



MÁSTER OFICIAL EN EMPRESA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

CURSO ACADÉMICO 2018/2019

TRABAJO FIN DE MÁSTER

INDUSTRIA 4.0: BASES TECNOLÓGICAS DE LAS SMART FACTORIES

INDUSTRY 4.0: TECHNICAL BASES OF SMART FACTORIES

Autor: D^a. Cristina Corino López

Tutor: Dr. D. Pedro Solana González

Santander, 20 de Junio de 2019

Agradecimientos:

*A mi tutor Pedro Solana González, por
todo el apoyo brindado, así como su
dedicación y entusiasmo mostrado
con este proyecto.*

*A los profesionales y académicos que han
colaborado en el estudio, aportando sus
conocimientos, opiniones y experiencias
sobre la materia.*

*A mi familia y amigos, por toda la
confianza depositada en mí.*

A todos ellos, gracias.

INDUSTRIA 4.0: BASES TECNOLÓGICAS DE LAS SMART FACTORIES

Resumen

La Industria 4.0 también es conocida como la cuarta revolución industrial o fábrica inteligente. Se podría decir que lo más novedoso de este término es la introducción de las tecnologías digitales en los procesos de fabricación.

Las continuas innovaciones tecnológicas abarcan nuestra sociedad y mejoran la calidad de vida de las personas. Es por ello, que muchas empresas han comenzado a incluir estas tecnologías en sus procesos de producción y cada vez son más las que año a año se unen a esta nueva revolución industrial en nuestro país. Tecnologías tales como la Inteligencia Artificial, el Big Data, la Ciberseguridad o el Internet de las Cosas, ya están integradas en la industria. Estas trabajan conjuntamente con el hombre, tal y como ocurrió en la primera revolución industrial, cuando el hombre y la máquina debían trabajar como uno solo. Solo que esta vez, a esa máquina, se le ha dotado de cierta inteligencia.

El principio fundamental de la Industria 4.0 se basa en la digitalización interna, la cual tiene que ver con la automatización de las fábricas. No obstante, es erróneo considerar este término como el único factor influyente, pues existen muchas otras tecnologías que conjuntamente forman la Industria 4.0. Entre otras se destaca el Internet de las Cosas (IoT), la Robótica, la automatización y la Cultura Maker.

Utilizando estos cuatro factores como base, se estudiará toda la información relevante sobre las principales tecnologías influyentes, analizando las características y aplicaciones de cada una de ellas, además de su importancia relativa dentro de la Industria 4.0.

Gracias a la colaboración de algunos académicos y profesionales en la materia, se podrán obtener las opiniones de personas implicadas en este fenómeno de una forma directa o indirecta. Además, a través del estudio de resultados, permitirá proponer una nueva definición a este concepto, así como determinar las tecnologías más influyentes en la misma y analizar cuáles son las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que trae consigo la Industria 4.0.

Palabras clave:

Industria 4.0, Cuarta revolución industrial, Tecnologías de la Información, Internet de las cosas, Robótica, Inteligencia Artificial (IA), Big Data, Cultura Maker, Transformación digital, Automatización.

INDUSTRY 4.0: TECHNICAL BASES OF SMART FACTORIES

Abstract

Industry 4.0 is called as the fourth industrial revolution or smart factory. It could say that the newest of this term is the introduction of digital technologies into manufacturing processes.

The continuous technological innovations encompass our society in addition to increasing our wellness. It's for this, that many companies have begun to introduce technologies to their manufacturing processes year by year. Technologies such as artificial intelligence, the Big Data, the "Internet of Things" (IOT) are working jointly with man. We can see as that is similar to the first industrial revolution when the man and the machine should work like only one, but now, this machine has been endowed with intelligence.

The fundamental rule of Industry 4.0 is based on the digitization, besides this there are many technologies for instance: the "Internet of things", the robotic, the automation and the "Maker Culture".

With these four technological areas, I'll search for information about the principal technologies, I'll analyze their characteristics, uses and the importance in industry.

Thanks to the collaboration of academics with their opinions about of this change, moreover of the surveys done to professionals. I'll determine the most influential technologies, furthermore which are the weaknesses, threats, strengths and the opportunities of the Industry 4.0.

Keywords:

Industry 4.0, Fourth Industrial Revolution, Information technology, Internet of Things (IOT), Robotic, Artificial Intelligence (AI), Big Data, Maker Culture, Digital transformation, Automation.

ÍNDICE

1. Marco general del trabajo	7
1.1 Introducción	7
1.2 Justificación del tema	8
1.3 Objetivos del trabajo	8
1.3.1 Objetivo general	8
1.3.2 Objetivos específicos	9
2. Estado del arte y revisión de la literatura	10
3. Metodología	12
4. Marco teórico	13
4.1 Principios	14
4.2 Ámbitos de la Industria 4.0	15
4.2.1 Automatización	17
4.2.2 Internet de las Cosas (IoT)	19
4.2.3 Cultura Maker	22
4.2.4 Robótica	24
5. Desarrollo empírico	29
5.1 Consulta a expertos	29
5.2 Análisis de resultados	30
6. Resultados y discusión	50
7. Conclusiones	53
8. Limitaciones y líneas futuras de trabajo	55
9. Referencias	56
10. Terminología	60
11. Anexos	61
Anexo 1. Formulario: La importancia de la Industria 4.0	61
Anexo 2. Informe de resultados	68

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Revolución Industrial (1784 - Presente)</i>	10
<i>Figura 2. Industria 4.0</i>	14
<i>Figura 3. Evolución Digital</i>	13
<i>Figura 4. Conceptos relacionados con la Industria 4.0 aportados por los expertos</i>	31
<i>Figura 5. IOT como la principal atribución a la Industria 4.0</i>	33
<i>Figura 6. Mapa de la Industria 4.0 en Alemania</i>	51

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Tecnologías influyentes en la Industria 4.0</i>	15
<i>Tabla 2. Robots colaborativos</i>	26
<i>Tabla 3. Robots sensitivos</i>	28
<i>Tabla 4. Valoración de los conceptos relacionados con la Industria 4.0</i>	32
<i>Tabla 5. Implicaciones de la Industria 4.0 según los expertos</i>	34
<i>Tabla 6. Importancia de cada ámbito tecnológico en la Industria 4.0 según los expertos</i>	39
<i>Tabla 7. Relación entre cada ámbito tecnológico con las diferentes metas empresariales</i>	44
<i>Tabla 8. Análisis DAFO de las Pymes industriales en España a la hora de acceder a la Industria 4.0</i>	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1. Valoración de los conceptos relacionados con la Industria 4.0</i>	33
<i>Gráfico 2. Países más avanzados en Industria 4.0</i>	35
<i>Gráfico 3. Resultados globales sobre cómo se encuentran las empresas</i>	35
<i>Gráfico 4. Media de los resultados sobre cómo se encuentran las empresas</i> ..	37
<i>Gráfico 5. Valoración de cada ámbito tecnológico según los expertos</i>	39
<i>Gráfico 6. Replanteamiento de los cuatro ámbitos tecnológicos más influyentes</i>	40
<i>Gráfico 7. Tecnologías que generan un mayor impacto en la Industria 4.0</i>	42
<i>Gráfico 8. Cinco tecnologías que generan mayor impacto en la Industria 4.0</i> ..	42
<i>Gráfico 9. Relación de cada ámbito tecnológico entre las metas empresariales</i>	45
<i>Gráfico 10. Políticas institucionales a nivel de la Administración a aplicar en la Industria 4.0</i>	46
<i>Gráfico 11. Limitaciones o barreras a las que se enfrentan las empresas</i>	47
<i>Gráfico 12. Áreas funcionales de la organización más afectadas</i>	48

1. MARCO GENERAL DEL TRABAJO

1.1 INTRODUCCIÓN

La Industria 4.0 también es conocida como la cuarta revolución industrial o fábrica inteligente. Se podría decir que lo más novedoso de este término es la introducción de las tecnologías digitales en los procesos de fabricación.

