además de establecer unas conclusiones y la Bibliografía y Webgrafía fundamental. Por tanto, dentro del primer apartado formado por el marco teórico se va a poder encontrar que es la industria 4.0, de forma que se pueda tener una idea sobre la misma, así como de sus ventajas e inconvenientes y sectores donde tiene una mayor presencia, además de conocer cuáles son algunas de sus principales tecnologías. De igual forma se conocerá cual ha sido la evolución hasta la actualidad de la cadena de suministro, su significado y etapas para poder elaborar de forma correcta una cadena de suministro conectada, así como también se conocerá como es un proceso de cadena de suministro y todos los componentes que la forman. Esto llevará al segundo apartado correspondiente con esa aplicación de la industria 4.0 a dicha cadena de suministro, de forma que se analice cuales han sido las principales tecnologías que han penetrado en la gestión y evolución de la CS de las empresas, así como cuales han sido los principales beneficios y retos que han tenido que llevar a cabo las empresas en su aplicación. Por último, se pasará a la práctica con el estudio de los casos reales donde se indicará la metodología llevada a cabo para el análisis de los mismos y las empresas elegidas que se van a analizar, siendo en este caso Seat y Amazon, para pasar a los resultados que se han obtenido de los dos casos estudiados, así como las conclusiones generales a las que llego con dicho trabajo y toda la bibliografía y Webgrafía.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. INDUSTRIA 4.0: CONCEPTO

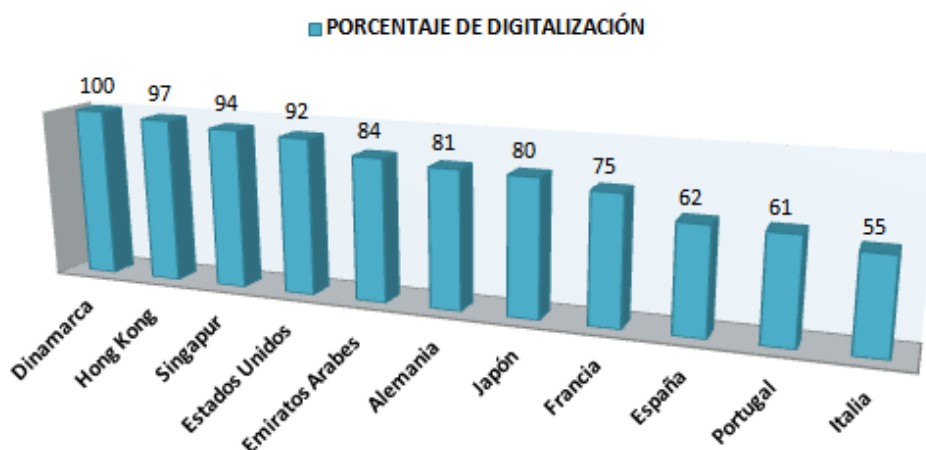
De la misma forma que se produjeron cambios en las empresas y en la forma de fabricar con las distintas revoluciones industriales que ha habido en la historia, como es la aplicación de las maquinas de vapor, la cadena de montaje o la incorporación de la electrónica y la tecnología., ha surgido lo que se conoce como “Industria 4.0” o fabricación avanzada, Ciberindustria o industria inteligente, como se conoce en otros países. Este concepto ha llevado a establecer que la aplicación de las nuevas tecnologías

a los procesos de producción conlleva una cuarta revolución industrial (Díaz, Francolí, Martínez, 2017; Del Val Román, 2016). Esta cuarta revolución industrial no solo aplica las nuevas tecnologías a los procesos de fabricación, como puede ser la mecanización de las cadenas de producción, sino que va más allá, ya que ésta tecnología se utiliza para producir nuevos productos, aspecto que tiene que ser controlado por el departamento de I+D+i de toda empresa inteligente. Para tener éxito se debe innovar en procesos pero también en productos (Del Val Román, 2016).

Por otra parte, las nuevas tecnologías están permitiendo una autentica transformación en todas las áreas de las empresas como es en suministros, recursos humanos, logística, etc., aunque quizás la parte más importante de esta industria 4.0 es la posibilidad de recabar información y datos que permiten a las empresas ser cada vez más inteligentes y tener un valor añadido que no tienen aquellas empresas que no aplican esta tecnología en sus procesos (Del Val Román, 2016, pp. 7-9; Buisán, Valdés, 2017).

Hay diferencias significativas entre países en cuanto al desarrollo de la industria 4.0, ya que la contribución de estos a la tecnología y digitalización es diferente. Así, España se sitúa en posiciones bajas a pesar de estar por encima del nivel fijado, según un estudio de DIGIX del 2020. Mientras que el país puntero en esta cuarta revolución industrial en principio era EE.UU (Fig. 1), aunque actualmente hay países que lo han superado en gran medida. (Cámara, 2020).

Figura 1. Porcentaje de digitalización 2020



Fuente: Elaboración propia a partir de Cámara (2020).

Este concepto surgió en 2011 en una feria en Hannover (Alemania), siendo este el sitio de referencia mundial según establecen muchos medios (Schwab, 2016). A pesar de ser el lugar desde donde se difundió esta transformación digital, podemos ver en el gráfico anterior (Fig. 1) que ya no se encuentra entre los primeros países donde triunfa esta aplicación de la tecnología, ya que tiene la amenaza de varios países como es Dinamarca o Estados Unidos y otros países. Se debe señalar que los porcentajes de digitalización de cada país se deben interpretar teniendo en cuenta el nivel de digitalización y avance actual, ya que al ser un concepto relativamente nuevo, el avance tecnológico va a ser mayor conforme pasa el tiempo y diferente en cada país dependiendo de su contribución al mismo.

Como bien dijo el fundador del Foro Económico Mundial: *“La cuarta revolución industrial, no obstante, no solo consiste en máquinas y sistemas inteligentes y conectados. Su alcance es más amplio. Al mismo tiempo, se producen oleadas de más avances en ámbitos que van desde la secuenciación genética hasta la nanotecnología, y de las energías renovables a la computación cuántica. Es la fusión de estas tecnologías y su interacción a través de los dominios físicos, digitales y biológicos lo que hace que la cuarta revolución industrial sea fundamentalmente diferente de las anteriores.”* (Schwab, 2016, p. 9), es decir, son muchos los avances que ha permitido la cuarta revolución industrial, más de los que nos podemos imaginar.

Esto nos lleva a pensar que la cuarta revolución industrial es un concepto bastante complicado y complejo, que va a conllevar cambios importantes para los que, tanto las empresas como las personas que las conforman, deben tener la capacidad de adaptarse a estos cambios ya sea mediante la formación, conocimientos, innovaciones, etc., ya que esta incorporación de tecnologías nuevas, avanzadas e inteligentes hará que cambie la forma de producir así como de gestionar una organización, afectando a toda su cadena de suministro.

2.1.1. OBJETIVOS

Son muchos los objetivos que las empresas quieren conseguir con la aplicación de esta nueva revolución como son:

- La creación de una **empresa e industria cada vez más conectada** en todos sus niveles, teniendo un mayor control de la misma y adaptándose a los entornos cada vez más cambiantes y globales (Buisán et al., 2017).
- **Aumentar la productividad**, puesto que la industria 4.0 hace que la empresa mejore su funcionamiento reduciendo costes al estar toda su cadena de suministro integrada y digitalizada, es decir, *“los tecnooptimistas afirman que la tecnología y la innovación se encuentran en un punto de inflexión y pronto desatarán un aumento de la productividad y un mayor crecimiento económico.”* (Schwab, 2016, p. 23).
- Reducir los tiempos de entrega debido a la gran **flexibilidad** que adquiere la empresa, lo que hace que los clientes tengan un mayor acceso a los productos y la empresa se adapte más fácilmente a sus clientes dando un mejor servicio (Buisán et al., 2017).
- Al ser un avance tecnológico que no todas las empresas aplican, es una oportunidad para que, aquellas que lo apliquen, sean **más competitivas** (Díaz, 2017), ya que son muchas las ventajas que aporta esta digitalización. Esto hará que al final todas las empresas quieran innovar aplicando la industria 4.0 para no quedarse obsoletas y seguir manteniendo esa posición competitiva que tenían. (Buisán et al., 2017).
- **Eficiencia**, ya que *“La convergencia de los mundos físico, digital y biológico que se encuentra en el corazón de la cuarta revolución industrial ofrece oportunidades significativas para que el mundo alcance grandes logros en la eficiencia y el uso de los recursos”* (Schwab, 2016, p. 57), es decir, la combinación de lo real con lo tecnológico va a permitir que la empresa sea más eficiente.
- Fabricación de **productos avanzados y de mayor calidad**, puesto que la aplicación de una tecnología innovadora hace que se puedan producir productos novedosos, mejorados, adaptados, de mayor valor, etc. (Díaz, 2017), (del Val Román, 2016), cosa que no se podría conseguir sin la aplicación de la industria 4.0. Esto se consigue a consecuencia de que la industria se vuelve más inteligente.
- Conseguir una **mayor información** ya que permite recabar una gran cantidad de datos, de forma que la empresa puede saber cuándo hay fallos en su proceso

productivo, a través de técnicas que hacen posible su evaluación. Así como también para una mejor gestión y adaptación a los cambios. (Buisán et al., 2017). “La inteligencia y la información en tiempo real proporcionarán perspectivas únicas sobre los clientes y el rendimiento de los activos” (Schwab, 2016, p.46).

- Fomentar la **economía circular**, ya que la aplicación de la industria 4.0 permite que se haga un mejor uso de los recursos, una reducción de la cantidad de energía utilizada y la obtención de productos reutilizables. Además, fomentando la economía circular se consigue que haya un mayor uso de estos avances tecnológicos, por lo que se podría decir que se dan de forma simultánea y ambas juegan un papel fundamental en la transformación de la forma de producción (fig.2), pasando de una forma lineal a una forma circular (Espaliat, 2017).

Figura 2. Industria 4.0 y economía circular



Fuente: PricewaterhouseCoopers (2018).

Todos estos objetivos mantienen una cierta conexión los unos con los otros, ya que la consecución de uno de ellos puede afectar a la consecución del resto, es decir, una empresa que aplica la industria 4.0 se convierte en una estructura interconectada que permite que la empresa sea más flexible, lo que va a provocar que sea más eficiente y productiva. Como consecuencia de esta aplicación, fabricará productos innovadores dándole una posición competitiva que no tenía anteriormente. Además de la gran cantidad de información que se obtiene y que hace posible una mejor gestión de la

empresa, así como la reducción de costes y materiales a utilizar de forma que se fomenta la economía circular.

2.2. COMPOSICIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0

Como ya se anunciaba con anterioridad, son muchas las tecnologías que hacen posible esta cuarta revolución industrial y que se utilizan actualmente en la fabricación haciendo que una empresa sea inteligente, cambiando incluso las relaciones existentes en la empresa. Son nueve las tecnologías más destacadas dentro de esta industria 4.0, según apuntan muchos manuales, y que abordaremos junto con otras tecnologías que en los últimos años han tenido un repunte importante y que son de gran interés. Estas son: **Big Data e inteligencia artificial, robótica colaborativa, simulación, fabricación aditiva e impresión 3D, internet de las cosas, integración horizontal y vertical, ciberseguridad, Cloud Computing, Blockchain, realidad aumentada y el 5G** (Fig.3)

Figura 3. Tecnologías que forman parte de la industria 4.0



Fuente: Elaboración propia con inspiración en Garrell, Guilera (2019).

2.2.1. BIG DATA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

Hay una gran cantidad de datos que se generan con el uso de distintos dispositivos o sistemas como pueden ser las propias cookies que se aceptan a la hora de introducirnos en alguna página web (Garrell, Guilera, 2019), o datos más complejos sobre la

fabricación o elementos de la empresa. Esto hace que sea necesario su tratamiento para que la empresa tenga capacidad de transformarlos en información útil para la misma a través de interfaces sencillas (Aguilar, 2016).

Centrándonos en la parte de la industria, se entiende el Big Data como *“La capacidad de procesar bases de datos muy extensas, a fin de encontrar patrones entre los datos, como correlaciones o relaciones de causalidad”* (Calatayud, Katz, 2019, p.12), es decir, permite buscar similitudes entre los distintos datos generados para que las empresas los utilicen en la toma de decisiones buscando mejorar su posición competitiva y reducir costes. Son 5 los aspectos (Fig. 4) que caracterizan al Big Data (Sáenz, 2016).

Figura 4. V's del Big Data



Fuente: Elaboración propia.

Hay diferentes tecnologías que hacen posible esta recopilación de datos como es a través de sensores, teléfonos móviles, micrófonos, etc. (Aguilar, 2016), es decir, todo aquello que esté conectado a internet.

Además, el Big Data sirve de sustento de la inteligencia artificial ya que esta se compone de datos (Schwab, 2016). Se puede decir que la IA es *“la habilidad de los ordenadores para hacer actividades que normalmente requieren inteligencia humana”* (Rouhiainen, 2018, p.7), es decir, gracias a los datos los dispositivos realizan aquellas tareas que realizan los seres humanos como es el reconocimiento de voz, toma de decisiones, resolver problemas, razonar, etc. Un ejemplo claro de la inteligencia artificial son los asistentes de voz como “Siri”, “Cortana”, etc. Uno de sus componentes es el “Machine Learning” y en la industria afecta al mantenimiento de las máquinas, es decir, se obtiene una gran cantidad de datos históricos sobre la misma y el algoritmo identifica cuando se producen fallos, sobre la optimización del recorrido de los productos, de la energía, etc. (Calatayud et al., 2019).

2.2.2. ROBÓTICA COLABORATIVA.

Otra de las tecnologías que forman parte de la industria 4.0 es la “robótica colaborativa” la cual está formada por robots autónomos, es decir, la empresa cuenta con maquinas o robots que realizan el trabajo que antes se realizaba de forma manual por personas y cuentan con la colaboración de los propios seres humanos creándose una relación maquina-hombre donde es importante que exista una coordinación entre ambas (Cabeza Gavira, 2018), es decir, *“se trata de la aplicación de tecnologías digitales a procesos manuales repetitivos, permitiendo su automatización”* (Calatayud, Katz, 2019, p.13).

La aplicación de robots ha llevado a que se produzcan importantes cambios dentro de las empresas siendo el más importante la reducción de empleo que conlleva su aplicación o su gestión (Díaz et al., 2017). Se usan para hacer trabajos con mayor precisión, repetitivos, que requieren un mayor esfuerzo físico, etc. (del Val Román, 2016).