Analizando el concepto de Industria 4.0 se llega a la conclusión de que, en su conjunto, es un término difuso, debido a que, en la actualidad, es muy común que se acuñen términos que aún no se encuentran bien definidos, dado que son temas muy novedosos. Es altamente probable que aún no exista una definición clara acerca de la Industria 4.0, puesto que se podría decir que es un concepto que se va construyendo por las ideas que aportan los diferentes profesionales en la materia. Pese a eso, bien es cierto que existe una clara relación entre la Industria 4.0 y la digitalización de las empresas. Se le llama pues, digitalización, a *“un proceso de transformación empresarial que precisa un plan estratégico innovador, con el foco en el nuevo modelo de mercado. Además, la pieza clave del cambio son las personas que integran la compañía, mediante un compromiso sólido con el cambio”* (People Define Marketing, 2017), es así que se pueden distinguir dos tipos de digitalizaciones, la digitalización externa e interna.

La digitalización externa está relacionada con las competencias digitales, las redes sociales, Smartphones, Big Data, posicionamiento SEO, entre otras. Mientras que la digitalización interna tiene que ver con el término explicado anteriormente, la industria 4.0, la automatización de las fábricas, la digitalización de las empresas, etc. Algunos autores consideran que la digitalización de las empresas no es una opción, sino más bien una oportunidad, y llegará el momento en el que esa oportunidad se convierta en una obligación.

La digitalización no es la única definición clave relacionada con la Industria 4.0. Es así como a lo largo del trabajo se analizarán qué tecnologías forman parte de esta cuarta revolución industrial y qué trascendencia tienen sobre ella.

A continuación, se muestra la estructura del trabajo propuesta.

En primer lugar, se ha presentado una introducción a la materia, en segundo lugar, se justifica el trabajo seleccionado, estableciendo a su vez los distintos objetivos del trabajo, generales y específicos. En tercer lugar, mediante el estado del arte y revisión de la literatura se ha analizado la situación actual de la industria, cuál es su nivel de desarrollo y sus principales limitaciones. En cuarto lugar, se muestra la metodología aplicada a lo largo de este trabajo. En quinto lugar, se encuentra el desarrollo empírico donde se muestran las estrategias y el estudio realizado. En sexto lugar, se analizan las respuestas aportadas por los expertos en los resultados y discusión. En séptimo lugar, se muestran las conclusiones de los datos obtenidos en los dos apartados anteriores y como se han cumplidos los objetivos del trabajo. Finalmente, se exponen las diferentes limitaciones encontradas a la hora de realizar el presente trabajo, además de las distintas posibilidades de expansión del mismo.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

Fue en 2013, cuando ya se comenzaban a publicar artículos sobre las transformaciones digitales de las empresas, según publicó la consultora *Mckinsey & Co* esta transformación tenía un mayor impacto *“en la organización y producción de las factorías y en la gestión de la relación con el cliente”* (Archanco, 2016).

Desde entonces, con el paso de los años, este tema ha cobrado una mayor importancia. Las continuas innovaciones tecnológicas están cada vez más presentes en las empresas como la Inteligencia Artificial, el Big Data, la Ciberseguridad, el Internet de las Cosas, etc. Es por esto que *“supone una nueva forma de organizar los medios de producción, permitiendo que las fábricas inteligentes del futuro sean capaces de adaptarse mejor a las necesidades de los clientes”* (Grupo Garatu, 2016).

La Industria 4.0 supone un cambio muy importante, no solo para las industrias, sino además para todas aquellas empresas que estén en relación con ella. Esta industria inteligente supone una *“fuente de competitividad para las industrias occidentales con costes de mano de obra, costes de energía y niveles de compromiso social, mucho más elevados que sus homólogos de los países emergentes”* (Archanco, 2016).

Dado que es un tema de actualidad, y que muchas empresas, incluidas industrias cántabras, se están uniendo a esta Industria 4.0, será interesante entender cómo ven ellas esta nueva revolución, qué tecnologías aplican en ese sector y qué repercusión tienen estas en el mercado.

1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO

El concepto Industria 4.0 es relativamente reciente, sin embargo son muchas las definiciones aportadas para lo que se conoce ya como la cuarta revolución industrial. El término Industria 4.0 aún no está consolidado, no estando aun suficientemente claras las diferentes tecnologías que influyen en este nuevo paradigma.

El objetivo del presente trabajo es comprender y caracterizar la Industria 4.0. Para ello, se realizará una revisión documental y se tomará como base las opiniones de expertos, con el fin de que este difuso término se consolide y que el estudio puede servir de ayuda a las empresas que se planteen desarrollarlo.

1.3.1 Objetivo general

Los objetivos generales del presente trabajo son los siguientes:

- 1) Analizar de forma general la Industria 4.0 y ver qué tecnologías influyen en ella.
- 2) Detallar la información relevante sobre las principales tecnologías de la cuarta revolución industrial, analizando el uso que se realiza de ellas en las empresas y su importancia relativa en la Industria 4.0.
- 3) Elaborar un formulario para posteriormente realizar entrevistas a expertos en la materia.

Estudiar los resultados de las encuestas realizadas con el fin de poder dar una definición firme al concepto “Industria 4.0”, así como determinar las tecnologías más influyentes en la misma.

1.3.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos del presente trabajo son los siguientes:

- Objetivo E1: Estudio general de las diferentes revoluciones industriales hasta la actual Industria 4.0.
- Objetivo E2: Analizar qué publican los expertos sobre la Industria 4.0, definición y principios.
- Objetivo E3: Seleccionar cuáles son los principales ámbitos tecnológicos con el fin de investigar sobre ellos y ver qué tecnologías los forman, además de ver su influencia en la Industria 4.0.
- Objetivo E4: Reflexionar sobre la información extraída para elaborar una encuesta que posteriormente sea respondida por expertos en la materia.
- Objetivo E5: Analizar los resultados proporcionados en las encuestas, y si fuera preciso, realizar una segunda entrevista, donde comentar las discrepancias de opiniones sobre alguna cuestión.
- Objetivo E6: Realizar un estudio exhaustivo sobre las definiciones de la Industria 4.0 aportadas por los expertos, con el fin de formular una definición consolidada de Industria 4.0, así como confirmar cuales son los ámbitos tecnológicos influyentes en misma.

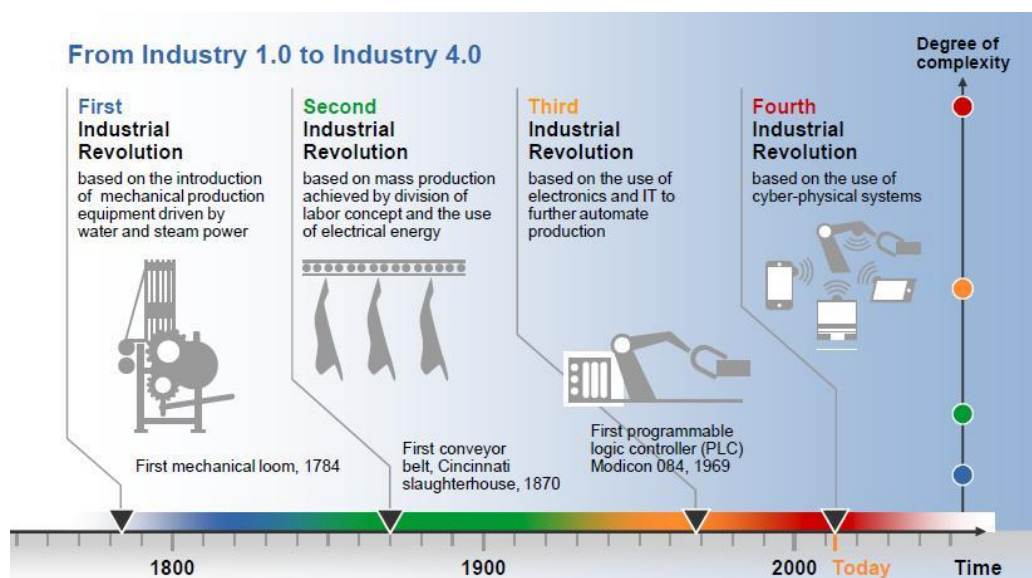
2. ESTADO DEL ARTE Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

A continuación, se analizará la información recabada sobre la Industria 4.0, desde su historia hasta un análisis de sus características, principios y tecnologías con el fin de poder analizar los aspectos clave que la conforman, para posteriormente poder mantener una discusión con los diferentes expertos en la materia.

El concepto de Industria 4.0 es un término muy novedoso que se ha utilizado a lo largo de este siglo XXI. Si hay algo en lo que están de acuerdo los expertos que han estudiado este término, es que nos encontramos ante una cuarta revolución industrial. Para poder analizar esa afirmación, a continuación, se muestran las diferentes características y tecnologías de cada revolución industrial desde sus inicios hasta día de hoy.

Con ayuda de la Figura 1, se detallará brevemente los diferentes avances sufridos por las cuatro revoluciones industriales y tecnológicas a lo largo de la historia.

Figura 1. Revolución Industrial (1784 - Presente)



Fuente: Empower NPI

Por consiguiente, remontándonos a 1784, nos encontramos con la primera Revolución Industrial, la cual supuso una alteración tecnológica, social y económica. La primera Revolución Industrial se basaba en la introducción de equipos de producción mecánicos impulsados por agua y la energía de vapor, lo que conllevó sustituir gran parte de los trabajos manuales por maquinaria. Por lo que, al tratarse de la primera Revolución Industrial estamos hablando del primer punto de inflexión en la historia.

Esta revolución, originada en Inglaterra, tuvo un mayor impacto en las industrias textiles (donde las máquinas de hilar ya empezaban a tomar protagonismo) y en la industria del transporte (que impulsó el comercio internacional). Los dos inventos más característicos de esta primera Revolución Industrial son la máquina de vapor, construida en 1768 por James Watt y la Bombilla en 1809 por Humphry Davy.

Un siglo después, en 1870 comenzaba la segunda Revolución Industrial, también conocida como la segunda fase de la Revolución Industrial, debido a que, a pesar de su importancia, no se generó una ruptura clara entre las dos. Más bien, *“la Segunda Revolución Industrial fue un fortalecimiento y perfeccionamiento de las tecnologías de la Primera Revolución Industrial”* (Factoria Histórica, 2011). No obstante, esta etapa estaba basada en la producción en masa, la cual se alcanzó gracias al concepto de división de tareas y el uso de energía eléctrica.

Esta vez, emergería en Alemania e Inglaterra desde donde se extendió lentamente por toda Europa. Esta revolución tuvo un mayor impacto en la industria química, eléctrica petrolífera y metalúrgica. Gracias a la utilización de nuevos materiales (metales, químicos, etc.) y el empleo de nuevas fuentes de energía (electricidad, petróleo, gas, etc.), se crean diferentes invenciones, tales como el teléfono por Alexander Graham Bell en 1876, el automóvil en 1885 por Karl Benz, o el avión por los hermanos Wright en 1899.

No sería hasta 1969, un siglo después, donde comenzaría la tercera Revolución Industrial o revolución científico-técnica, en Estados Unidos y Japón, donde a diferencia de las dos anteriores revoluciones, esta incluye la revolución de la inteligencia. Caracterizada por suponer *“un gran avance en la ciencia, la tecnología, el ordenador, (con la llegada de las computadoras, la creación de la Internet, el software y los dispositivos móviles) la robótica y la electrónica”* (Escuelapedia, 2016).

Esta revolución se caracteriza por el uso de electrónica e informática (IT), la cual se utilizó para promover la producción automatizada. Esta fase supuso un gran avance en lo referente a la ingeniería genética y la biotecnología.

Finalmente, desde hace casi una década, el término Industria 4.0 cobra gran importancia, en parte debido, a las importantes innovaciones y mejoras realizadas en la industria durante los últimos años. La Industria 4.0 surge en Alemania, durante el 2013, en la Feria de Hannover¹, *“Where Tomorrow's Industry Is Made”*, es decir, traducido del inglés, “Donde se hace la industria del mañana”. Esta convención es conocida por ser la feria industrial más grande e importante del mundo.

Es importante tener en cuenta dos premisas, según exponen algunos autores expertos en la materia. Por un lado, debido a la importancia que se le da a la tecnología en la tercera Revolución Industrial, hay quienes entienden que esta etapa no es más que una prolongación de la tercera Revolución Industrial hasta día de hoy, ya que al caracterizarse por la tecnología, todos los avances tecnológicos podrían ser atribuibles a esta fase. Por otra parte, muchos otros autores exponen que es posible que nos encontremos ante un cuarto ciclo de evolución industrial.

En el presente trabajo, se pretende analizar esta nueva etapa como la segunda premisa. Bien es cierto que la importancia de la tecnología en la tercera Revolución Industrial fue determinante, pero a través del estudio y análisis de las diferentes tecnologías y principios de la Industria 4.0, nos permitirá contrastar ambas ideas y así poder sacar nuestras propias conclusiones teniendo en cuenta la opinión de los expertos.

¹ Feria de Hannover. The Hannover Messe <http://www.hannovermesse.de/>

3. METODOLOGÍA

Para cumplir los objetivos marcados en el presente trabajo, se realiza un análisis de contenido para estudiar las tecnologías relacionadas con la Industria 4.0 y se llevan a cabo entrevistas a expertos en la materia mediante la elaboración de un formulario.

En primer lugar, se realiza un estudio completo sobre los ámbitos y tecnologías de la Industria 4.0, analizando las características y aplicaciones de cada una de ellas. Para ello, se realiza un análisis documental en base a múltiples referencias, artículos y proyectos en el campo objeto de estudio.

En segundo lugar, se ha elaborado un formulario con aquellas cuestiones más relevantes sobre la materia. Además, en el formulario se proponen dos preguntas abiertas, una de ellas para que los expertos aporten qué supone para ellos la Industria 4.0, y la otra, para que completen un análisis DAFO sobre este concepto.

En tercer lugar, se plantea a una serie de expertos en la materia, la realización del formulario con el fin de contrastar esta información con respecto al análisis documental realizado. Las encuestas comenzaron en febrero y finalizaron en mayo de 2019. En principio, estaba previsto no utilizar más de dos meses, no obstante, este periodo fue ampliado para contactar con más expertos, permitiendo así obtener una mayor exactitud en los resultados. Las encuestas se realizaron vía telemática lo que facilitó acceder a una mayor muestra de expertos.

En cuarto lugar, con la información obtenida, se ha realizado un informe de resultados que ha permitido analizar en profundidad los aspectos generales, las tecnologías y los ámbitos de la Industria 4.0.

4. MARCO TEÓRICO

“El concepto de Industria 4.0 es relativamente reciente y se refiere a la cuarta revolución industrial que consiste en la introducción de las tecnologías digitales en la industria” (Industria Conectada 4.0, 2015), es así como lo define Industria Conectada 4.0, una página web creada por el Ministerio de Economía Industrial y Competitividad del Gobierno de España con el fin de aportar ayuda, conocimiento, financiación y herramientas a aquellas empresas interesadas en instaurar la Industria 4.0 en sus empresas.

En términos de crecimiento, se ha producido un importante cambio evolutivo debido a las tres herramientas utilizadas en cada Revolución Industrial. Como se ve en la siguiente figura, ahora mismo nos encontramos en la Revolución Digital donde podemos considerar que el conocimiento es nuestra más valiosa y principal herramienta.

Figura 2. Evolución Digital



Fuente: Intensas

“En un contexto en el que el Conocimiento es el recurso estratégico de desarrollo y que, paradójicamente, crece sin cesar, se impone desarrollar una capacidad de aprendizaje permanente. La cuarta revolución industrial impulsada por la revolución digital supone un salto cualitativo en la organización y gestión de la cadena de valor de las empresas. La multiplicación de la conectividad, la aparición de nuevas tecnologías como la computación en la nube, el internet de las cosas, el Big Data o la sensorización, ofrecen nuevas posibilidades a la industria, y plantean nuevos retos que deben abordarse.” (Intensas, 2017).