2.2.3. SIMULACIÓN.

La simulación es una de las tecnologías de la industria 4.0 que más se utiliza y representa la capacidad de la empresa para *“reproducir el mundo físico en un modelo virtual que puede incluir máquinas, productos y personas y permite a los operadores hacer pruebas y optimizar la programación de una máquina en el mundo virtual antes de ponerla en práctica”* (Díaz et al., 2017, p.152). Normalmente se suele realizar en 3D. Permite conocer de forma previa posibles problemas o cambios que surjan en las maquinas, procesos, etc., para así anticiparnos a los mismos (Pérez-Lara, Saucedo-Martínez, Salais-Fierro, Marmolejo-Saucedo, 2016).

La empresa la aplica para conseguir flexibilidad, tiempo y productividad ya que se evitan ciertos riesgos al prevenir posibles problemas durante la fabricación, siendo más eficiente (Saenz, 2016). Con la simulación la empresa puede hacer uso de lo virtual para practicar antes de que un proyecto de inversión, de inventarios, etc., se haga realidad (Cabeza, 2018). Un claro ejemplo es la simulación que realizan empresas como “Lexus” para analizar ciertas variables antes de llevar a cabo la elaboración de sus coches.

Presenta como problemas que requiere de grandes sistemas y dispositivos (softwares) que lleven a cabo la simulación y que su personal es un coste elevado para la empresa dada la cualificación que necesitan, además del tiempo que supone su elaboración (Bú, 1994).

2.2.4. FABRICACIÓN ADITIVA E IMPRESIÓN 3D.

La impresión 3D ha tenido un gran auge en los últimos años, sobre todo es el sector de la automoción y aeronáutico, los cuales utilizan el metal para la elaboración de determinadas piezas de pequeño tamaño. A pesar de su utilización en aumento, aún son muchos los factores que hacen que la impresión 3D no esté del todo desarrollada. Una de sus mayores utilidades es la empleada por empresas para desarrollar ciertos elementos, prototipos, etc., a partir del plástico (Hernández-Castellano, Gutiérrez Barcenilla, Martínez Rivero, Marrero-Alemán, Paz Hernandez, Suárez García, Ortega García, 2018). Este tipo de tecnología se conoce también en industria como fabricación aditiva. Otro de los sectores donde se está aplicando de forma importante es en el de la salud (Schwab, 2016).

Por tanto, se puede decir que *“La Fabricación Aditiva (FA) es un conjunto de tecnologías de fabricación que permite la obtención de geometrías complejas mediante un proceso de adición de capas de material”* (Hernández-Castellano et al., 2018, p.13)

Tiene como ventajas que permite crear todo tipo de piezas y elementos complejos a base de metal que de forma tradicional no se podrían elaborar. Permite crearlos de forma personalizada. Acorta los plazos de producción al unir un conjunto de piezas en una sola. Se crean en un menor tiempo y utiliza una cantidad exacta de materiales, lo que hace que no se produzcan desperdicios. Los inconvenientes que presenta es que, al igual que las anteriores, requiere de personal cualificado, de unos costes muy elevados en función de los materiales que se utilicen, etc. (Hernández-Castellano et al., 2018). Pero a pesar de los inconvenientes que puede presentar, son muchas las empresas que la están aplicando y obteniendo resultados muy positivos.

2.2.5. INTERNET DE LAS COSAS (IOT)

La cantidad de dispositivos que están conectados actualmente a internet hace que se produzca una gran cantidad de información y que surja el concepto de “internet de las

cosas”. Podemos decir que esta tecnología es la base de la industria 4.0 (Alcaraz, 2014). De forma general ha permitido que, por ejemplo, hogares estén totalmente conectados a través de dispositivos o aparatos comunes como es una lavadora, nevera, etc., a los cuales se le aplica el internet de las cosas de forma que sean inteligentes, es decir, añade funciones que de forma normal no son capaces de realizarlas como puede ser apagar la lavadora mediante nuestro Smartphone. Igual que la IOT permite que se controle una casa se puede llevar al control de ciudades enteras haciéndolas inteligentes y creando lo que se conoce como “Smart City” (Garrell et al., 2019). Son muchos más los sectores en lo que tiene cabida la internet de las cosas como puede ser el de la salud, medioambiente, e incluso agricultura. (Alcaraz, 2014). Todo esto se consigue gracia a la obtención de información que se produce con esta tecnología a través de la aplicación de internet. La conexión se realiza a través de lo que se conoce como “CPS”, es decir, a través de un software, procesador, etc., que hace posible que se realice de forma correcta. (Saenz, 2016).

Desde el punto de vista de la industria y la empresa surge el IIOT (internet industrial de las cosas) el cual tiene como objetivo crear una industria inteligente a partir de este IOT, permitiendo que las maquinas tengan una conectividad entre ellas y sean inteligentes obteniendo así información útil para la empresa de forma que se puedan conseguir datos sobre las mismas, controlar, etc. (Cabeza, 2018).

Muchas empresas optan por utilizar la internet industrial de las cosas ya que tiene como ventajas la productividad que permite así como la flexibilidad, llevándola a reducir costes e imprevistos. Además, no solo se aplica a las maquinas si no que puede afectar a todas las partes de una cadena de suministro llegando incluso a los clientes. (Cabeza, 2018).

Por tanto, de una forma más concreta podemos decir que la IOT es una tecnología que permite que dos dispositivos o maquinas se conecten y recoge información sobre distintos aspectos mediante la aplicación de sensores con los que se permite conocer si hay algún fallo en la fabricación.

2.2.6. CIBERSEGURIDAD.

Son muchas las personas que sufren de la delincuencia cibernética a través de la cual roban datos sobre los mismos como redes sociales, correo electrónico, etc., como medio de soborno o la introducción de virus o programas maliciosos. De igual forma que afectan a las personas también pueden afectar a las empresas, por lo que es un tema importante para las mismas y pasa a ser fundamental la ciberseguridad, de forma que se proteja todos los sistemas informáticos de la empresa (Díaz et al., 2017).

La ciberseguridad en la industria se puede aplicar a diferentes ámbitos de la empresa, ya sea ordenadores, maquinas, etc., por lo que los ciberataques pueden ser distintos dependiendo del ámbito al que van dirigidos, por ello las empresas deben tener la capacidad de establecer la ciberseguridad necesaria para cada uno de ellos. De forma tradicional todos los ordenadores y aparatos de la empresa no estaban conectados a internet, pero con el desarrollo de la tecnología pasaron a estar conectados por lo que se han vuelto más fáciles de ser atacados por los ciberdelincuentes. Para poder controlar esto es necesario que la empresa cuente con la capacidad suficiente para implementar la ciberseguridad sin que perjudique al proceso de fabricación (Urcuqui, Peña, Quintero, Cadavid, 2018).

Para que la ciberseguridad tenga éxito en una empresa es necesario que ésta esté concienciada de que es fundamental y necesaria en la misma y que afecta a todos los integrantes de la empresa. (Cabeza, 2018). Uno de los ataques más recientes es el producido en el servicio público de empleo (SEPE), cuya web permaneció tres días bloqueada a consecuencia de estos ciberataques.

“La ciberseguridad es el área de las ciencias de la computación encargada del desarrollo y la implementación de los mecanismos de protección de la información y de la infraestructura tecnológica. Debido a la importancia de tener sistemas seguros, que garanticen la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos (...).” (Urcuqui et al., 2018, p.21).

Según un informe sobre ciberseguridad llevada a cabo por Cisco y reescrito por Infocyte (2021), son muchos los tipos de ciberataques que puede tener una empresa y sobre los

cuales se tiene que tener constancia para poder solventarlos en caso de afectar a nuestra empresa (Tabla 1).

Tabla 1. Tipos de Ciberataques más comunes.

Malware	Consiguen los datos a través de enlaces o archivos sobre los que los empleados clican de forma que se introduce un sistema malicioso. Por ejemplo, virus, troyanos, gusanos, etc.
Suplantación de la identidad (Phishing)	El ataque se produce mediante correos electrónicos que les llegan a todos los empleados de la empresa haciéndose pasar por una fuente fiable, de forma que al entrar en él, los hackers pueden controlar maquinas y sistemas de la empresa, así como conseguir información.
MitM	Se produce cuando se produce un intercambio entre dos partes, como puede ser una persona que se conecta a alguna red Wifi no segura y se mete por el medio para conseguir la información.
Ataque de Denegación de Servicios	Se saturan los sistemas y redes de la empresa al estar sobrecargadas de forma que la empresa no pueda acceder a dicha red.
Inyecciones SQL	Se produce mediante aplicaciones web sobre las que establecen alguna clave que hace que tengan acceso a los datos.
Explotación de día cero	Acceden cuando una red es nueva.
Ataque de contraseña	Acceso a la contraseña de los sistemas de la empresa.
Secuencias de comandos entre sitios	Se produce cuando un empleado se introduce en algún sitio web y la información enviada a nuestro navegador no es fiable y procede de atacantes.
Rootkits	Es un software con el que se introducen en los ordenadores de la empresa y actúan de forma oculta en el mismo teniendo el control.

Fuente: Elaboración propia a partir de Infocyte (2021).

2.2.7. CLOUD COMPUTING (COMPUTACIÓN EN LA NUBE).

El Cloud Computing permite acceder a archivos y datos que se almacenan en lo que se llama como “nube” la cual es un sistema remoto o software que los almacena con el uso de internet. Con esta tecnología podemos acceder a aplicaciones o programas sin que tengan que ser instalados en nuestro ordenador y cuya información que se genera con su uso se almacenan en la nube (Cabeza, 2018). Este funciona al introducir en él una contraseña y un nombre de usuario. Surge para que la necesidad de que la información se transmita de forma instantánea se cumpla, es decir, aumentar la flexibilidad de respuesta de la empresa (Basco, Beliz, Coatz, Garnero, 2018)

“Básicamente la computación en la nube consiste en los servicios ofrecidos a través de la red, tales como: correo electrónico, almacenamiento, aplicaciones, entre otras., los

cuales son normalmente accesibles mediante un navegador web. Al utilizar estos servicios, la información utilizada y almacenada, así como la mayoría de las aplicaciones requeridas, son procesados y ejecutados por un servidor en Internet.” (Hernández, Florez-Fuentes, 2014, p.2), es decir, permite que la información se almacene en la misma para poder ser utilizada por todas las personas que tengan acceso a la misma en cualquier parte del mundo.

La nube puede ser pública, donde se pone a disposición de todo el mundo o a un gran grupo industrial teniendo el control de la misma aquella empresa que venda el servicio de nube, privada cuando va dirigida a una sola empresa, comunitaria cuando la nube es compartida entre varias empresas e híbrida donde se combinan alguna de las anteriores e intervienen dos o más nubes (Hernández, Florez-Fuentes, 2014).

2.2.8. BLOCKCHAIN (CADENA DE BLOQUES).

Una de las tecnologías que más interés está produciendo y más se está desarrollando en los últimos años es la que se conoce como “Blockchain”. Lo que más se conoce es que se trata de una plataforma que ha servido para la creación y uso de monedas virtuales como es el Bitcoin (Retamal, Roig, Tapia, 2017), pero también conlleva el compartir información virtual entre los participantes de dicha plataforma, la cual está encriptada para que esté protegida y restringida de forma que solo ellos puedan modificarla. Presenta como ventaja que la información no pertenece ni está solamente en un servidor y que no puede ser variada por todo el mundo (Retamal et al., 2017). Tiene un menor riesgo de que se puedan perder los datos que en otras tecnologías que hemos visto y permite que las fábricas sean cada vez más inteligentes al permitir el cambio de información entre distintas empresas a través de la plataforma. (Tapscotts, 2017).

“La cadena de bloques es una base de datos que puede ser compartida por una gran cantidad de usuarios en forma peer-to-peer y que permite almacenar información de forma inmutable y ordenada”. (Retamal et al., 2017, p.34).

Por tanto, podemos decir que el Blockchain se caracteriza por (Tapscotts, 2017):

- Distribución: la plataforma puede ser ejecutada desde cualquier ordenador del mundo que quiera acceder a ella, siempre y cuando consiga tener acceso.
- Encriptada: permite que esté protegida con contraseñas que pueden ser públicas o privadas.

- Firewalls: cuenta con una mayor seguridad.

Uno de los sectores que más está utilizando esta tecnología basada en el Blockchain es el financiero, ya que ha permitido modificar la forma tradicional de realizar las transacciones y de transferir información. Así como también por la aparición de esas monedas virtuales (Criptomonedas) que los usuarios compran para tener una ganancia, comprar, etc. (Tapscotts, 2017).

2.2.9. REALIDAD AUMENTADA.

“La realidad aumentada es la visión que se obtiene de un entorno físico del mundo real, a través de un dispositivo tecnológico que añade información adicional a la percibida por el ojo humano” (Garrell, Guilera, 2019, p.76). De esta forma permite que la empresa y sus empleados puedan visualizar, a partir de una gafas, de forma detallada las maquinas para encontrar fallos y así corregirlos, seleccionar las piezas que se necesiten, forma de elaborar los productos, etc. (Díaz et al., 2017). Es decir, permite a la empresa tener una mayor información en tiempo real de forma que facilite su toma de decisiones, respuestas más rápidas, mayor precisión, etc. Este término se suele confundir con lo que se llama “Realidad Virtual”, ya que son conceptos muy parecidos pero tienen la diferencia de que la realidad virtual muestra situaciones virtuales pero no son combinadas con la realidad (Cabeza, 2018)

Es una tecnología que aún no ha conseguido un gran auge y está en pleno desarrollo aunque ya hay empresas que la han empezado a emplear en su proceso de fabricación. Por ejemplo, el sector de la ingeniería es uno de los que más lo aplica en la elaboración de sus productos (Pérez-Lara et al., 2016).

2.2.10. 5G

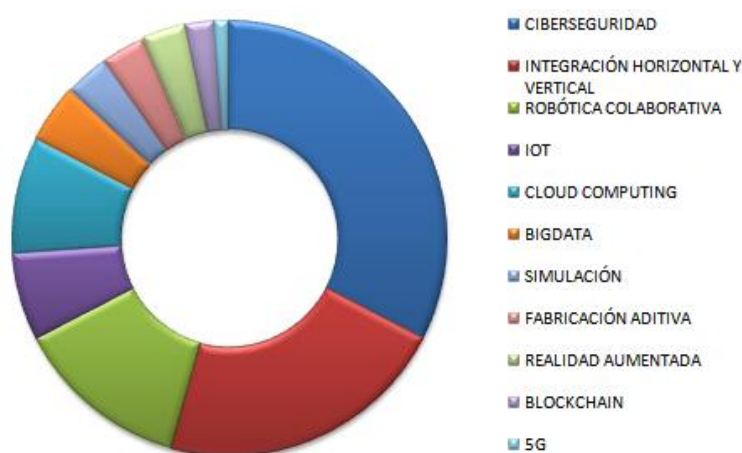
Otra de las tecnologías que está teniendo un gran desarrollo en los últimos años y de la que se habla mucho es el “5G”, ya que tal y como establece (Millás, 2019) *“Conseguir conexiones a internet rápidas y fiables constituye ya un objetivo prioritario para cualquier país que quiera no perder el tren de la nueva economía digital”*, es decir con esta tecnología se establece una conexión que ha surgido recientemente con la cual se puede transmitir información entre dispositivos con conexión a internet como pueden ser los móviles. Tiene como objetivo realizar una conexión a una mayor velocidad en comparación a las conexiones anteriormente creadas como puede ser el 4G. Además, va a permitir que los dispositivos que la empleen tengan una mayor respuesta instantánea.

Esta tecnología va a llevar a que las empresas tengan que contratar a personal que sea capaz de poder instalar este 5G en todos sus dispositivos (Millás, 2019).

En España aún el 5G está en fase de desarrollo y no ha sido aplicado a ningún tipo de dispositivo (Mcloughlin, 2019). En la industria, el 5G beneficia en que mejora la inteligencia artificial, al enviar datos e información en un tiempo record. Además, afecta a la realidad virtual o aumentada. Es decir, en todas aquellas tecnologías que tengan entre sus objetivos transferir información en tiempo real, aunque es cierto que el 5G tendrá un menor impacto en el sector industrial y empresarial (Millás, 2019). Uno de los fabricantes que más está aplicando el 5G es la tecnológica “Huawei”, según establecen varios medios digitales como es El CONFIDENCIAL (Mcloughlin, 2019).

Una vez visto parte de las tecnologías más importantes de la industria 4.0, podemos sacar en claro cuáles son aquellas que más se aplican en la industria. Según estudios realizados por diversas fuentes (Pérez-Lara et al., 2016; Del Carmen, 2020), podemos decir que la tecnología que más se utiliza actualmente es la ciberseguridad junto con la integración horizontal y vertical y la Robótica colaborativa. Otras tecnologías que también tienen un gran impacto son el BigData, la IOT o el Cloud Computing. Le siguen tecnologías como la simulación, la realidad aumentada y la fabricación aditiva. Por tanto, podemos decir que las tecnologías que menos se aplican actualmente son el Blockchain o el 5G, a consecuencia de su reciente incorporación a la industria 4.0. (Fig. 5).

Figura 5. Nivel de contribución actual de las tecnologías de la industria 4.0.



Fuente: Elaboración propia a partir de Pérez-Lara et al., (2016) y Del Carmen. (2020).

2.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES

Analizando la industria 4.0 podemos ver que se consiguen ventajas distintas de las que se querían conseguir con anterioridad, siendo una de las más importantes esa conectividad que permite favorecer la gestión y obtención de información de toda la maquinaria y elementos de la empresa, así como la mejor comunicación que se establece con el plus de que se reducen costes (Schwab, 2016). Esto se puede conseguir, por ejemplo, con el Internet de las cosas, también conocido como IOT y que será desarrollado con posterioridad (Díaz et al., 2017).

Si algo ha conseguido la tecnología es que aumenten y mejoren las conexiones entre personas y máquinas, comunicándose de una manera más fluida y automatizada y eso es lo que consigue la integración horizontal y vertical, es decir, *“Se busca integrar a todos los departamentos de la empresa y hacer cohesión unos con otros, para que se desarrolle una cadena de valor sumamente automatizada.”* (del Carmen, 2020, p.4).

La integración horizontal hace referencia a la aplicación de la tecnología a lo largo de toda la cadena de valor de una empresa para que máquinas y procesos estén totalmente conectados para garantizar un buen funcionamiento en la fabricación del producto. Esta permite que se reduzcan costes. La integración vertical hace referencia a esa aplicación de la tecnología pero entre niveles de producción de forma que la conexión que se produce entre los mismos consiga reducir costes, aumentar la productividad, mejora la toma de decisiones, etc. (Ramírez, Macías, Ibáñez, 2019).

Por tanto, lo que se consigue con la integración horizontal y vertical es que todos los componentes de una empresa, internos y externos, estén unidos y comunicados con todos los niveles de producción de forma que se cree una producción más eficiente para elaborar productos adaptados a los clientes. Todo esto se consigue gracias a un sistema de tecnologías y la digitalización de la empresa

Otra de las ventajas que presenta es la creación de una seguridad 4.0 con la cual se reducen riesgos y se mejora la situación de los trabajadores en las empresas. Esto va a llevar a que los trabajadores tengan un menor riesgo de sufrir accidentes laborales, ya que el trabajo que antes hacían ellos ahora lo hacen junto con máquinas que trabajan de forma autónoma al estar robotizadas. También permite que surjan nuevas formas de

negocio, favoreciendo una economía colaborativa, la cual implica que todos los servicios sean compartidos pudiendo ser logrado con la aplicación de diferentes tecnologías (Díaz et al., 2017). Muchas son las empresas que ya han aplicado esta economía colaborativa como puede ser “Airbnb”, “Blablacar”, etc.

Además, podemos señalar que la industria 4.0 ha permitido una mayor sostenibilidad (Díaz et al., 2017), ya que se fabrica de una manera más correcta pudiendo evitar ciertos errores por la cantidad de información que se tiene, lo que hace que se utilice una menor cantidad de recursos, es decir, se fabrica sabiendo que todo lo que se produce va a poder ser utilizado, cosa que en una empresa tradicional pueden ocurrir errores, de los cuales no se tiene información suficiente para saber su procedencia, que hacen que lo fabricado no sirva, utilizando una mayor cantidad de recursos. Por lo tanto la aplicación de esta industria 4.0 hace que se reduzca el impacto ambiental que supone dicha fabricación (Cabeza, 2018). Esto es un aspecto positivo para la empresa ya que, como dijimos con anterioridad, cada vez son más las personas que se preocupan por el medio ambiente.

A pesar de la gran cantidad de ventajas que supone la aplicación de esta cuarta revolución industrial, también presenta algunas desventajas o retos a los que tiene que hacer frente como es la capacidad que tienen que tener las empresas para elegir aquellos datos que son realmente importantes y cuáles no, así como los esfuerzos que tienen que realizar las empresas para poder entenderlos (Buisán et al., 2017). Otro de los problemas que se presenta es la dificultad para encontrar empleados formados y capaces de desempeñar su puesto con eficacia. Esto se debe a que la formación que necesitan dichos empleados es muy elevada y requiere de una mayor dedicación y tiempo (del Val Román, 2016). También es complicado encontrarlos teniendo en cuenta el ritmo al que avanza la digitalización, lo que provoca un gran desfase para el que el empleado tiene que estar en constante aprendizaje. Además de que el trabajador puede experimentar una situación de estrés al no entender la tecnología y la maquinaria que constituye la empresa llevándolos a una situación de incomodidad (Smit, Kreutzer, Moeller, Carlberg, 2016). También se podría indicar la posible destrucción de empleo que conlleva la aplicación de maquinaria en la empresa (Díaz et al., 2017). Aunque según un estudio que realizó la “Boston Consulting Group” en Alemania indicó que *“La Industria 4.0 aumentará el empleo en las industrias pero deberá mejorar para ello la formación de obreros y empleados, pues se trata de un cambio que exige una mayor*

intensidad de capital y una mano de obra más cualificada”(Buisán et al., 2017, p.95). De todas formas este aspecto no está del todo claro. Otro riesgo importante es el procedente de los ciberataques con los que pueden robar información de la empresa para sobornarla o incluso controlar las maquinas que esté monitorizando alguno de los trabajadores poniéndolos en peligro. Para esto es muy importante contar con una buena ciberseguridad (Schwab, 2016).

En todo caso, según un estudio realizado para el Parlamento Europeo y reescrito por el ministerio de Industria, Comercio y Turismo, se establece que la industria 4.0 solo tendrá éxito si cumple con aspectos como que los sistemas estén estandarizados, que haya cambios en la organización reflejando nuevos modelos de negocio, que cuente con una seguridad y protección de los datos y conocimientos, contar con trabajadores cualificados, que invierta debidamente en investigación y que la Unión Europea establezca la legislación necesaria para que se potencie la creación de industria 4.0. (Díaz et al., 2017).

2.4. SECTORES EN LOS QUE SE APLICA

Muchos son los sectores en los que se está aplicando ya la industria 4.0 debido a la gran variedad de tecnologías que la forman y que hacen posible su aplicación en distintos ámbitos de la empresa, afectando a gran parte de su cadena de suministro.

Uno de los sectores donde más se lleva a cabo esta cuarta revolución industrial es en el sector industrial, ya sea el manufacturero, agroalimentario, automovilístico, aeronáutico, etc. (Buisán et al., 2017). Dentro de este sector, los proyectos más innovadores se están llevando a cabo en el automovilístico y aeronáutico a consecuencia de que sus producciones son muy grandes y costosas requiriendo de tecnología adecuada que facilite su fabricación (Sáenz, 2016). Otro sector a destacar es el de la sanidad, el cual está evolucionando, en gran parte, gracias a estas tecnologías innovadoras. De esta forma se ha conseguido que se detecten, se prevén y se trate enfermedades de una forma más exacta (Smit et al., 2016). Por ejemplo, la aparición de las impresoras 3D ha permitido que se puedan fabricar prótesis modernas, en un menor tiempo, adaptadas para cada persona que por alguna razón, han perdido alguna de sus extremidades, mejorando así su calidad de vida (Schwab, 2016).

Además, se están produciendo cambios en sectores como el de la energía (Cabeza, 2018) con la optimización de sus recursos y el cambio en la distribución de la misma. Con esto se consigue que el consumo sea más exacto reduciendo costes innecesarios (Schwab, 2016). A esto se le conoce como “Smart Grid”. También en sectores como el transporte, telecomunicaciones, etc. (Smit et al., 2016).

A consecuencia de que la tecnología tiene una evolución constante muchos serán los sectores, que con el paso del tiempo, se sumen a la aplicación de esta industria 4.0., ya que, como hemos visto con anterioridad, son muchas las ventajas que presenta su aplicación, aunque la gran inversión que supone limita a muchos sectores a evolucionar hacia este estilo de negocio automatizado. Muchos son los gobiernos que empiezan a ayudar a ciertos sectores para potenciar esta cuarta revolución industrial. Por ejemplo, en España podríamos destacar el gobierno Vasco, que financia en este 2021 a aquellas empresas que apliquen la ciberseguridad, según informan a través del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (Gobierno de España. 2021).

2.5. CADENA DE SUMINISTRO

2.5.1. CONCEPTO.

De igual forma que una cadena está formada por eslabones, podemos decir que la cadena de suministro también. Está formada por diferentes fases con el fin de elaborar un producto o servicio para satisfacer necesidades de los consumidores, es decir, es el conjunto de actividades que se realizan para poder vender el producto que elaboramos o el servicio que prestamos. Desde la búsqueda de las materias primas, transformación, fabricación y distribución y entrega al consumidor final, en el caso de una empresa industrial (Becerra-González, Pedroza-Barreto, Pinilla-Wah, Vargas-Lombardo, 2017). La cadena de suministro varía en función del tipo de empresa de la que se trate, ya sea comercial, industrial o de servicios y de si se trata de tienda offline u online. Este término se suele confundir con la logística, cuando en realidad solo es una parte más de la propia cadena de suministro. La logística es la parte de la cadena de suministro que controla todas las etapas anteriormente indicadas y coordina el almacenamiento, distribución, transporte y entrega (Ballou, 2004). La cadena de suministro permite dar un valor al cliente al satisfacer sus exigencias y necesidades (Servera-Francés, 2010). Es un proceso que se repite de forma constante en las empresas lo cual permite obtener una gran cantidad de información, donde parte de ella es transmitida al cliente ya sea

mediante el precio del mismo, de sus componentes, de la disponibilidad del producto, etc. (ESPINAL, Montoya, 2009).

“Una cadena de suministro es una red de instalaciones y medios de distribución que tiene por función la obtención de materiales, transformación de dichos materiales en productos intermedios y productos terminados y distribución de estos productos terminados a los consumidores.”(Terrado, 2007, p.8)

Como ya hemos dicho con anterioridad, el objetivo principal de la cadena de suministro es la de satisfacer las necesidades del consumidor final, pero también, para la empresa se busca conseguir un beneficio. Este beneficio se va a conseguir gracias a que dicha cadena de suministro hace que aumente el valor que se crea para el cliente, el cual surge y se genera con la venta del producto (Chopra, Peter, 2008).

Por tanto, al estar formada por tantas partes diferentes o empresas y es tanta la información e intercambios que se produce dependiendo del tipo de empresa, que es necesario que se lleve a cabo una adecuada gestión de dicha cadena de suministro para poder conseguir el objetivo que se va buscando, así como también que exista una coordinación entre las distintas empresas que la forman, ya que el fallo en una de las partes de la cadena afecta al resto (Becerra-González, 2017). Se podría llegar a pensar que la cadena de suministro termina cuando el producto o servicio es entregado al consumidor final, pero realmente la información obtenida durante toda la cadena hace que la empresa pueda evaluar la calidad del producto, si ha habido errores en el mismo, evaluar la posibilidad de mejorar, etc., y dicha gestión va a permitir que la empresa pueda reaccionar a tiempo a posibles imprevistos que ocurran (Terrado, 2007). En gran parte, esto es posible gracias al desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación y a la introducción de tecnologías de la industria 4.0, lo cual ha producido que las cadenas de suministro cada vez sean más complejas.