Esta es tan solo una, de las muchas las definiciones existentes sobre la Industria 4.0. Por ejemplo, según Intensas, considera a la Industria 4.0 como *“la cuarta revolución industrial que consiste en incorporar las nuevas tecnologías (cloud, sistemas ciberfísicos, sensórica, entre muchas otras) a la industria”* (Intensas, 2017).

Figura 3. Industria 4.0



Fuente: Intensas

“El término Industria 4.0 conlleva muchos significados, pero los primeros avances en este ámbito han implicado la incorporación de una mayor flexibilidad e individualización de los procesos de fabricación” (Más ingenieros, 2013)

Bien es cierto que hay algunas definiciones que hablan sobre el uso de ciertos ámbitos aplicados a esta Industria 4.0 mientras que otros resaltan la importancia de algunas tecnologías propias dentro de esos ámbitos. Por lo que, ante un sinfín de información, se proseguirá el estudio recabando cuales son los principios de la Industria 4.0, qué ámbitos la forman y qué le aporta cada uno de ellos.

4.1 PRINCIPIOS

Para que una industria convencional, pueda avanzar hacia esta Industria Inteligente es necesario que cumpla con una serie de imprescindibles. Según expone Power NPI en su página web, en base a su experiencia, podemos encontrar cinco principios que contribuyen a la puesta en marcha de la Industria 4.0 en las empresas (Power NPI, 2017):

1. Capacidad operativa a tiempo real, basada en la adquisición y el procesamiento de datos prácticamente instantáneos, lo que permite la toma de decisiones en tiempo real.
2. Virtualización, creación de una copia virtual de la industria que permite la monitorización remota de todos los procesos de la cadena de producción.
3. Descentralización, llamada así a la toma de decisiones que puede realizarse por el sistema ciberfísico de acuerdo con las necesidades de la producción en tiempo real. Además, las máquinas no solo recibirán comandos, sino que también podrán proporcionar información sobre su ciclo de trabajo.
4. Orientación al servicio, es el uso de arquitecturas de software orientadas a servicios además del concepto de Internet of Things.
5. Modularidad, es la producción basada en la demanda que permite una mayor flexibilidad en el cambio de tareas previstas para la maquinaria.

Entre muchos otros, podemos considerar que estos principios son clave para cualquier empresa que esté comenzando a unirse a esta cuarta Revolución Industrial, pues son, en cierta manera, imprescindibles para la aplicación de la Industria 4.0.

4.2 ÁMBITOS DE LA INDUSTRIA 4.0

La Industria 4.0 lo compone una serie de ámbitos, que estos a su vez lo conforman una serie de tecnologías o desarrollos tecnológicos los cuales son necesarios para su existencia. Son muchas las tecnologías relacionadas con la Industria 4.0, y la gran mayoría influyen en ella, ya sea en mayor o en menor medida.

Gracias a los artículos consultados, además de los diferentes trabajos y tesis de expertos en la materia, se han podido recabar dieciséis conceptos, tecnologías o ámbitos tecnológicos, influyentes en la cuarta Revolución Industrial, los cuales se muestran a continuación.

Tabla 1. Tecnologías influyentes en la Industria 4.0

<i>Digitalización</i>	<i>Automatización</i>	<i>Big Data</i>	<i>Inteligencia Artificial</i>
<i>Industria inteligente / Ciberindustria</i>	<i>Internet de las cosas</i>	<i>Ciberseguridad</i>	<i>Cultura Maker</i>
<i>Robótica y procesos</i>	<i>Sistemas Ciberfísicos</i>	<i>Data Mining</i>	<i>Data Analytics</i>
<i>Transformación Digital</i>	<i>Robótica Colaborativa</i>	<i>Realidad Aumentada</i>	<i>Realidad Virtual</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida en la página web de Intensas

Todas estas tecnologías son de aplicación en la Industria 4.0, no obstante, debido a la limitación sobre la extensión del presente trabajo se deben reducir los anteriores conceptos citados, con el fin de sintetizar este difuso término, y no divagar así en conceptos menos significativos. Es así que se han reducido a cuatro ámbitos con el fin de analizarlas en profundidad y comprender que suponen en la Industria 4.0.

El criterio seguido para la selección de estos cuatro ámbitos ha sido mediante la valoración personal, de ser consideradas “imprescindibles” para la creación de la Industria 4.0, en base a la información recabada en determinados artículos, trabajos, libros y tesis que tratan este término.

Como base, se ha partido del artículo publicado en Hosteltur, donde considera que las tecnologías más disruptivas son el Internet de las Cosas, la Inteligencia artificial, la Realidad aumentada, la robótica y la digitalización, dejando en segundo plano la impresión 3D, la realidad virtual, los drones... Esta información también se ha contrastado con la página web de Intensas, donde expone que las tecnologías relevantes en esta Industria 4.0 son el Internet de las cosas, el Big Data y Analítica avanzada, el Cloud computing y la ciberseguridad.

Por otro lado, gracias a la información recabada, así como a las diferentes opiniones aportadas por los autores, se ha creído necesario tener en cuenta la Cultura Maker por la popularidad que está ganando en la actualidad.

Con esta información, se dedujo pues que los cuatro ámbitos tecnológicos a estudiar son la Automatización, el Internet de las Cosas, la Cultura Maker y la Robótica.

A modo resumen, antes de entrar en materia, se muestra en la tabla siguiente los cuatro ámbitos tecnológicos junto con las tecnologías más significativas según el estudio realizado a lo largo del marco teórico.

Tabla 2. Ámbitos tecnológicos

Automatización	Internet de las Cosas	Cultura Maker	Robótica
<i>Tecnologías:</i> • Sistemas computarizados • Sistemas electromecánicos	<i>Tecnologías:</i> • Comunicación y sensores • Plataformas IOT • Big Data y analítica avanzada • Placas de prototipado rápido	<i>Tecnologías:</i> • Impresoras 3D • Escáner 3D • Cortador láser • Software CAD • Maquinaria CNC	<i>Tecnologías:</i> • Robótica colaborativa • Robótica sensitiva

Fuente: Elaboración propia a partir de la información estudiada

4.2.1 Automatización

Se puede definir la automatización como determinadas acciones que se desarrollan por sí mismas sin la necesidad de que un individuo ajeno a él participe para lograr dicho fin.

Este concepto se remonta a la largo de toda la historia, desde un avance o mecanismo que facilita la acción al individuo hasta la primera Revolución Industrial donde se ven las primeras máquinas de hilar.

Aunque no fue hasta mucho después, a mediados del siglo XIX, donde se comenzó a utilizar este término durante la segunda Revolución Industrial, debido a la utilización de gran maquinaria en la producción en cadena impulsada por Henry Ford². Desde entonces la automatización ha tomado un papel muy importante en la industria y junto con ella ha ido evolucionando. Hay quienes incluso, consideran que *“la Revolución Industrial dio origen a la automatización industrial”* (Dtisa, 2015).

Un sistema automatizado consta de dos partes principales, *“la parte operativa que actúa directamente sobre la máquina (motores, cilindros, compresores...), y la parte de mando, que suele ser un autómata programable (tecnología programada), este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado”* (Gestiopolis, 2018).

Son muchas las ventajas que conlleva la automatización en la industria, entre otras, encontramos la flexibilización de los procesos de producción, el aumento de la eficacia y eficiencia en procesos productivos, la mejora de la calidad total, la reducción de tiempos, una mayor seguridad en los puestos de trabajo, una mayor cualificación de los trabajadores o la integración total y control del proceso de producción.

Automatización industrial

“En la actualidad se detecta una fuerte implantación de los sistemas de control distribuidos en los procesos industriales, por lo cual las necesidades básicas de control están suficientemente cubiertas generalmente con controladores PID³ en sus múltiples configuraciones” (Cifuentes, 2015). Es decir, la utilización de estos controladores PID permiten calcular la diferencia entre la variable real y la variable deseada, gracias al uso de los tres algoritmos de control: la garantía proporcional, la integral y el derivativo.