2.5.2. EVOLUCIÓN.

Como pasa en la mayoría de los procesos, la cadena de suministro ha ido evolucionando (Fig.6) con el paso del tiempo a consecuencia de los mercados cada vez más cambiantes en los que nos encontramos, de la mayor competencia, etc. De forma tradicional, la cadena de suministro ha sido conocida como “logística”, siendo esta actualmente una

parte de dicha cadena de suministro. La logística se basaba en una función constante con el objetivo de hacer llegar los productos o servicios producidos al cliente final. (Serverá-Francés, 2010). Según un estudio realizado por los autores KENT Y FLINT y reescrito por Servera-Francés (2010), podemos decir que las fases que componen la evolución de la cadena de suministro son:

En 1960, la logística se relaciona con el marketing (Fig.6) para que, como ya hemos dicho, satisficiera las distintas necesidades de los clientes. Desde 1900 a 1964 es cuando se relaciona la logística con la realización de actividades de distribución, abastecimiento, etc. *“En esta situación lo importante era hacer llegar los productos de las granjas a los mercados”* (Serverá-Francés, 2010, p.7). Funciones que se llevaban a cabo de forma independiente y sin ninguna conexión las unas con las otras. Es en la segunda guerra mundial cuando la logística comienza a tomar un mayor valor para las empresas, al darse cuenta las mismas de que es un aspecto importante a introducir en la empresa para poder comenzar en mercados lejanos y para reducir costes, además de por las ventajas que aportaba en la gestión de materiales.

Desde el año 1965 al 1980 se desarrolla lo que se conoce como ‘logística integral’. Esta tiene un mayor auge y las necesidades de los consumidores constituyen el punto de partida de la misma, siendo este su objetivo (Fig.6). *“A partir de esta fecha, las empresas empiezan a gestionar las actividades logísticas como elementos interrelacionados, que precisan de una gestión conjunta y desde una perspectiva global, desde el aprovisionamiento de materias primas hasta el cliente final”* (Servera-Francés, 2010, p.7). Se llevó a cabo este cambio con el objetivo de reducir los costes que suponía su aplicación. Aquí se pueden diferenciar tres niveles como son: La logística de aprovisionamiento, la cual trata de gestionar todo lo relacionado con aquellos materiales necesarios para la elaboración del producto. La logística interna o de producción que consiste en la gestión de todos aquellos semiterminados que tiene la empresa. Y la distribución física, la cual gestiona todo el proceso de los productos terminados hasta que llega al cliente.

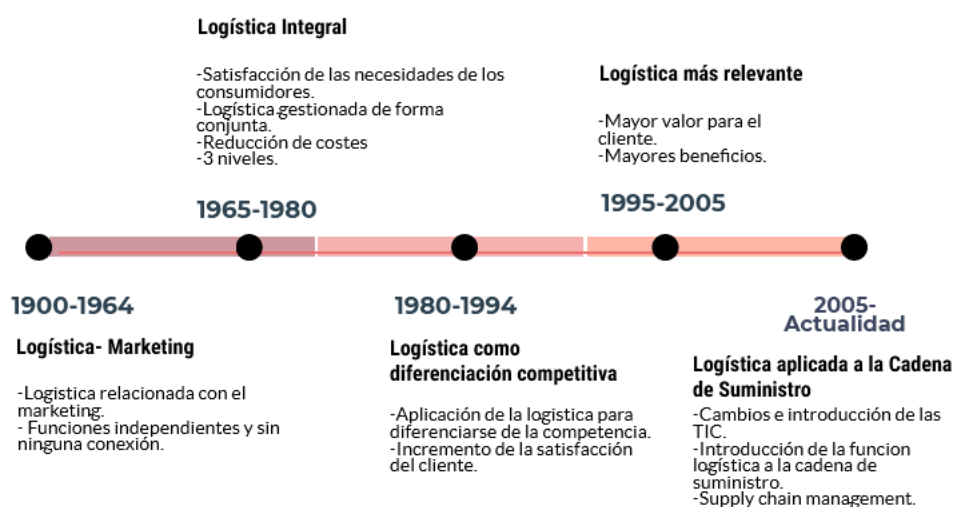
Desde 1980 hasta 1994 se desarrolla la logística como variable de diferenciación competitiva, es decir, en este punto la empresa añaden la logística a su empresa para diferenciarse del resto de competidores (Fig.6). Esta diferenciación proviene de esa

reducción de costes, por un menor tiempo en las entregas, por el incremento de la satisfacción, etc.

Desde 1995 al 2005, la logística supera la relevancia que tenía anteriormente, sobre todo porque las empresas se dan cuenta de que con la logística se consigue dar un mayor valor para el cliente (Fig.6). En este punto son mayores los beneficios que reportan el aplicar la logística, como puede ser dicha generación de valor, la mayor diferenciación que le aporta a la empresa, etc. (Servera-Francés. 2010).

La última etapa es la aplicación de la logística a toda la cadena de suministro, esta comprende desde el año 2005 a la actualidad (Fig.6). Se trata de aportar un mayor valor al cliente final. La logística forma ya parte de la empresa que al incorporar las tecnologías de la información y comunicación en la misma junto con los cambios producidos en aspectos tradicionales del concepto de logística, las empresas consiguieron reducir los costes que suponía su aplicación y llevar a cabo de mejor forma la propia función logística. Esta modificación y existencia en la empresa de funciones diferentes a la logística, llevó a que se formara el término de ‘Cadena de suministro’, de la cual forma parte la logística. Su gestión es conocida como ‘Supply Chain Management’ y ha permitido que el proceso de fabricación sea más flexible, tenga un menor coste y aporta un mayor valor añadido a la empresa. Esta evolución está marcada sobre todo por los cambios y la innovación de la tecnología (Servera-Francés. 2010).

Figura 6. Evolución hacia la cadena de suministro.

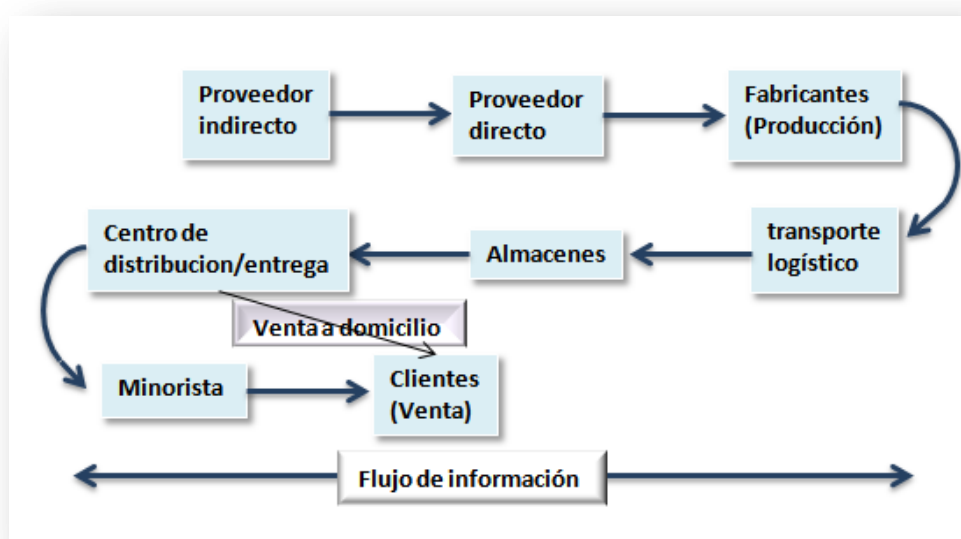


Fuente: Elaboración propia a partir de Servera-Francés (2010).

2.5.3. PROCESO Y COMPONENTES DE LA CADENA DE SUMINISTRO

Como ya dijimos con anterioridad, la cadena de suministro va a ser diferente en función de si se trata de una empresa industrial, comercial o de servicios y, con la aparición de la tecnología, en función de si se trata de una empresa física o una empresa que lleva su venta de forma online y también del tipo de bien que estemos pensando fabricar, por lo que a veces se llevarán a cabo todas las fases de la cadena de suministro (Fig. 7) y en otras ocasiones solo hará falta algunas de ellas.

Figura 7. Proceso de la cadena de suministro



Fuente: Elaboración propia a partir de Roldán (2017).

Podemos decir que la cadena de suministro engloba todas sus fases en tres procesos básicos como son suministro, el cual hace referencia a todas las fases necesarias para la obtención de las materias primas y demás elementos para la fabricación del producto. Fabricación, es decir, todas las fases que conforman la producción propia para obtener el producto terminado y distribución, todos aquellos procesos necesarios para hacer llegar el producto al consumidor final (Terrado, 2007). Por tanto, analizando el proceso completo de una cadena de suministro podemos decir que consta de una serie de componentes como son proveedores, fabricantes, transporte logístico, almacenes, centros de distribución y entregas, minoristas y clientes. Y además, durante toda la cadena de suministro se producirá un flujo continuo de información, ya visto con anterioridad, que va a darse entre todas las fases que formen parte de ella. Estas partes se podrán desempeñar de forma correcta gracias, en buena parte, a la tecnología

introducida en la misma, donde muchas de ellas son las obtenidas en la industria 4.0. En vista de ello, los **proveedores** conforman aquellas personas o empresas externas encargadas, por la propia empresa, para que abastezca a la misma de las materias primas y demás materiales necesarios para llevar a cabo la fabricación de sus productos. Con los proveedores se inicia la cadena de suministro. Los **fabricantes** serán aquellos que llevan a cabo todo el proceso de producción del producto, desde la transformación de esos materiales y materias primas dadas a la empresa, hasta la obtención de un producto final que puede ser consumido por el cliente último y así satisfacer sus necesidades e incluso crear valor para el mismo. Los **almacenes** son las instalaciones donde se localizan todos los productos fabricados e incluso otro tipo de materiales, como puede ser las propias materias primas. Los **centros de distribución y entrega** forman aquellos almacenes que tienen una capacidad de almacenamiento mínima y solo recoge aquellos productos listos para su venta y distribución. Con los centros de distribución lo que se busca es que los productos lleguen en la fecha indicada al cliente. Se suelen utilizar para la entrega a domicilio. De igual forma que es importante gestionar de una forma correcta el transporte, es adecuado que también se lleve a cabo una gestión de los almacenes y centros de distribución, así como de los inventarios. Los **Minoristas**, tal y como se establece, son aquellos componente que se sitúan en el penúltimo eslabón de la cadena de suministro. Aquellos que entregan los productos o prestan servicios al consumidor final (Ballou, 2004). El **transporte** va a ser un componente fundamental en la cadena de suministro, ya que con este medio se consigue trasladar la materia prima y demás materiales hasta la empresa para la fabricación del producto, así como distribuir y hacer llegar al cliente final el producto producido. Es necesario que la empresa realice una buena gestión de la red de transporte, ya que supone un coste muy elevado (Ballou, 2004). Los **clientes** son los componentes más importantes dentro de la cadena de suministro, es decir, es para los cuales se fabrica el producto. Estos pueden estar a lo largo de toda la cadena, aunque se le da una mayor importancia al cliente final, ya que con este es con el que la empresa va a conseguir crear unos mayores beneficios, así como un mayor valor. Además de estos componentes se debe destacar la importancia del **flujo de información**, ya que es necesario que todos los componentes de la cadena de suministro tengan una coordinación y estén bien integrados, y esto se consigue gracias al intercambio de información que se produce entre todos los miembros. Es un elemento clave para que las operaciones entre cada uno de los elementos de la cadena fluya y se lleven a cabo de forma correcta (Contreras, Salazar, 2021). Y por último, uno

de los elementos que mayor fuerza tiene dentro de la cadena de suministro es la **tecnología** que como ya indicamos con anterioridad, va a permitir que la cadena de suministro vaya cambiando a lo largo del tiempo, sobre todo la tecnología de la información. La tecnología actualmente se ha convertido en un factor clave en el desarrollo correcto de la cadena de suministro, ya que con esta se tiene una mayor precisión y permite su optimización. La tecnología ha permitido que las tareas de cada uno de los componentes se realicen en un menor tiempo, mayor flexibilidad, etc. (Chopra, Peter, 2008).

Por tanto, todos estos componentes van a hacer que sea posible llevar a cabo la correcta fabricación del producto o la prestación del servicio. En todo este proceso va a ser de importancia la correcta gestión de la logística que se llevará a cabo, ya que esto va a permitir que se eviten errores, que se coordine el trabajo, etc. (Servera-Francés, 2010).

3. EFECTO DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LA CADENA DE SUMINISTRO

Son muchos los efectos que va a tener la industria 4.0 en la cadena de suministro de las empresas, digitalizando la misma y estableciendo una situación beneficiosa para las empresas que la aplican y que veremos a continuación.

3.1. CADENA DE SUMINISTRO 4.0: BENEFICIOS Y RETOS.

Como ya se viene adelantando, la tecnología y en general la industria 4.0 va a tener un gran impacto en la cadena de suministro. Aunque ya con la aparición de internet se produjo la transformación de parte de la cadena de suministro, gracias a la aplicación de esta industria 4.0, la cadena de suministro ha podido introducir mejoras significativas en su totalidad que hacen de la misma una cadena eficiente (García, Rodríguez, Junquera, Rodríguez, Pedrera, Orive, Brito, Mesonero-Romanos, Sánchez, Poveda, Valiente, 2018). Son muchas las contribuciones que ha realizado en este aspecto la tecnología y las cuales analizaremos con mayor detalle. La empresa debe contar con un adecuado sistema tecnológico sobre todo para la transmisión de la información entre los distintos componentes de la cadena de suministro, así como también, para la gestión adecuada de los inventarios, la logística, etc. (Becerra-González et al., 2017). Como ya dijimos con anterioridad, es importante que la empresa vaya invirtiendo en tecnología para no perder su posición competitiva, y aplicarla a la cadena de suministro le permite alcanzar este objetivo. La mayor importancia la tendrá las tecnologías de la información (TI), así como el internet de las cosas, el Big Data, impresión 3D, entre otras. Esta aplicación de

la industria 4.0 hace que se le conozca a la cadena de suministro como “CS 4.0 o conectada” (Alicke, Rexhausen, Seyfert, 2017).

“La realidad es que nos encontramos en un entorno cada vez más complejo(...), la tecnificación y robotización de los procesos productivos permiten utilizar la información generada para sincronizarlos con los procesos logísticos y, de esta manera, conseguir una mayor eficiencia...,también se incluyen los clientes y los empleados, que también están conectados tecnológicamente proporcionando una solución end-to-end.” (García et al., 2018, p.4)

Son muchos los beneficios que aporta el cambio de una cadena de suministro tradicional a una conectada, pero para que esto se pueda llevar a cabo todos sus componentes deben iniciar el proceso de digitalización (Yépez, Kuffó, Velásquez, Medranda, 2020), ya que si alguno de estos no se transforma pierde la información transmitida a través de estas nuevas tecnologías, creando una cadena de suministro desequilibrada. Entre estos beneficios podemos decir que permite que la empresa cuente con una mayor capacidad de responder a los posibles cambios imprevistos que se produzca en la demanda del mercado y en la cadena de suministro en general. Una mayor eficiencia traducida en una mayor productividad, es decir, con la cadena de suministro 4.0 se consigue reducir los costes, ya que este es una de las ventajas básicas de la industria 4.0, así como también una mayor calidad del producto al evitar errores gracias a la información obtenida. Y permite optimizar aquellas tareas más repetitivas (Alicke et al., 2017). Además de que esto hace que dichos productos estén disponibles en un menor tiempo. Todo esto lleva a que se tomen mejores decisiones, lo que hace que la empresa comprenda mejor qué buscan los clientes que lleva a un aumento de las ventas, sobre todo con la aparición de envíos totalmente personalizados, como por ejemplo la posibilidad de que puedan decidir dónde quieren recibir sus productos (Alicke et al., 2017). Uno de los aspectos de la cadena de suministro donde más beneficios va a tener la aplicación de la industria 4.0 es en la gestión de los inventarios, ya que permite que los mismos se reduzcan o incluso permite conocer de forma actualizada cual es el nivel de inventario que hay en todo momento, entre otras muchas aplicaciones que veremos con más detenimiento más adelante. Permite que haya una relación personalizada con los clientes, proveedores, etc., y una mejor posición competitiva. Y como en todos los procesos y ámbitos en los

que se aplica la industria 4.0, permite que la cadena de suministro sea más sostenible con la reducción de materiales y recursos que se produce (Yépez et al., 2020)

Presenta algunos retos, sobre todo relacionados con la falta o los errores que puedan surgir en la coordinación. Que las pequeñas y medianas empresas presentan muchas dificultades para poder instalarla en su cadena de suministro y no tienen toda la información necesaria para conocer los beneficios que aporta su aplicación, etc. (Becerra-González et al., 2017). Para poder sanar este problema es necesario que los gobiernos se conciencien sobre la importancia de la transformación digital de las empresas, de forma que establezcan políticas que ayuden en dicha transformación (Yépez et al., 2020). Otro reto al que hacer frente es a la necesidad que hay aún de avance de esta tecnología, porque a pesar de que ya se aplica en muchos aspectos de la cadena de suministro, todavía debe avanzar aún más para una gestión óptima. Y por último, uno de los mayores retos es garantizar la seguridad de toda la cadena de suministro, en lo que va a tener mucha importancia la Ciberseguridad (Yépez et al., 2020).

De lo anterior podemos resaltar dos aspectos claves por los que las empresas aplican la industria 4.0 en sus cadenas de suministro y estos son: por la obtención de datos e información útil para la empresa y por la automatización de trabajos que son muy repetitivos para los trabajadores sobre todo en almacenes y tareas que conllevan mucha carga (García et al., 2018). Por tanto, aunque llegar a la cadena de suministro 4.0 presenta algunos retos a los que aún hacer frente, se puede decir que los beneficios que aporta esta aplicación de la industria 4.0 a la cadena de suministro, tal y como apuntan muchos estudios, son más importantes, por lo que hay que potenciar su aplicación.

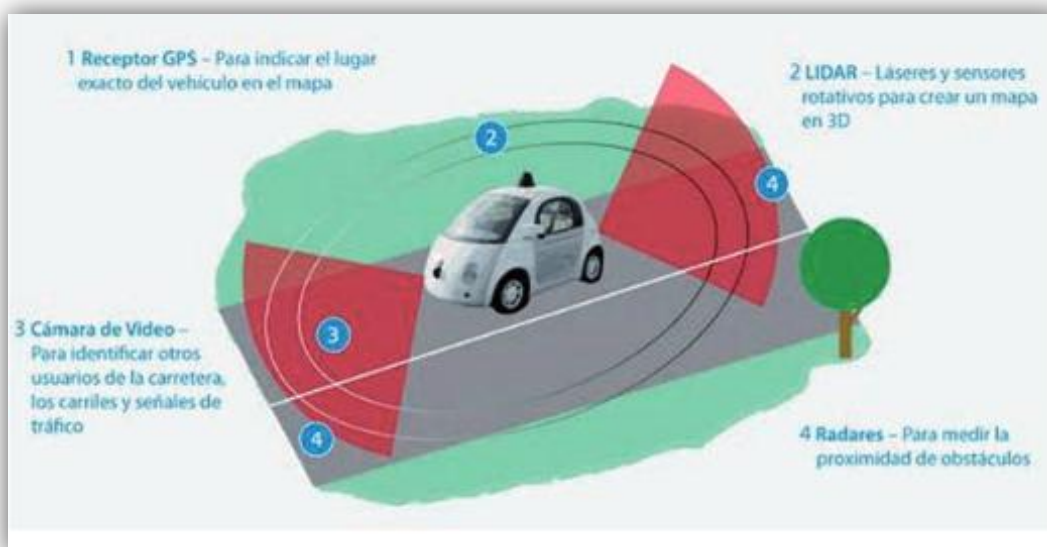
3.2. APLICACIONES DE LA INDUSTRIA 4.0 A LA CADENA DE SUMINISTRO.

A lo largo de toda la cadena de suministro son muchos los puntos en los que se puede aplicar estas tecnologías, como ya hemos adelantado con anterioridad. Esta parte del estudio se va a realizar distinguiendo entre las tecnologías anteriormente explicadas en la parte de la industria 4.0 y aquellas tecnologías hasta ahora no estudiadas en este trabajo pero que han tenido un gran impacto en la consecución de la digitalización de la

cadena de suministro. Por tanto, comenzando con las tecnologías ya estudiadas podemos destacar las siguientes:

- **Big data y la inteligencia artificial.** Dado que el Big Data es una de las tecnologías de recopilación de datos más importante actualmente, como ya se indicó con anterioridad, tiene una relevancia en la cadena de suministro especial, que junto con la inteligencia artificial va a tener presencia en prácticamente toda la cadena de suministro. Podemos destacar su aportación en factores como los transportes inteligentes o vehículos autónomos. Los transportes inteligentes son aquellos vehículos que permiten una conducción inteligente, capaz de obtener información gracias a la conectividad que le permite el Big Data (Revuelta, 2019), de forma que la empresa sepa sobre en qué estado se encuentra dicho vehículo, o aspectos externos al mismo, como puede ser el clima que hará en todo momento, si las vías por las que pasará dicho vehículo está muy concurrida o no, etc. (García et al., 2018). Esto va a hacer que el transporte sea más óptimo al construir rutas de transporte beneficiosas, mejorando la logística de la empresa. Los vehículos autónomos es una tecnología que aún está en proceso de aplicación en la cadena de suministro y en las empresas en su conjunto, ya que presenta problemas de seguridad (García et al., 2018), pero es otro de los desarrollos que va a tener un papel importante en las empresas. Los vehículos autónomos funcionan a partir de sensores (Fig. 8). De esta forma, gracias a la inteligencia artificial, ha sido posible el desarrollo de los vehículos AGV, los cuales también se mueven de forma autónoma mediante guías situadas en el (Revuelta, 2019). Esto es lo que se conoce como Machine Learning, es decir, *“es una aplicación de inteligencia artificial que, mediante determinados algoritmos, permite que un ordenador aprenda ruta (...), los ejemplos más comunes son los vehículos autónomos”* (Calatayud, Katz, 2019, p.13). Estos vehículos AGV se suelen utilizar para el transporte de palets. Además, va a tener una gran importancia en las ventas, ya que gracias al Big data la empresa va a poder conocer las preferencias de los consumidores, de forma que se pueden tomar mejores decisiones y adaptar los productos a dichos consumidores, o incluso sirve para conocer su satisfacción, información importante para la sección de transportes y proveedores (Yépez et al., 2020). Así como también en las ventas online que se realicen, ya que las empresas con páginas webs utilizan las cookies para obtener información.

Figura 8. Algunos sensores de los vehículos autónomos.



Fuente: Tundidor, Hernández, Peña, Martínez, Campos, Hernández. (2018).

- **Robótica colaborativa.** Va a tener un gran impacto en la fabricación, ya que va a permitir que las tareas de producción no estén realizadas solo por operarios sino que van a tener la colaboración de las maquinas. Quizás los robots sean una de las tecnologías más fácil de aplicar en las PYMES, ya que no necesitan muchos conocimientos (García et al., 2018). La robótica colaborativa puede tener otras aplicaciones a lo largo de la cadena de suministro como puede ser en transporte o centros de distribución y almacenes. Gracias a la robótica colaborativa, también se han podido desarrollar los vehículos AGV (Revuelta, 2019), junto con la inteligencia artificial, como ya hemos indicado anteriormente.
- **Simulación.** Esta tecnología es aplicada en la cadena de suministro para hacer estimaciones sobre la posible demanda de la empresa de forma que los minoristas puedan saber cómo van a comprar los clientes, como son de sensibles a cambios en el precio, etc. (Chopra, Peter, 2008). Tiene su mayor aportación en la logística de la cadena de suministro, ya que permite por ejemplo simular la ubicación de nuevos almacenes de la empresa. También permite controlar el transcurso de un producto por toda la cadena de suministro de manera que se sepa el nivel de inventario, tiempo empleado en la cadena de suministro para cada producto, etc. (Revuelta, 2019). Tal y como establece BALLOU (2004) en

su libro “Logística: Administración de la cadena de suministro”, existen distintos tipos de simuladores, los cuales tienen capacidad de realizar bastantes cambios en la cadena de suministro, entre ellos: “(...) describen los medios de transporte, el procesamiento de pedidos y la manufactura. Si se desea, se pueden utilizar distintos métodos de pronóstico y control de inventarios junto con un control manual de inventarios y pronósticos del usuario. Se pueden especificar los patrones de demanda, o pueden generarse utilizando patrones estadísticos. Se pueden especificar velocidades de abastecimiento, que pueden ser resultado del flujo de productos a través del canal.” (Ballou, 2004, p.666). Por tanto, podemos decir que la simulación va a estar muy presente en la gestión de los centros de distribución y almacenes.

- **Fabricación aditiva e impresión 3D.** “Las impresoras en 3D permitirán ahorrar costes logísticos al poder producir piezas o herramientas en el lugar de destino.” (Tundidor, Hernández, Peña, Martínez, Campos, Hernández, 2018, p.23). Favorece la logística de toda la cadena de suministro y minimiza los productos que hay en el almacén. Además de que permite crear elementos complejos necesarios para el producto, de forma personalizada, por lo que dichos productos presentan una mayor calidad para los clientes y de forma urgente cuando sea necesario. (Tundidor et al., 2018). Por tanto, presenta dos beneficios muy valorados por la empresa como es la reducción de costes así como también la reducción de dicha cadena de suministro. A través de la impresión 3D los clientes aportan la idea de lo que buscan en un producto y el fabricante lo realiza totalmente personalizado, entre otros servicios.

Internet de las cosas. “El internet de las cosas es una tecnología que, de estar implantada en la totalidad de la cadena de suministro, hará que el volumen de información disponible para su operación se multiplique varias veces” (Tundidor et al., 2018, p.86), por tanto, su importancia en la cadena de suministro es muy elevada ya que su aplicación es muy diversa. Una de las aportaciones a destacar es que gracias al internet de las cosas “los clientes podrían tener en sus dispositivos móviles información en tiempo real de la situación de sus pedidos, o de la ejecución de las operaciones de producción que pudieran afectarles.” (Tundidor et al., 2018, p.88). También permite conocer como se encuentran los almacenes, al tener controladas las materias primas y demás materiales. Y como se está llevando a cabo el transporte y

almacenaje de los productos (Tundidor et al., 2018). De esta forma se consigue tener el nivel de inventario necesario y la utilización de un transporte conectado a través de sensores que hacen que sea óptima toda la logística de la empresa en todo momento, proporcionando información sobre inventarios para ser transmitida al resto de componentes de la cadena (Yépez et al., 2020). Estos sensores pueden ser aplicados a distintos elementos de la empresa. En la fabricación permite informar sobre el funcionamiento de las máquinas, por si presentaran algún tipo de fallo o problema, llevando a cabo una fabricación con un mayor rendimiento (Tundidor et al., 2018). Por tanto, gracias al internet de las cosas y a la aplicación de sensores, se consigue información en tiempo real sobre todas las partes de la cadena de suministro, teniendo un mayor control.

- **Ciberseguridad.** Como ya se indicó con anterioridad, toda empresa que aplica la industria 4.0 en su cadena de suministro y utiliza una cantidad elevada de datos necesita aplicar una seguridad necesaria para proteger a todos los componentes y sistemas que la integran. Una de las partes de la cadena de suministro donde más se necesita de la ciberseguridad es en la logística y sus conexiones. Así como también en los transportes, ya que son muchos los ataques que pueden afectar a los vehículos que se encuentran conectados a internet (García et al., 2018). Para que no haya problemas la empresa debe contar con personal capaz de poder solucionar dichos ataques en cualquier momento. Además, se debe realizar un inventario de todos los elementos que están conectados en la cadena de suministro y evaluar cuáles son los posibles ataques que pueden recibir cada uno de esos elementos. De esta forma, la empresa puede anticiparse a los mismos, dotando a los elementos conectados de una mayor invulnerabilidad (Pineda, 2020).
- **Blockchain.** Esta tecnología también va a permitir transmitir información entre todos los componentes de la cadena de suministro y en cualquier parte del mundo. Permite que el recorrido que realizan los productos por toda la cadena de suministro sea registrado de forma que todos los componentes tengan acceso a dicha información (Revuelta, 2018). Una de sus aplicaciones puede ser el acceso en tiempo real de los proveedores a dicha base de datos para establecer la cantidad de materiales que tiene disponibles, de forma que al meterse en la misma el fabricante sepa también dicha información, siempre sin tener acceso a modificarla si se trata de un tercero, ya que para que los datos introducidos en la

misma se modifiquen debe haber un consenso de todos los componentes, por lo que la información plasmada mediante el blockchain siempre es fiable (García et al., 2018). Permite tener un seguimiento de las materias primas por toda la cadena de suministro (García et al., 2018). De igual forma que el fabricante puede acceder a los datos del proveedor, también pueden acceder el resto de componentes. Todas las fases de la cadena de suministro que tengan acceso a modificar dicha base de datos podrá informar sobre aspectos importantes de la propia fase. *“Las Blockchains son ideales para gestionar los procesos entre empresas mejorando la visibilidad, la eficiencia y la confianza entre las partes”* (García, et al., 2018, p.3), es decir, va a permitir una mejor comunicación entre las distintas partes de la cadena de suministro. En ocasiones también van a tener acceso a la información clientes autorizados de forma que sepan la trazabilidad total que ha llevado a cabo el producto comprado por el mismo (García, et al., 2018). Un ejemplo claro es la compra online por parte de algún cliente de nuestro producto sobre el que se ha establecido un código de identificación de forma que dicho cliente al introducir el código con su teléfono móvil sepa donde se encuentra el producto y cuanto tiempo va a tardar en ser enviado (Revuelta, 2018). También el empleo de códigos Qr en los productos dará información al cliente sobre cómo ha sido toda la cadena de suministro de la empresa (García et al., 2018).