En cuanto a los sistemas utilizados, *“la automatización industrial se apoya en sistemas computarizados y electromecánicos para controlar y monitorear los procesos que llevan a cabo las máquinas, aparatos o dispositivos incorporados en área industrial”* (Fabricantes maquinaria industrial, 2017).

Existen tres tipos de automatización industrial, la automatización fija, la automatización programable y la automatización flexible. Como se puede observar, la principal característica de estos tres tipos se basa en su usabilidad.

1. La automatización fija, *“se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y*

² Henry Ford. Fue propietario de Ford Motor Company y considerado por muchos como el pionero de la cadena de montaje y padre de la producción en masa.

³ Controlador PID. *“Mecanismo de control que permite regular la velocidad, temperatura, presión y flujo entre otras variables de un proceso en general”* (García, 2013)

tasas de producción elevadas” (Gestiopolis, 2018). Además, requiere una alta inversión dado que el ciclo de vida del dispositivo es la misma que la del producto que se fabrica.

Este tipo de automatización se utiliza para producir grandes volúmenes de producto idénticas, sin posibilidad de personalización o modificación. Los costes que supone son bajos, pero no permite realizar productos diferentes, por lo que no es muy útil a no ser que una empresa deba fabricar únicamente un producto en masa. Un ejemplo de este tipo de automatización serían las líneas de ensamblaje.

2. La automatización programable, *“se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso el equipo de producción es diseñado para adaptarse a la variación de configuración del producto; esta adaptación se realiza por medio de un programa (Software)”* (Gestiopolis, 2018).

Este tipo de automatización se utiliza para fabricar una gran variedad de productos de forma más personalizada y adaptativa a las necesidades del cliente. Un ejemplo de este tipo de automatización serían los Robots industriales.

3. La automatización flexible, es considerado un híbrido entre los otros dos tipos de automatización industrial. *“Los sistemas flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre sí por sistemas de almacenamiento y manipulación de materiales, controlados en su conjunto por una computadora”* (Gestiopolis, 2018).

Este tipo de automatización industrial se utiliza para volúmenes intermedios de producto donde se requieren modificaciones modulares en la línea de producción, por ello se considera ser, el “punto intermedio” entre los dos anteriores tipos de automatización industrial.

De los tres tipos de automatización vistos anteriormente, es la automatización programable la que llama más la atención, pues se puede observar que está íntegramente relacionado con otro ámbito tecnológico mencionado, la robótica. Es más, según hemos podido ver, la robótica, en cierta medida, forma parte de la automatización.

En resumen, *“en un contexto industrial se puede definir la automatización como una tecnología que está relacionada con el empleo de sistemas mecánicos-eléctricos basados en computadoras para la operación y control de la producción”* (Gestiopolis, 2018).

4.2.2 Internet de las Cosas (IoT)

Uno de los habilitadores de la Industria 4.0 es el Internet de las Cosas, traducido del inglés, Internet of Things (IoT). Se puede entender el Internet de las cosas como la capacidad de comunicación que poseen los equipos o personas, para poder transmitirse información mutuamente independientemente del lugar o tiempo en el que se encuentren.

El Internet de las Cosas es la interconexión de “cosas” más que personas, pero esto en parte es debido a que en el mundo hay muchas más “cosas” que personas como se ha comprobado con numerosos estudios, donde se expone que según más avancen los años, más dispositivos se encontrarán conectados a la red.

La Universidad Inca Garcilaso de la Vega a través de su revista electrónica *Perspectiv@*, habla sobre el Internet de las Cosas como una *“revolución tecnológica que posibilita que Internet alcance el mundo real de los objetos físicos, convirtiendo objetos comunes en “cosas inteligentes” conectadas a Internet”* (Pérez & Guerra, 2017)

Dentro del propio término hay un componente complejo que es conveniente mencionar. Las “Cosas” o Things, son instrumentos físicos y virtuales, ya sean máquinas, dispositivos, herramientas, etc... Estos dispositivos conectados mutuamente permiten la fluidez de los datos entre ellos permitiendo así evitar fallos, ahorrar tiempo y lo más importante, ayudar en la toma de decisiones, llegando en algunos casos a anticiparse a posibles errores, valorar nuevas oportunidades, etc.

Todas las tecnologías del Internet de las Cosas son habilitadores e influyen directa o indirectamente en esta Industria 4.0. Primero, se ha recalcado la importancia de la comunicación entre dos cosas, es decir, el software, pero para que esta comunicación fluya es necesario recurrir a la cosa en sí, he aquí la importancia de los sensores.

Bien es cierto que el uso de sensores viene utilizándose desde hace varias décadas atrás, no obstante, con relación a IoT nos referimos al uso de los “sensores inteligentes” los cuales se han ido desarrollando y perfeccionando durante los últimos años. Estos son mucho más avanzados que los antiguos y permiten un análisis más perfeccionado e inteligente en la industria. Por lo tanto, se entiende que un sensor inteligente *“es aquel que combina la función de detección y algunas de las funciones de procesamiento de la señal y comunicación”* (Pallás A., 2003).

Pero ¿qué distingue un sensor convencional de un sensor inteligente?

A diferencia de un sensor convencional, un sensor inteligente tiene una mayor complejidad, ya que no solo se basan en variables de detección o transducción, sino también pueden incluir el acondicionamiento de la señal, correcciones, compensación ambiental, escalado y conversión de unidades, comunicación bidireccional digital, autodiagnóstico e incluso la toma de decisión.

Por lo tanto, el funcionamiento conjunto de ambas tecnologías, es decir, la comunicación y el uso de sensores inteligentes, dentro del IoT se basa, primero en medir en campo, la industria o las máquinas y después comunicar esos datos en tiempo real al sistema de supervisión (a otras máquinas) bien sea una escala o un centro de control, por lo que podemos considerar IoT un aspecto básico para la Industria 4.0.

Esto se refiere al uso de IoT desde el punto de vista de la empresa, lo que algunos autores se refieren como una “versión alemana”, es decir, más centrado en la

producción. Esto quiere decir que, por ejemplo, si una empresa dispone de una máquina en una industria dedicada a la fabricación de productos, en cada paso o fase de fabricación se dispone de una serie de sensores que se comunican mutuamente compartiendo información a tiempo real. Estos sensores inteligentes, dependiendo de la información recopilada, podrán tomar unas decisiones u otras, como acelerar la cadena de producción, pararla, etc.

Mientras que desde una perspectiva considerada “americana” el punto de vista pasa de centrarse en el proceso de producción para centrarse en el producto/servicio al cliente. Como se ha comentado anteriormente una de las cuestiones claves, desde el punto de vista del desarrollo, de lo que supone la industria 4.0 es que los productos estén conectados e intercomunicados. Estos se integrarán de manera que cuando se realice una venta de un producto o servicio, ese producto va a tener siempre una conexión con el fabricante, para hacer una supervisión, un mantenimiento, recolectar las horas de funcionamiento, efectuar reparaciones o cambios de software. Esto supone una gran ventaja ya que, por ejemplo, una empresa podría realizar un update del firewall dándole nuevas funcionalidades o prestaciones al producto, ahorrando a la empresa el hecho de realizar un cambio de hardware en el producto.