- **Realidad aumentada.** Esta tecnología también va a permitir saber dónde se establecen los productos en los centros de distribución y almacenes, así como la composición de los mismos y forma de fabricación, entre otras muchas aplicaciones más (Revuelta, 2019). También sirve para conocer cuál es la mejor ruta para el transporte de forma que se reduzcan tiempos, o gestionar inventarios, aunque su mayor aportación es la agilización en lo que se conoce como ‘picking’ (Revuelta, 2019). ¿Qué es el picking? Es un proceso tecnológico para la elaboración de pedidos a través de dispositivos, en este caso gafas de visión aumentada, que utilizan los trabajadores, de forma que con la realidad aumentada sea más fácil de identificar los mismos y de elaborar dichos paquetes (Revuelta, 2019). También se puede utilizar en materiales y demás materias primas y permite reducir el tiempo empleado en el almacén (Revuelta, 2019).

- **Cloud computing.** El almacenamiento en la nube también permite llevar a cabo de forma eficiente la cadena de suministro y la conexión entre todas sus partes a través de la información que se encuentra almacenada en dicha nube y a la que todos los componentes de la cadena pueden acceder a ella estén donde estén (García et al., 2018). Esta información puede ser muy diversa como por ejemplo, la planificación de toda la cadena de suministro, que actividades se están desempeñando en el momento actual en ella, etc. (Tundidor et al., 2018). El cloud computing ayuda a conocer donde se encuentra los envíos, controlar la fabricación de los productos, la comunicación y relación con los consumidores, conocer como se lleva a cabo la distribución, etc. (Yépez et al., 2020), es decir, permite una mejor fabricación y logística.

Pasando a las nuevas tecnologías abordadas podemos decir que de una manera u otra formarán parte de las tecnologías principales de la industria 4.0 anteriormente estudiadas y entre las que podemos destacar las siguientes:

- **Drones.** Esta es una tecnología que todavía está en proceso de desarrollo en las empresas, aunque ya se han hecho los primeros intentos. Estos tienen su mayor aportación en el transporte de productos y mercancías de pequeño tamaño, aunque también hay drones más grandes utilizados en almacenes (Calatayud, Katz, 2019). Se suelen utilizar porque hay zonas donde ni los trabajadores ni demás transportes pueden llegar con facilidad para el almacenaje de dichos productos. También para localizar materiales, productos, etc., en los almacenes (Revuelta, 2019). Esta localización es posible llevarla a cabo gracias a los códigos RFID. Presenta como mayor inconveniente la falta de seguridad (García et al., 2018).
- **Sincromodalidad.** Esta tecnología está en auge y permite saber elegir cuál es la forma de transporte más óptima y en qué momento (Acero, 2020). Se trata de conectar a todos los componentes de la cadena de suministro de forma que se pueda planificar todos los medios de transporte que utilice la empresa (Acero, 2020). Esto se consigue mediante la información actualizada en cada momento que aportan todos los componentes a los que afecta, los consumidores y la logística (Acero, 2020). Con la sincromodalidad los clientes y empresas que lo soliciten pueden transportar productos o mercancías por diferentes medios de transporte en un solo viaje, siempre eligiendo cual es el mejor transporte en cada

momento (Acero, 2020). Con esta tecnología se consigue ser más sostenible (Acero, 2020).

Como hemos podido ver son muchas las tecnologías que se están aplicando actualmente en la cadena de suministro o que están en proceso de introducirse en la misma. Su importancia ha ido creciendo con el paso del tiempo y cada vez son más las empresas que optan por una cadena de suministro 4.0 caracterizada por su aplicación de las tecnologías disruptivas. Además, podemos destacar que la gran parte de las tecnologías aplicadas en la cadena va dirigida a la mejora de la logística y el transporte, así como de las relaciones. Y que lo que se busca con la aplicación de la industria 4.0 en la cadena de suministro es conseguir una mayor eficiencia en la misma.

4. APLICACIÓN PRÁCTICA: ESTUDIO DE CASOS REALES

Dado que ya se ha tratado toda la parte teórica necesaria para comprender dos términos tan importantes como son la industria 4.0 y la cadena de suministro, así como también los efectos que ha tenido la combinación de ambas, ahora es el momento de aplicar lo visto en empresas que la están llevando a cabo en sus respectivas cadenas de suministro.

4.1. METODOLOGÍA

La metodología a emplear va a ser de tipo cualitativa a través del estudio de casos mediante la búsqueda, sistematización y análisis de información relevante sobre los mismos. Para el desarrollo de este estudio, iniciado el día 30 de Marzo de 2021, se va a utilizar los datos arrojados por artículos, libros y demás documentos y estudios académicos obtenidos a través del uso de palabras claves como “Industria 4.0”, “Cadena de suministro 4.0”, “Industry 4.0”, “Supply chain 4.0”, “Cadena de suministro conectada”, “Amazon”, “Seat”, etc. Búsqueda realizada a través de la plataforma Google o Google Scholar, así como también a través de la Biblioteca de la Universidad de Jaén, de forma que la información utilizada sea de la mayor relevancia y certeza posible. Además, se ha utilizado los datos arrojados por distintas consultoras estratégica como son la BCG (Boston Consulting Group) y McKinsey & Company. Se ha tratado de que los documentos utilizados estén actualizados todo lo posible, por ello la búsqueda ha sido limitada a los años comprendidos entre 2017 y 2021. Y se van a utilizar en su mayoría documentos elaborados en español.

El estudio va a tener la siguiente estructura: dado que ya hemos visto de una forma general como ha sido la importancia que ha tenido la industria 4.0 en la cadena de

suministro, así como cuales han sido sus principales aportaciones y cambios en las empresas. En esta parte práctica se va a aplicar lo aprendido a dos casos que están teniendo una gran importancia en la actualidad a consecuencia de su poder de digitalización con el que cuentan. Estas son Seat y Amazon, las cuales han sido seleccionadas entre la multitud de empresas que ya aplican la industria 4.0 en sus procesos porque lo que buscaba en un principio es conocer como está empleando la industria 4.0 una empresa Española dedicada a la automoción y como la está aplicando una empresa Americana dedicada al comercio electrónico, es decir, en dos países e industrias totalmente diferentes. Y también porque se tratan de dos de las empresas más importantes en sus aplicaciones innovadoras en la actualidad. En el caso de Seat toda la información obtenida será aquella que Seat establece en sus informes anuales y en el caso de Amazon la información será la obtenida a través de varios informes externos a la misma en los que se analiza las distintas aplicaciones tecnológicas que ha aplicado en sus CS.

4.2. SEAT

Una de las empresas Españolas que más aplican la industria 4.0 en su cadena de suministro es Seat (Seat. 2019). Esta es una empresa que se dedica a la fabricación de automóviles que surgió en 1950. Además de fabricarlos, también realizan todo el proceso de diseño, desarrollo y comercialización de sus productos, por lo que la industria 4.0 ha tenido una gran importancia en su desarrollo actual (Seat. 2019). Su principal oficina se encuentra en Martorell, Barcelona (Seat. 2019). Entre las principales aplicaciones que lleva a cabo Seat de la industria 4.0 podemos destacar la realidad virtual, robots automáticos, Big data, entre muchas otras que veremos a continuación (Seat. 2020). Toda la información obtenida será la arrojada por los informes anuales que Seat ha llevado a cabo durante el año 2019 y 2020, como ya se ha indicado anteriormente.

Se ha establecido que una de las tecnologías que más utiliza Seat, es la **realidad virtual y aumentada** para visualizar diferentes procesos y prototipos de coches antes de llevar a cabo su fabricación. Entre estos procesos se encuentra la posibilidad que tienen los fabricantes de visualizar la conducción que se tendría con dicho coche, las posibles consecuencias que tendría el coche con una colisión, etc. De esta forma se consigue un vehículo de una mayor calidad para el cliente y en un menor tiempo. Seat

lleva a cabo sistemas de Picking a la hora de la elaboración de pedidos. También, aunque aún no está en uso, otra de las aplicaciones que tendrá la realidad aumentada en Seat es poder dar un mejor servicio al cliente, ya que gracias a las gafas de realidad virtual, estos podrán visualizar el coche, su color o incluso conocer como sería su conducción. Además le ha permitido a Seat visualizar el prototipo del almacén logístico totalmente automatizado que creó en 2017 al lado de su planta en Martorell. La **simulación** también tiene un papel fundamental dentro de Seat, sobre todo porque la aplicación de esta tecnología le ha llevado al centro técnico de Seat a poder reducir el tiempo empleado en aquellas tareas que llevan a cabo.

Además, Seat ha utilizado la **robótica colaborativa** en su cadena de suministro con la aplicación de 'EffiBOT' (Fig. 9), el cual es un robot que funciona de forma autónoma y sirve de ayuda a los trabajadores de las plantas de fabricación. Su principal objetivo es realizar aquellos transportes de mayor peso que realizaban los trabajadores, de forma que se reducen los tiempos empleados en dichos desplazamientos. Este es capaz de establecer su propia ruta de transporte y se pone en funcionamiento cuando uno de los empleados toca la pantalla táctil que tiene. También permite que haya una mejor comunicación entre las distintas partes que componen la empresa. Además de este modelo, Seat ya lleva años incorporando los robots colaborativos en sus plantas de forma que ayuden en la fabricación de los modelos de coches.

Figura 9. Robot EffiBOT



Fuente: Seat (2021)

Ya que Seat utiliza una gran cantidad de piezas y materiales para la fabricación de los vehículos, aplica **la internet de las cosas** para poder localizar en tiempo real donde se

encuentran las piezas necesarias para cada tipo de coche, agilizando los procesos logísticos de la empresa y reduciendo costes. Gracias al IOT, los fabricantes de Seat pueden tener el control de la trazabilidad de todas las materias primas que les llega de los distintos proveedores que tienen y también de como se está llevando a cabo el transporte de las mismas y si se producen problemas durante el proceso. De esta forma también pueden controlar que cantidad de materiales están utilizando. Este proyecto fue conocido como ‘Supply chain control tower’. El internet de las cosas en Seat ayuda a que tengan una conexión con los clientes, ya que les permite saber en cuanto tiempo tendrá el coche o si quiere hacer alguna modificación incluso cuando el proceso de fabricación ya esté iniciado, de esta forma Seat hace que la experiencia de los clientes mejore. Aquí y en toda la cadena de suministro de Seat va a tener un gran valor el **Big Data**, ya que sin él no podría haber llevado a cabo la digitalización deseada, puesto que son muchos los datos con los que trata y su gestión adecuada permite contar con la información más precisa y útil para la toma de decisiones.

Seat empezó en 2019 a hacer pruebas con **drones** aplicados a su cadena de suministro, para conseguir que los fabricantes de los coches tengan un mayor acceso a aquellas piezas que se necesitan de forma urgente. Gracias a los drones se consigue este objetivo en un menor tiempo. Las mercancías que Seat consiguió transportar con los drones fueron volantes y airbags, tal y como se establece en el informe anual que publica Seat. Actualmente sigue en proceso de desarrollar esta tecnología para el suministro de piezas, aunque Seat ya ha utilizado en alguna ocasión los Drones (Fig.10) para dichos transportes en colaboración con sus proveedores más cercanos a su fábrica de Barcelona reduciendo así los tiempos de entrega, e incluso los utilizó junto con el 5G, para que la conexión fuera aún más precisa y rápida.

Figura 10. Dron utilizado por Seat junto con la colaboración del Grupo Sesé.



Fuente: Seat (2020)

Una de sus aplicaciones más reciente es la utilización de **robots autónomos** (AGV) en su planta de Martorell, siendo Seat la primera empresa fabricante de automóviles en Europa que los lleva a cabo. Estos vehículos automáticos se mueven mediante baterías y conexiones y la empresa los utiliza para el transporte de piezas que se necesitan en el proceso de montaje de los coches (Fig. 11). Ya con anterioridad utilizaban la aplicación de estos vehículos en su cadena de suministro, pero los desarrollados con anterioridad solo llevaban a cabo su función dentro de las fábricas y los más recientes, se están utilizando en los exteriores.

Figura 11. Vehículo AGV utilizado por SEAT



Fuente: Seat (2020)

Estos vehículos se llevan a cabo por lo que se conoce como ‘navegación SLAM’ que les da una mayor capacidad para adaptarse a los cambios y le permite a Seat ser más sostenible con el medioambiente al reducir los gases contaminantes de los camiones tradicionales que utilizaban para estos transportes, así como también mejora la logística de toda la empresa.

Otra de las grandes tecnologías que ha aplicado SEAT es la **fabricación aditiva** o **impresión 3D** para la fabricación de piezas de última generación y de gran calidad para futuros vehículos, lo cual permite que se reduzca su cadena de suministro. Para la utilización de esta tecnología, Seat ha establecido una zona concreta dotada de una gran cantidad de impresoras 3D. Además, gracias a esta ayudaron a hacer frente al covid-19, ya que se pusieron manos a la obra en la fabricación de mascarillas y respiradores que

han sido de gran ayuda. Aunque esta aplicación no se ha realizado en su cadena de suministro propiamente dicha, es importante destacar su contribución en la pandemia actual que vive el mundo.. El objetivo de esta plataforma es que Seat pueda aportar un servicio personalizado a los clientes. Para conseguir esto se analizan las veces que lleva al taller los coches, las revisiones que hace, etc. De esta forma se consigue que los clientes sean más leales a Seat, ya que este consigue entender el comportamiento de compra de sus consumidores. Esta tecnología aún en 2020 estaba en proceso de desarrollo, aunque Seat tiene como objetivo dar una posición más importante al cliente mediante una interacción activa, gracias a la aplicación de la **inteligencia artificial**.

Por tanto, todas estas aplicaciones que aplica Seat en su cadena de suministro son posibles gracias a la gestión adecuada que se lleva de la inteligencia artificial. El **Blockchain** comenzó a aplicarse en Seat en 2018 junto con la colaboración de Telefónica y con ella se consiguió una mejor rastreabilidad de las piezas de la compañía.

Además, una de las tecnologías claves que emplea Seat es la **ciberseguridad** en sus infraestructuras tecnológicas. De esta forma creó lo que se conoce como ‘CyberSOC’, que es un centro en el cual se captan todas las alertas y se llevan a cabo todas las acciones de seguridad necesarias para mantener a Seat protegida. Aquí se utiliza el Big Data para poder mejorar su operatividad, así como para conseguir controlar si hay posibles amenazas en los transportes que están conectados o son autónomos. Otro de los programas en seguridad que lleva a cabo Seat es el que se conoce como ‘Machine Learning as a Threat Intelligent Platform. Con este, Seat pretende establecer la seguridad en toda su cadena de suministro, desde cada uno de sus activos hasta cada uno de sus clientes y vehículos que se encuentran conectados.

Muchas de las aplicaciones vistas comenzaron su andadura en Seat en 2018 y a día de hoy, en 2021, sigue en su objetivo de digitalizar y conectar aún más todas sus oficinas, pero sobre todo la de Martorell. Como se ha podido ver, las tecnologías de la industria 4.0 han adquirido una gran importancia dentro de la cadena de suministro de Seat, ya que con estas ha logrado conseguir avances en el sector de la automoción que le ha permitido ser uno de los líderes en dicha aplicación, así como también reducir procesos, costes, mejorar su servicio, eficiencia, relaciones, etc. Es por esto que se puede

establecer que Seat es una de las empresas Españolas que tiene un equipo de I+D que entienden que la digitalización es necesaria para que la empresa avance, por lo que sus esfuerzos en conseguirla y sus inversiones en investigación y desarrollo son muy elevadas.

4.3. AMAZON

Otra de las empresas que es pionera en la aplicación de la industria 4.0 en su supply chain, por no decir la primera que lo aplicó, es Amazon. Esta es una empresa Estadounidense dedicada al comercio electrónico en la que muchos minoristas y proveedores pueden vender sus productos, dar un servicio al cliente y gestionar el envío de dichos productos. La plataforma se creó en 1995 (de Castro, Valenzuela, Calvo, 2017).

Como no puede ser de otra forma Amazon ya de por si aplica la **tecnología e-Business**, al tratarse de un tipo de comercio electrónico. Además son muchas otras las tecnologías que aplica a la hora de desarrollar su servicio. Una de las que podemos destacar es el uso que hace Amazon del **Big Data** y la **inteligencia artificial** a través del machine learning. Gracias a esta puede establecer recomendaciones a través de su plataforma cuando los clientes aceptan las cookies o cuando realizan la propia compra (Calatayud, Katz, 2019), ya que los algoritmos utilizados almacenan información sobre los clientes, sobre sus compras, productos que más han buscado, etc., de forma que Amazon puede predecir qué posibles comprar realizará dicho cliente en el futuro. Además, gracias a esta y su aplicación en la logística, Amazon ha podido reducir los tiempos de entrega de los productos, debido a que esa predicción anteriormente indicada hace que los productos se encuentren en centros de distribución cercanos al cliente para una mejor disponibilidad cuando se realice la propia compra (de castro et al., 2017).

Además, ha conseguido crear un mayor valor para el consumidor gracias a la inteligencia artificial con la creación de una tienda prácticamente automatizada conocida como ‘Amazon Go’ en la que el cliente, mediante una aplicación móvil en la que el cliente establece sus datos y esta aporta un código Qr, puede adentrarse en la misma, comprar los productos, que actualmente solo son productos alimenticios, e incluso pagarlos, ya que identifica la selección de productos realizado de forma individual y cargándose todo a la cuenta de Amazon. (Álvarez, 2018).

Otra de las tecnologías que aplica son los **robots autónomos**, que junto con la inteligencia artificial y la aplicación del picking, Amazon ha podido digitalizar uno de sus almacenes que está situado en Baltimore (Calatayud et al., 2019), Estados Unidos. (Fig. 12). Actualmente son muchos los almacenes que Amazon ha automatizado gracias a la industria 4.0.

Figura 12. Almacén automático de Amazon



Fuente: WSJ (2019)

Esta aplicación le ha permitido llevar a cabo una mejor gestión de sus almacenes traducida en menores errores, en una operatividad a todas horas y todos los días del año, unos procesos más reducidos, etc. (Revuelta, 2019). Son muchos los tipos de robots y maquinas automáticas que está aplicando Amazon para poder satisfacer a la demanda. En 2019 empezó a hacer pruebas con un robot al que llamaron ‘mini- robot Scout’ (Fig. 13) con el que se pretende dar un servicio de entrega sirviendo de apoyo a los trabajadores de Amazon, es decir, de que sea un **robot colaborativo**, aunque con el tiempo se pretendía que fuera totalmente autónomo (Calatayud et al., 2019).

Figura 13. Mini- robot Scout de Amazon



Fuente: Amazon (2019)

Además, dentro de la **robótica colaborativa**, Amazon cuenta con una cantidad importante de centros de distribución automatizados en el mercado, en el cual utiliza maquinas de pequeño tamaño, llamado Robot Kiva, para las funciones de transporte de las grandes cantidades de pedidos que realizan sus clientes (Figura 14), sirviendo de ayuda a sus trabajadores y reduciendo el tiempo de almacenaje así como ahorrar espacio en el mismo, ya que son capaces de transportar paquetes de gran peso de un lado a otro. Estos funcionan cuando los operarios pulsan un boto y se mueven mediante rutas establecidas en un ordenador y códigos Qr que se sitúan en el suelo (de castro et al., 2017).

Figura 14. Robot colaborativo Kiva en Amazon.



Fuente: Amazon (2018)

En estos robots se aplican los sistemas de software WMS con los que los mismos consiguen saber donde están los diferentes productos ofrecidos, es decir, permite un mejor control del nivel de inventario y búsqueda de existencias.

Otra de las tecnologías que tiene un gran impacto en la cadena de suministro de Amazon es la **Internet de las cosas (IOT)**, ya que le ha permitido desarrollar lo que han denominado ‘Amazon Alexa’. Con esta lo que se busca es que los clientes puedan hacer compras mediante voz e incluso conocer donde se encuentra su pedido, en qué estado está, cuando va a ser entregado, etc. Además de que utiliza los códigos RFID en el transporte de paquetes dentro de sus almacenes para una mejor identificación de los mismos, aplicados en todos sus centros de alto rendimiento ‘Amazon Prime Now’ que

tiene por el mundo. Esto ha sido necesario dado que Amazon incluyó en sus servicios la entrega en 1 hora desde que se efectúa la compra con su servicio *Prime Now*. Por lo que esto le ha permitido una entrega en un menor tiempo y con un coste menor (de Castro et al., 2017).

Para esta compañía es fundamental llevar a cabo una buena gestión de las relaciones con sus clientes, por eso gracias a las tecnologías que aplica en su plataforma de compra online se consigue tener la información necesaria sobre los consumidores, para que la experiencia de compra sea agradable, fácil y en un menor tiempo. Además, aunque no tenga relación con la cadena de suministro propiamente dicha, ofrece servicios en los que se aplica la industria 4.0 como por ejemplo es el Amazon Web Services, el cual es un servicio de cloud computing (de Castro et al., 2017).

En 2020 Amazon comenzó a utilizar el **Blockchain** para poder controlar y rastrear los productos a lo largo de su cadena de suministro. Y la última tecnología a la que ha tenido acceso y autorización para su uso, son los **Drones**. En Estados Unidos y Reino Unido ya han hecho pruebas de realizar entregas de paquetes en una distancia de 24 Km con Drones capaces de no chocarse con otros elementos, creando incluso lo que se conoce como 'Prime Air' (de Castro et al., 2017). Aunque esta tecnología aún no está en funcionamiento en la mayor parte de lugares en los que se encuentra Amazon, dado que son muchos los condicionantes que aún se tienen que analizar, ya hay quien prevé que va a ser de gran utilidad para Amazon.

Por tanto, podemos decir que Amazon es una de las empresas que más automatizada y digitalizada tiene su cadena de suministro y una de las que más éxitos ha sembrado gracias a dicha aplicación. Y aunque son muchos los avances que aún le queda por aplicar para que su digitalización esté al 100%, va por muy buen camino en el mundo de la digitalización e industria 4.0 ya que no para de invertir en innovaciones para seguir siendo una de las empresas con mayor avance en su cadena de suministro. Y aunque no se ha indicado, es de gran importancia en la misma la Ciberseguridad.

4.4. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los resultados que se han obtenidos con la investigación realizada muestran, de una forma bastante clara, una situación donde predomina la digitalización en la cadena de suministro de las dos empresas analizadas, llevando a ambas a obtener unos beneficios cuantiosos como son por ejemplo la mayor flexibilidad adquirida en su CS, la sostenibilidad que han podido alcanzar y la reducción de los costes que se generan con su funcionamiento, y todo gracias a su objetivo constante de conseguir ser referentes en la aplicación de la industria 4.0.

Si nos centramos en Seat se ha podido demostrar cómo, gracias a la visualización y pruebas previas que le ha permitido realizar la aplicación de la realidad virtual y aumentada, ha conseguido una mayor seguridad y una mejora clara en sus coches. Así como también del uso que hace de la aplicación del internet de las cosas que le ha permitido saber donde se encuentran las materias primas que necesita en cada momento, información valiosa para el fabricante o incluso para los clientes, ya que ha permitido que los mismos sepan más sobre el coche que está comprando o ha comprado. Cosa que de forma tradicional no hubiese sido posible. Y por supuesto del papel importante que ha tenido en la misma la impresión 3D, puesto que, aunque el ser humano quiera fabricar ciertas piezas de pequeño tamaño, su precisión no es la misma que la que tiene la tecnología, por lo que le ha permitido a Seat ahorrarse muchos errores y tiempo en la fabricación de ciertas piezas e incluso reducir costes al no tener que recurrir a proveedores.

Analizando a Amazon se ha podido comprobar cómo la aplicación que hace de la inteligencia artificial le ha permitido conocer a fondo a sus clientes, ya que ha entendido que estos son los más importantes para su empresa, y le ha otorgado la capacidad de saber qué es lo que quiere cada uno de los mismos, incluso antes de que vuelvan a comprar algo. Así como la posibilidad de establecer los productos más cerca de sus consumidores, consiguiendo incluso entregas en un tiempo record, gracias a la información que se obtiene con esta tecnología. Esto es de gran importancia teniendo en cuenta en todo momento que se trata de una empresa de comercio electrónico. Igualmente, se ha demostrado que la introducción de los robots en la realización de entregas es posible, aunque aún esté en proceso de desarrollo, así como el conseguir una tienda o almacenes totalmente automatizados, convirtiéndola en una de las empresas

con una mayor flota de centros en los que se aplica la industria 4.0, dándole la posibilidad de ofrecer un servicio que pocas empresas de comercio electrónico pueden hacer. Además de que, de igual forma que realiza Seat, ha sabido utilizar de la mejor forma el IOT para que sus clientes tengan una mayor información sobre sus pedidos a través de la conocida ‘Amazon Alexa’ que se encuentra ya en la gran mayoría de los hogares.

Si analizamos los resultados de manera conjunta podemos destacar la forma en la que, tanto Seat como Amazon, han conseguido reinventarse en ámbitos como la fabricación, la atención al cliente y sobretodo, en el transporte de mercancías, gracias a la aplicación que hacen de tecnologías como el Big Data, la inteligencia artificial, los robots autónomos, etc., y a la gestión adecuada que realizan de la información generada por cada una de estas tecnologías, como ya se ha indicado. Además de cómo han conseguido introducir la robótica colaborativa en sus almacenes y fabricas facilitando el trabajo a sus empleados, ya que al tratarse de empresas que trabajan con materias primas muy pesadas, en el caso de Seat, o con grandes cantidades de envíos y paquetes, en el caso de Amazon, esto va a hacer que sus trabajadores estén más motivados al realizar trabajos menos repetitivos, favoreciendo un ritmo positivo de fabricación que se traduce en un menor tiempo de espera para los clientes a la hora de adquirir los coches o artículos comprados por los mismos. De esta forma, han conseguido potenciar las relaciones con sus consumidores, en buena parte gracias a la industria 4.0, ya que para Seat y Amazon el cliente es lo más importante. Por otra parte también se ha podido comprobar cómo Seat ha sabido sacarle partido al desarrollo de los robots autónomos en zonas exteriores para un mejor transporte o el uso que ha conseguido otorgarle a los Drones que, de igual forma que realiza Amazon, le ha permitido reducir el tiempo de realización de sus entregas. Así como ambas han conseguido hacer un buen uso del Big data, tan necesario en las empresas inmersas en la industria 4.0, y de la inteligencia artificial.

Del mismo modo, se ha podido reconocer la importancia que tiene para ambas la seguridad, ya que este proceso no habría tenido la misma eficacia si no hubieran realizado las inversiones pertinentes para garantizar la seguridad de sus trabajadores, maquinas, robots, y en general, de todos los elementos que mantienen conectados dentro de las mismas. Así como también, si no hubieran hecho una adecuada gestión de la

cantidad de información que tienen que tratar a lo largo de sus cadenas de suministro y que es recogida por el Big Data.

Por tanto, con el estudio de Seat y Amazon se ha podido mostrar que son muchas las ventajas que les ha aportado la aplicación de la industria 4.0, como es la mayor agilización del transporte, la reducción de los tiempos de fabricación de los vehículos y preparación de pedidos, el mayor valor que han conseguido general para el cliente, el acortamiento de las cadenas de suministro, mejora de la logística, la mejor gestión de sus centros de distribución, etc., Así como muchas las tecnologías de la industria 4.0 que han conseguido penetrar en sus cadenas de suministro (Tabla 2). Se puede decir que la industria 4.0 llegó a Seat y a Amazon para quedarse, consiguiendo en ambas una nueva forma de hacer negocio, mucho más rentable y sostenible. Este no ha sido un proceso que se haya introducido con rapidez en ambos casos, ya que han sido muchos los esfuerzos que han tenido que realizar hasta estar tan digitalizadas y pasar de ser empresas con la automatización mínima a empresas relevantes por su cadena de suministro totalmente integrada

Tabla 2. Resumen de las principales tecnologías 4.0 aplicadas en Seat y Amazon.