La comunicación entre las máquinas no es algo tan novedoso hoy en día, pues se viene dando desde hace unos años. No obstante, sí que se debe tener en cuenta dentro de los ámbitos tecnológicos que forman la Industria 4.0. Por ello, nos apoyaremos en las cinco características y tecnologías del Internet de las Cosas, aportadas por Miguel Fernandez en el blog de Itop (Fernandez, 2017):

- a) Placas de prototipado rápido o Curiosity Development Board, *“incluye un programador/depurador y elimina la necesidad de hardware adicional para comenzar a funcionar”* (Camara, 2015). En la actualidad debido a su sencillez y bajo coste son cada vez más utilizadas para conseguir que una idea dé forma a un prototipo. Son conocidas como placas de prototipado las Raspberry Pi⁴ o las Arduino⁵, entre otras, estas placas son cada vez más utilizadas en la industria para implementar mejoras o a modo de control.
- b) Abaratamiento de las comunicaciones, con esto se refiere al bajo coste que supone acceder a Internet, su gran cobertura, y los nuevos protocolos de bajo consumo en la utilización de las comunicaciones locales, tales como SIGFOX, LoRaWAN, o conexión PAN a través de códigos QR, RFID, NFC, Bluetooth, Infrarrojos, etc. En función de las necesidades del proyecto que se lleven a cabo se utilizarán una serie de dispositivos u otros, ya sea un dispositivo multimedia, tal y como sería un Smartphone, que dispone de una conexión directa con Internet o bien un dispositivo menos inteligente, más asequible económicamente y para ser colocado en lugares menos accesibles.
- c) Disponibilidad de sensores de bajo coste. Como se ha mencionado anteriormente, la importancia de los sensores junto con las nuevas placas de prototipado y a su bajo coste permiten un gran avance en esta nueva Industria

⁴ Raspberry Pi, *“se trata de un miniordenador de bajo coste desarrollado originalmente con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en los colegios”* (Fernandez, 2017).

⁵ Arduino *“es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado para artistas, diseñadores, como hobby y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos”* (Arduino, 2012).

4.0. Permiten llevar a cabo proyectos de una manera relativamente sencilla gracias a las capacidades de interconexión y de proceso de estos dispositivos que hasta permitirían realizar proyectos de gran complejidad.

- d) Plataformas IoT. Esto hace referencia a la propia plataforma en sí, en aquellas aplicaciones creadas para recibir, almacenar y tratar la información proporcionada por los sensores. Estas aplicaciones además aplican la lógica necesaria para desencadenar una respuesta. Dependiendo de las necesidades del proyecto, la empresa podrá optar por desarrollar esas aplicaciones ellos mismos o bien utilizar una de las existentes en el mercado.
- e) Big Data y analítica avanzada. *“Estos conjuntos de datos o combinaciones de conjuntos de datos cuyo tamaño (volumen), complejidad (variabilidad) y velocidad de crecimiento (velocidad) dificultan su captura, gestión, procesamiento o análisis mediante tecnologías y herramientas convencionales, tales como bases de datos relacionales y estadísticas convencionales o paquetes de visualización, dentro del tiempo necesario para que sean útiles”* (Powerdata, 2015). Gracias al IoT estos datos se generan a escala masiva, se capturan y permiten, procesar la información y extraer patrones de significado para mejorar las decisiones de negocio. Según la página web Intensas, el concepto Big Data se aplica para toda aquella información que no puede ser procesada o analizada utilizando procesos o herramientas tradicionales y que se caracteriza por (Intensas, 2017):
 - Gran volumen de información y gran variedad del tipo de datos.
 - Almacenamiento específico para dicho volumen y variedad.
 - Estos datos requieren que la velocidad de respuesta sea lo suficientemente rápida para lograr obtener la información correcta en el momento preciso.
 - Tolerancia de fallos. En el caso de pérdida de información es, relativamente, sencillo recuperarlo.
 - Escalabilidad. Debe ser flexible y adaptativo a grandes cantidades de datos.

4.2.3 Cultura Maker

El término “Maker Movement”, es una evolución del término “Do it yourself” (DIY), en España conocido como “Hazlo tú mismo”, que se acuñó en 2005 en la revista “Maker Magazine” por Dale Dougherty⁶. Fue a partir del siguiente año, cuando comenzaron a surgir las primeras ferias relacionadas con este Movimiento Maker, donde se exponían los objetos y los creadores, o también conocidos como los “hacedores”. Estas ferias y convenciones se han ido extendiendo por todo el mundo y cobrándose mayor importancia en los últimos años. Por ejemplo, en España, una de las ferias Maker más importantes es la “Maker Faire” en Barcelona, que se celebra cada año en el mes de junio.

“El ‘MakerMovement’ busca catapultar la investigación para nuevas aplicaciones de tecnología en computación, diseño, robótica, entre otras disciplinas, y quiere lograr que la interacción entre las personas suceda más allá del plano virtual” (Castellanos, 2018), es así que tal y como expuso Mark Hatch en su libro *The Maker Movement Manifiesto*, *“más que una revolución se trata de una transformación, la posibilidad de inventar un nuevo mundo de artesanos, hackers y manitas”* (Hatch, 2014).

De acuerdo al Media Lab del MIT, *“los makers tratan a los átomos como a los bits utilizando las poderosas herramientas de la industria del software para revolucionar la forma en que hacemos objetos tangibles”* (Media Lab, 2014). Es necesario recalcar la importancia de los objetos en esta tecnología de la Industria 4.0, pues hablamos en todo momento de objetos tangibles, objetos que se pueden ver, tocar y experimentar. A la Cultura Maker, no se le puede añadir por el contrario objetos digitales, software o algo semejante, pues los productos digitales han de ser, en todo caso, un medio pero nunca un fin.

El Movimiento Maker está compuesto por tres fuerzas subyacentes, las cuales son:

- a) Utilización de herramientas digitales para el diseño y fabricación. Desde el punto de vista de la empresa, *“el equipo industrial ha estado computarizado desde hace décadas, pero ahora esas máquinas han aterrizado en el escritorio”* (Hacedores, 2014). Esto conlleva al RP o también conocido como la “fabricación de escritorio”, del inglés, Desktop Manufacturing, el cual supone una mayor comodidad y sencillez a la hora de llevar a cabo reproducción tridimensional de un modelo o esquema. La “fabricación de escritorio” lo componen distintas herramientas, algunas de ellas son, la impresora 3-D, el cortador láser, el escáner 3-D o el software CAD⁷.
- b) Medios digitales colaborativos. Con la digitalización, no solo las herramientas de creación se hicieron digitales, sino también los diseños, los cuales ahora, podemos compartir fácilmente en línea. Es así que, los makers pueden tomar ventaja de la innovación colaborativa en la web, aprovechando las prácticas Open Source y el resto de las fuerzas sociales que han surgido en línea en las

⁶ Dale Dougherty, fue uno de los dos fundadores de O'Reilly Media. También es conocido por ser el primero en utilizar el término Web 2.0, y en la actualidad, es el fundador y editor de Make, la revista de O'Reilly.

⁷ Software CAD (Computer Aided Design), en español, Diseño Asistido por Ordenador (DAO). *“Se trata de una tecnología de software aplicada al diseño de geometrías, basada en las matemáticas y extensas bases de datos, y que dispone de múltiples herramientas o programas, para realizar el diseño de piezas y conjuntos (3D) y sus planos (2D)”* (Cosmocax, 2007)

últimas dos décadas. Debido a la fuerza de los makers y sus creaciones comenzó el “boom” de los Crowdfunding, que gracias a ello, no solo supuso que grandes empresas se beneficien de este fenómeno, sino que pequeños makers creen sus empresas e influyan a la sociedad, la tecnología, al desarrollo y a la innovación.

- c) Inventar algo nuevo no es suficiente, no todo se basa en tener una idea revolucionaria, por extraño que parezca, ya que si no se tiene la capacidad de comercializarlo no será más que otro buen invento que no llegue a oídos del público. Por otra parte, esto va altamente ligado a las unidades de producto, se debe lograr que se comercialice, idealmente en cantidad. *“Esto significa producción en masa, y tradicionalmente esa ha estado reservada para personas que, o bien son dueñas de una fábrica o pueden permitirse poner en marcha los servicios de una”* (Hacedores, 2014).

El Movimiento Maker está altamente ligado a la Industria, ya que gracias a su conexión a la red permite la disponibilidad inmediata para la fabricación de cualquier objeto independientemente del tamaño o escala.