 SEAT	Realidad aumentada y virtual, Simulación, Robótica colaborativa, IOT, Big Data, Drones, Robots Autónomos, Fabricación aditiva/impresión 3D, Inteligencia artificial, Blockchain.
	Big Data, Inteligencia artificial, Robots Autónomos, Robótica colaborativa, Ciberseguridad, IOT, Blockchain, Drones.

Fuente: Elaboración propia

Así que, se puede establecer que los casos analizados son una imagen clara de lo que está pasando actualmente en el mundo empresarial y de que son muchas las tecnologías que se están aplicando actualmente de la cuarta revolución industrial, siendo cada vez más las empresas que se están sumando a este cambio y mayor la concienciación por parte de los gobiernos en cuanto a la digitalización, siendo muchas las ayudas que actualmente están dando para que la industria 4.0 llegue a la cadena de suministro de más empresas que no cuenta con los medios necesarios para poder aplicarla.

5. CONCLUSIONES.

Como conclusión se puede destacar la gran cantidad de información que actualmente se puede conseguir sobre dos temas tan importantes como son la industria 4.0 y la cadena de suministro. Dicha información ha permitido obtener todos los datos necesarios para un buen aprendizaje de los conceptos y desarrollo del trabajo.

Con este trabajo se ha podido demostrar la cantidad de tecnologías que actualmente están irrumpiendo en el mundo empresarial en su conjunto y como éstas están permitiendo evolucionar en la forma de hacer negocios. También se ha demostrado como esta importancia de la industria 4.0 está creciendo a una velocidad vertiginosa en aspectos de la cadena de suministro de las empresas, llegando a ser fundamental ya en ciertos sectores para no perder el potencial que tenían e incluso para ganar mucho más. Es por esto que se ha querido estudiar en profundidad que tecnologías han sido las más importantes en este aspecto de una forma más específica, llevándolo a la aplicación en casos reales de empresas que actualmente lo están aplicando y no paran de evolucionar para conseguir su mejor versión de negocio y así hacer frente a la competencia como es el caso de Seat y Amazon.

En vista de esto, se ha podido ver que las partes de la cadena de suministro a las que más está afectando la industria 4.0 son en la fabricación propiamente dicha y a los almacenes, centros de distribución, etc., es decir, todo aquello relacionado con la logística de las empresas. Esto es debido en mayor medida por la introducción de medios robóticos y máquinas automáticas que permiten que, aparte de los beneficios que le aportan a las empresas, el servicio ofrecido al cliente mejore en gran medida. También gracias a la cantidad de datos que se procesan por estas tecnologías como el Big Data o la inteligencia artificial, que le permite a la empresa contar con una información precisa en tiempo real, mejorando las conexiones y comunicación de extremo a extremo de la cadena de suministro.

Además se puede destacar que son muchos los beneficios que aporta la combinación de la cadena de suministro y la industria 4.0, motivo por el cual cada vez son más las empresas que se interesan por este tema. Entre estos está los menores costes que le supone a la empresa por la reducción de procesos que de forma tradicional no se podrían eliminar, una mayor eficiencia a consecuencia de los menores errores que se

producen gracias a los datos que aportan una información más clara y precisa. Una mayor calidad de los productos, comunicación con el cliente, flexibilidad, sostenibilidad, etc.

En cuanto a los casos analizados hemos podido ver que las tecnologías disruptivas que más se están aplicando son el análisis de datos a través del Big Data y la robótica colaborativa que ayuda a la digitalización sirviendo de apoyo a los trabajadores en el transporte de paquetes, así como los robots autónomos en los almacenes y en zonas exteriores. El internet de las cosas para poder localizar los diferentes envíos, la inteligencia artificial para un mejor conocimiento de los clientes, tener una mejor relación con los mismos pudiendo prestar un servicio totalmente personalizado, así como la realidad aumentada, simulación, impresión 3D, blockchain, etc. Además de las pruebas realizadas con Drones, siendo esta una de las tecnologías del futuro para la reducción de tiempos de entrega. Todo esto no sería posible si las empresas no contaran con una buena Ciberseguridad que proteja de posibles ciberataques a todos aquellos elementos que se encuentran conectados a la red.

Por tanto, los resultados han establecido que la industria 4.0 a pesar de ser un concepto que está muy presente en la cadena de suministro de muchas empresas, no para de evolucionar y de proporcionar cambios para los que las empresas que decidan implantarla deben estar preparadas. Y también son muchos los avances que aún se debe realizar en este campo en cuanto a tecnología, formación, concienciación, etc., aunque como la gestión de la cadena de suministro es fundamental, su presencia cada vez va a ser mayor conforme vaya pasando los años y vaya avanzando las tecnologías. Sí que es cierto que no es un proceso fácil, por lo que las empresas que quieran aplicarla en sus cadenas de suministro deben saber cuál es su capacidad real para llevarla a cabo y si cuenta con los medios necesarios.

Como reflexión última y personal, he de decir que no imaginé al comenzar el trabajo que el impacto que está teniendo la industria 4.0 en las empresas fuera tan importante y fundamental para las mismas. Ni tampoco pensé que sus beneficios fueran tantos. Gracias a la digitalización se están consiguiendo avances que hace unos años serían impensables, con unos beneficios claros tanto para la empresa como para la sociedad en su conjunto.



6. WEBGRAFÍA Y BIBLIOGRAFÍA.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, L. J. (2016). *Big Data, Análisis de grandes volúmenes de datos en organizaciones*. Alfaomega Grupo Editor.
- Alcaraz, M. (2014). Internet de las cosas. *Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción*, (1), 2-3.
- Alicke, k., Rexhausen, D., Seyfert, A. (2017). *Supply Chain 4.0 in consumer goods*. Mckinsey&Company, 1-11.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. Pearson educación.
- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: fabricando el futuro* (Vol. 647). Inter-American Development Bank. pp. 9-28
- Becerra-González, K., Pedroza-Barreto, V., Pinilla-Wah, J., & Vargas-Lombardo, M. (2017). Implementación de las TIC´ S en la gestión de inventario dentro de la cadena de suministro. *Revista de Iniciación Científica*, 3(1), 36-49.
- Bú, R. C. (1994). *Simulación: un enfoque práctico*. Editorial Limusa. p.18
- Buisán, M., & Valdés, F. (2017). La industria conectada 4.0. *ICE, Revista de Economía*, (898).
- Cabeza Gavira, R. M. (2018). Industria 4.0 y sus aplicaciones a la optimización de procesos y eficiencia energética.
- Calatayud, A., & Katz, R. (2019). *Cadena de suministro 4.0: Mejores prácticas internacionales y hoja de ruta para América Latina* (Vol. 744). Inter-American Development Bank.
- Chopra, S., & Peter, M. (2008). *Administración de la cadena de suministro*. Pearson educación.
- ESPINAL, A. C., & Montoya, R. A. G. (2009). Tecnologías de la información en la cadena de suministro. *Dyna*, 76(157), 37-48.
- de Castro, G. A., Valenzuela, M. G., & Calvo, P. Z. (2017). Transformación digital de la cadena de suministro para una distribución omnicanal: la experiencia de Amazon. *Distribución y consumo*, 27(147), 54.
- del Carmen, D. (2020). Tecnologías 4.0 empleadas en industrias del área metropolitana de Monterrey.
- del Val Román, J. L. (2016, March). Industria 4.0: la transformación digital de la industria. In *Valencia: Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática, Informes CODDII*.
- Díaz, R. B., Francolí, J. F., & Martínez, C. P. (2017). La industria 4.0: el estado de la cuestión. *Economía industrial*, (406), 151-164.
- Garrell, A., & Guilera, L. (2019). *La industria 4.0 en la sociedad digital*. Marge books.
- Hernandez, N. L., & Florez-Fuentes, A. S. (2014). Computación en la nube. *Mundo Fesc*, 4(8), 46-51.
- Hernández-Castellano, P. M., Gutiérrez Barcenilla, A., Martínez Rivero, M. D., Marrero-Alemán, M. D., Paz Hernandez, R., Suárez García, L. A., & Ortega García, F. (2018). *Tecnologías de fabricación aditiva*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC).
- Hill, C. A., & Scudder, G. D. (2002). The use of electronic data interchange for supply chain coordination in the food industry. *Journal of operations management*, 20(4), 375-387.
- Millás, V. M. (2019). El despliegue de las redes 5G, o la geopolítica digital. *Análisis del Real Instituto Elcano (ARI)*, (31), 1.



- Pérez-Lara, M., Saucedo-Martínez, J. A., Salais-Fierro, T. E., & Marmolejo-Saucedo, J. A. (2016). Caracterización de modelo de negocio en el marco de industria 4.0. In *Congreso Internacional de Logística y cadena de suministro, CiLOG2016*.
- Pineda, F. (2020). Ciberriesgos en la cadena de suministro 4.0. *Red seguridad: revista especializada en seguridad informática, protección de datos y comunicaciones*, (89), 68-69.
- Retamal, C., Roig, J., & Tapia, J. (2017). La blockchain: fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías disruptivas. *Economía industrial*, 405, 33-40.
- Reuelta Martinez, T. (2019). Aplicación de la industria 4.0 en el área de la logística.
- Rouhiainen, L. (2018). Inteligencia artificial. *Madrid: Alienta Editorial*.
- Ruiz Navarro, R. (2015). Influencia de e-business y e-logistic en la cadena de suministro.
- Sáenz, C. C. (2016). Industria 4.0.
- Servera-Francés, D. (2010). Concepto y evolución de la función logística. *INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 20(38), 217-234
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Debate.
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2017). La revolución blockchain. *Descubre cómo esta nueva tecnología transformará la economía global. ediciones deusco. séptima edición. recuperado en webdelprofesor. ula. ve/economia/oscard/materias/E_E_Mundial/Economia_Internacional_Krugman_Obstfeld. pdf*.
- Terrado, A. A. (2007). La cadena de suministro. El Cid Editor- Ciencias Económicas y Administrativas.
- Tundidor, A., Hernández, E., Peña, C., Martínez, J., Campos, J., & Hernández, C. (2018). *Cadena de suministro 4.0*. Marge Books.
- Urcuqui, C. C., Peña, M. G., Quintero, J. L. O., & Cadavid, A. N. (2018). *Ciberseguridad: Un enfoque desde la ciencia de datos*. Universidad ICESI.
- Yépez, C. A. Z., Kuffó, E. G., Velásquez, M. V., & Medranda, Y. F. (2020). Beneficios y desafíos del uso de las TIC en la cadena de suministro. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 8(15), 128-142.

WEBGRAFIA

- Acero, L. B. (2020). *Sincronizando la cadena de suministro multimodal*.
<https://www.zlc.edu.es/es/noticias/sincronizando-la-cadena-de-suministro-multimodal/>
- Álvarez, R. (2018). *Visitamos Amazon Go: Así es la experiencia de compra en una tienda semi automatizada sin cajeros*.
[Visitamos Amazon Go: así es la experiencia de compra en una tienda semi automatizada sin cajeros \(xataka.com\)](http://xataka.com)
- Cámara, N.(2020). *DiGiX 2020: Un índice multidimensional del grado de digitalización*, BBVA Research.
[Global | DiGiX 2020: Un índice multidimensional del grado de digitalización | BBVA Research](https://www.bbva.com/es/global-di-gi-x-2020-un-indice-multidimensional-del-grado-de-digitalizacion/)
- Contreras, S. D, Salazar, V.V, (2021). *Definición, conformación e integración de la cadena de suministro*.
<https://www.evaluandosoftware.com/definicion-conformacion-e-integracion-la-cadena-suministro/>
- Espaliat, M.(2017). *IV revolución industrial, industria 4.0 y economía circular*.

<https://www.prevencionintegral.com/comunidad/blog/hacia-mundo-sostenible/2017/12/04/iv-revolucion-industrial-industria-40-economia-circular>

García, R., Rodríguez, M., Junquera U, C., Rodríguez, R., Pedrera, R., Orive, M., Brito, N., Mesonero-Romanos, R., Sánchez, G., Poveda, J., Valiente, J. (2018). *La gestión de la Cadena de Suministro en la Era de la Industria 4.0*. Guía CEL e IBM

https://cel-logistica.org/wp-content/uploads/2018/12/GUIA-IBM-CEL-Industria-Conectada-en-la-cadena-de-suministro_presentada-en-Logistics-2017-2.pdf

Gobierno de España. (2021). *Abierta la 4ª edición del Programa de Ciberseguridad Industrial del Gobierno Vasco*. Gobierno de España.

<https://www.industriaconectada40.gob.es/difusion/noticias/Paginas/abierta-la-4-edicion-del-programa-de-ciberseguridad-industrial-del-gobierno-vasco-.aspx>

Infocyt. (2021). *Cybersecurity 101: Intro to the Top 10 Common Types of Cybersecurity Attacks*.

<https://www.infocyt.com/es/blog/2019/05/01/cybersecurity-101-intro-to-the-top-10-common-types-of-cyber-security-attacks/>

McCloughlin, M. (2019, 3 de junio). *La verdadera historia tras la guerra del 5G (y el veto a Huawei): todo lo que debes saber*. EL CONFIDENCIAL.

https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2019-06-02/huawei-5g-nokia-ericsson-lucha-mundial_2043234/

Roldán, P.N. (2017). *Cadena de suministro*.

www.economipedia.com

Ramírez Cadena, M. D. J., Macías Hidalgo, I., & Ibáñez Viruega, K. I. (2019). *Integración vertical y horizontal*.

<https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/636028/19.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Seat. (2021). *Informe anual 2020*.

https://www.seat.es/content/dam/countries/es/seat-website/sobre-seat/reporte-anual/pdf/others-annual_report_2020_full-NA-NA-NA-march-2021.pdf

Seat. (2020). *Informe anual 2019*

https://www.seat.es/content/dam/countries/es/seat-website/sobre-seat/reporte-anual/pdf/others-annual_report_2019_full-NA-NA-NA-march-2020.pdf

Smit, J., Kreutzer, S., Moeller, C., & Carlberg, M. (2016). *Policy Department A: Economic and Scientific Policy—Industry 4.0*. European Parliament, EU, 1-94.

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU\(2016\)570007_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU(2016)570007_EN.pdf)