Esto ha sido posible mediante la unión a la fábrica convencional, es decir, la industria manufacturera, aquella que comenzó en la primera Revolución Industrial, creando producto a gran escala, junto con el diseño digital, que se ha ido popularizando desde principios de siglo. Mediante esta combinación se puede llegar a ofrecer la “fabricación digital” como un servicio, es así, que ya hay empresas que llevan a cabo esta idea: Shapeways o Ponoko. La idea de servicio que ofrecen estas empresas se basa en alquilar durante el tiempo necesario su maquinaria, las impresoras 3-D (de alta capacidad industrial) o máquinas CNC⁸.

⁸ Máquinas CNC, de las siglas, Control Número Computarizado. *“En una máquina CNC, a diferencia de una máquina convencional o manual, una computadora controla la posición y velocidad de los motores que accionan los ejes de la máquina. Gracias a esto, puede hacer movimientos que no se pueden lograr manualmente como círculos, líneas diagonales y figuras complejas tridimensionales”* (Viwa, 2016).

4.2.4 Robótica

“El término Industria 4.0 conlleva muchos significados, pero los primeros avances en este ámbito han implicado la incorporación de una mayor flexibilidad e individualización de los procesos de fabricación” (Más ingenieros, 2013)

La robótica está cada vez más de moda en la sociedad, y por ello, son muchas las ferias dedicadas año a año a esta “revolución robótica”. Entre otras se encuentran la Global Robot Expo, MetalMadrid, Robomática celebradas en Madrid o por ejemplo Hispack, que tiene lugar en Barcelona.

Se podría considerar que el uso de maquinaria o robots en las fábricas no es algo novedoso, pues ya sean máquinas, hoy en día consideradas obsoletas, facilitaban el trabajo a los trabajadores en las cadenas de producción en las cuales estaban implantadas. No obstante, sí que debemos de tener claro que esta maquinaria convencional es muy diferente a la que hoy en día conocemos. Los robots permanecían en la línea de producción haciendo la misma tarea repetitiva, con el fin de ser más rápido, eficiente y eficaz que un humano.

Por el contrario, en la actualidad, al hablar de robótica nos viene a la cabeza, una línea de producción donde lo forman unos gigantescos brazos mecánicos, que entre ellos se encargan de ensamblar grandes y pesadas piezas una a otra a lo largo de toda la cadena de producción, tal y como veríamos en una “rudimentaria” industria automovilística.

Pero ¿Es solamente un robot con una única función? ¿Qué hay más allá?

Para diferenciarlas del resto de máquinas, consideraremos a estos robots, como máquinas inteligentes, las cuales se encuentran en industrias o fabricas inteligentes, valga la redundancia. Estas máquinas, están íntegramente conectadas tanto con el resto de las máquinas, como con la industria en general, no tienen programado una única tarea, no realizan el mismo mandato una y otra vez sin sentido. Éstas nuevas máquinas inteligentes analizan, se adaptan, toman decisiones, aprenden, detectan errores, informan, colaboran e interaccionan con otras máquinas, e incluso llegan a interactuar con otros trabajadores.

Estos robots “permiten que la tecnología, y en concreto la automatización robótica, sea más accesible a las pequeñas y medianas empresas. Esto permite una mayor flexibilidad en la automatización de diversas tareas que generalmente se desarrollan en los entornos de fabricación” (Guerrero, 2016).

Gracias a las aportaciones de diversos autores sobre el tema se ha podido detectar dos tipos de robots en la Industria 4.0, los robots colaborativos y los robots sensitivos.

Robótica colaborativa

La robótica colaborativa es una “nueva generación de robots que se integra con los humanos en entornos de fabricación, permitiendo trabajar de sin las restricciones de seguridad requeridas en aplicaciones típicas de robótica industrial” (Guerrero, 2016).

Como el propio término indica, la robótica colaborativa se basa principalmente en la colaboración entre el humano y la máquina a lo largo de todo el proceso productivo. No por ello, esto supone la eliminación de puestos de trabajo, pues muchos son los que piensan que el hecho de implantar esta tecnología en la industria supone prescindir del personal.

Aquí estamos ante la necesidad de realizar un cambio de mentalidad global en toda la sociedad, para que máquina y trabajador puedan aunar esfuerzos. Está claro, que la implantación de esta tecnología no es sencilla, pues no solo se hace frente a la propia inversión, sino también a cómo debe ser implantada. No se debe descuidar al trabajador, ya que un trabajador negativo, puede interferir gravemente en la producción, pues su desmotivación e incluso el sabotaje de la propia máquina puede salir muy caro.

Hay otra serie de funcionalidades para la cual está máquina inteligente, sí que puede ser más indicado para realizar esos trabajos que un humano. Hablamos de aquellas tareas que pueden suponer un riesgo en la seguridad del trabajador, o, por ejemplo, aquellas tareas más tediosas y repetitivas. La evolución de la industria nos ha dejado un sinfín de mejoras entre las cuales debemos mencionar, la importancia del recurso humano, como bien expuso Henry Ford, a comienzos de la segunda Revolución Industrial. Por lo que, con la implantación de estas máquinas se deberá prestar primordial atención en la reestructuración o reubicación de la plantilla dentro del proceso productivo.

Estos robots inteligentes están configurados con la tecnología más actual, no solo para garantizar su mayor productividad sino para ser seguros. Anteriormente estos robots debían ser vigilados, pues su poca precisión o la peligrosidad de algún fallo podrían crear algún accidente a algún operario. Por lo general estos robots estaban aislados, en cierta medida, para evitar que ocurrieran estos hechos. No obstante, con las nuevas tecnologías que les permiten ser “más inteligentes” les hacen más seguros, lo que les permite trabajar con los trabajadores en la línea de montaje e interactuando mutuamente.

Es posible que haya empresarios que piensen que esta tecnología, además de ser cara, es inaccesible para él, pues se necesita de un personal específico y experto en la materia. No obstante, dependiendo del robot colaborativo que se quiera instalar, estos están programados para poder ser configurados por un personal que no posee muchos conocimientos en programación. Por ejemplo, en el caso de la empresa Kuka, ha desarrollado un software *“PLC mxAutomation que permite a los fabricantes de maquinaria o integradores de sistemas integrar el control del robot Kuka en su controlador de la máquina”* (Gorriti, 2015)

A partir de la información proporcionada por Nerea Gorroiti en la página web *Interempresas* nos muestra unos ejemplos de robots colaborativos, que, añadido a la búsqueda de cada robot en la página de su propio fabricante, ha permitido la generación de la siguiente tabla que muestran los diferentes robots colaborativos que podemos encontrar en el mercado.

Tabla 3. Robots colaborativos

		
YuMi	CR-35iA	ROBERTA
<i>Robot colaborativo de ABB.</i> <i>Se caracteriza por tener dos brazos. Fácil de utilizar, está destinado a trabajos industriales como por ejemplo el montaje de pequeños componentes.</i>	<i>Robot de colaboración más fuerte del mundo, capaz de elevar 35 kg. Unas de sus características principales son la capacidad de alcance y la certificación en seguridad.</i>	<i>Robot colaborativo de Gomtec.</i> <i>Dispone de 6 ejes o grados de libertad, es ágil y ligero. Además, es de fácil movilidad, lo que le permite ser desplazado alrededor de la planta de producción.</i>
		
JACO	NEXTAGE	SAWYER
<i>Robot colaborativo de KINOVA.</i> <i>Cada brazo presenta un movimiento de seis ejes que corresponde al hombro, codo y muñeca, lo que permite que 16 movimientos en total imiten la suavidad y versatilidad de un brazo humano completamente funcional.</i>	<i>Robot colaborativo de Rollomatic.</i> <i>Con aspecto humanoide, es un robot de 2 brazos y está pensado para realizar trabajos tediosos. El robot dispone de cuatro cámaras de video, dos en la cabeza y una en cada brazo que le ayuda a realizar las tareas con mayor seguridad.</i>	<i>Robot colaborativo de Rethink.</i> <i>Este robot colaborativo de alto rendimiento cuenta con un brazo de 7 grados de libertad con un alcance de 1260 mm que maniobra en espacios reducidos y opera en celdas de trabajo diseñadas para humanos.</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información extraída en la web Interempresas

Robótica sensitiva

Se podría considerar que la robótica sensitiva parte de la robótica colaborativa, pues este término surge por los fabricantes. Algunos fabricantes les aportan “sensibilidad”, estos robots son sensibles a los cambios de fuerza o de presión.

Este tipo de robot surge de la necesidad de que el robot sea más preciso y seguro. Además, decidieron realizar una serie de cambios estéticos que permiten que las partes del robot sean más lisas y redondeadas, eliminando las esquinas o picos que sobresalen del propio robot, para que no cause daños en caso de accidente.

Por ejemplo, en la feria Hispack de 2015 celebrada en Barcelona, se pudo ver el stand de Kuka Robots Ibérica que, entre otras cosas, mostraba a su robot LBR iiwa. Lo más característico de este robot, fue la naturalidad con la que servía zumo a la gente que se acercaba al stand, mediante una serie de sensores, podía detectar si el vaso tenía suficiente zumo, además, si el robot notaba el mínimo contacto con una persona, se detenía de inmediato.

“No es exagerado decir que este robot abre la puerta a una nueva era en la robótica industrial” (López, 2015)

Este robot es un gran paso para la robótica, ya no solo para la industria inteligente, sino para la economía en general, pues como se ha demostrado este robot pueden realizar tareas aplicables al sector terciario.

“Más que “colaborativos”, me gusta llamarlos “sensitivos”. Su mayor virtud es la sensibilidad, es lo que les permite trabajar con el hombre. De hecho, considero que es el robot más sensible del mercado. Tenemos un sensor de esfuerzo en cada uno de los siete ejes” (López, 2015)

No obstante, estos robots sensitivos, en especial el LBR iiwa, tiene otras muchas funcionalidades, como su capacidad de trabajar junto a un operario. Si trabajan conjuntamente, el robot disminuye la velocidad y detecta si hay algún tipo de contacto con el trabajador, ya que, en ese caso, se para de inmediato para no causar daños. A diferencia de si el robot se encuentra en un área de trabajo aislada, este trabaja a una mayor velocidad pues no detecta trabajadores a su alrededor.

Otra de las particularidades de estos robots es su inteligencia, pues algunos robots tienen la capaz de insertar una pieza en un orificio, detectando mediante sensores donde debe ser colocada.

A partir de la información proporcionada por Nerea Gorroiti en la página web *Interempresas* y gracias a una búsqueda extra se ha extraído unos ejemplos de robots sensitivos que ha permitido crear la siguiente tabla, cuyo fin es ilustrar los diferentes robots sensitivos que podemos encontrar en el mercado.

Tabla 4. Robots sensitivos

		
LBR iiwa	HC10	Aura
<i>Robot sensitivo de KUKA.</i> <i>Con 7 ejes y control de fuerza en cada uno de ellos dispone de una mayor “sensibilidad,” lo que les permite trabajar con el hombre. El robot permite la automatización de tareas delicadas y complejas. Además, su tecnología de seguridad se ajusta a los altos estándares de la robótica industrial.</i>	<i>Robot sensitivo de Yaskawa.</i> <i>Robot catalogado como un robot colaborativo, no obstante, posee funcionalidades de un robot sensitivo. Este robot, está compuesto por 6 ejes, con dos sensores de par en cada eje. Permite una carga de 10 Kg y posee un alcance de 1.200mm.</i>	<i>Robot sensitivo de Comau.</i> <i>Combina la percepción simultánea de la proximidad de una persona, o de cualquier otro componente de la automatización, así como los contactos o intensidad. Además, emplea escáneres láser para identificar las posiciones de las personas.</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información extraída en la web Interempresas

5. DESARROLLO EMPÍRICO

Después de un intensivo estudio sobre las características, ámbitos y tecnologías de la Industria 4.0 es hora de pasar al siguiente punto del trabajo, las encuestas a expertos.

Para la realización del formulario, fue necesario analizar previamente los puntos claves a tratar con los expertos para posteriormente dar respuesta a preguntas tales como, ¿Qué ámbitos tecnológicos componen la Industria 4.0? ¿En qué parte de la empresa tiene mayor relevancia? ¿Cuáles son las principales barreras a la Industria 4.0? o, ¿Realmente están preparadas las empresas para dar el paso a la Industria 4.0?

Gracias a la selección de una determinada muestra de expertos, dar respuesta a estas preguntas permitirá corroborar o desmentir aquellas afirmaciones realizadas en el apartado número cuatro de este trabajo. Entre otras preguntas, también se planteó a los expertos que expusieran cuales consideran que son las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de la Industria 4.0. Este dato permitirá exponer un análisis DAFO muy completo gracias a todas las opiniones aportadas por los diferentes expertos. El formulario mencionado está disponible en el Anexo 1 del presente trabajo, en él se ve todas las preguntas clave a estudio.

Dado que las respuestas a la encuesta son anónimas, en base a las respuestas recibidas, se realizó un breve informe de resultados con todas las respuestas, gráficos y medias utilizadas en este punto del trabajo. Ese informe es la base principal de análisis de este proyecto y se tratará a lo largo del apartado 5.2, en el análisis de los resultados, no obstante, puede consultarse en su totalidad en el Anexo 2 del presente trabajo.

5.1 CONSULTA A EXPERTOS

Con el fin de analizar el tema en profundidad, se optó por realizar una serie de encuestas a expertos en la materia y así contrastar los resultados obtenidos entre todos ellos. Se realizará una segunda entrevista si fuera necesario, dando la oportunidad a aquellos expertos cuyas respuestas distan del resto, para que puedan exponer sus opiniones o bien puedan rectificar su respuesta inicial.

A principios de este año 2019 comenzó la intensiva búsqueda de una muestra adecuada para el proyecto, anteriormente se había tanteado la idea de contar con diferentes expertos. Finalmente, tras dos meses de búsqueda de contactos la gran mayoría fue gracias a las plataformas electrónicas, tales como LinkedIn, Researchgate o los propios formularios de contacto en la propia página web de la empresa. Pese a que se pierde interacción con el encuestado, por la utilización de esta vía telemática, permite acceder a diferentes perfiles sin discriminación geográfica.

Es así como en las encuestas podremos contar con opiniones de expertos de diversas localidades españolas, expertos de la provincia o de otras comunidades autónomas. No obstante, esto no supuso la colaboración del cien por cien de los expertos a los que se les solicitó su colaboración, pues aun así fue más del cincuenta por ciento aquellos que rehusaron participar. Pese a eso, con los formularios recibidos y con una muestra bastante más reducida a lo esperado, se considera que la información extraída es fiable y suficiente como para realizar el siguiente análisis.

La muestra la componen un total de seis expertos, que gracias a los medios telemáticos mencionados, realizaron el formulario citado anteriormente. La selección de los expertos

se basó en la búsqueda intensiva de dos perfiles, por un lado, el perfil académico, que se podría considerar que está más basado en el análisis y el estudio, y por otro lado, el perfil profesional, comprendería la práctica y la experiencia. Por ello, se procuró que la muestra a estudiar fuera lo más equitativa posible, ya que se intentó tener el mismo número de encuestados de ambos perfiles para poder determinar además si las respuestas de los académicos distan de las opiniones de los profesionales.

De estos seis expertos, cuatro de ellos forman parte del perfil profesional, mientras que los restantes forman parte del perfil académico y profesional.

Los expertos con perfil académico poseen más de diez años experiencia y sus áreas de especialización son la innovación y desarrollo, e innovación, tecnología y procesos. Además, uno de estos dos expertos, es un profesional independiente dedicado a la dirección de proyectos electrónicos, por lo que se podrá contar con una visión más teórica-práctica.

Los expertos con perfil profesional forman parte de diferentes sectores de actividad y sus ámbitos son nacionales o internacionales. El tamaño de estas empresas es muy diverso, desde pequeñas empresas con menos de diez trabajadores hasta medianas y grandes empresas con más de trescientos trabajadores. De estas empresas, una de ellas es considerada empresa 4.0, por lo que contar con la opinión de ese experto supondrá obtener una información veraz y real sobre su experiencia en la empresa.

5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez expuesta la muestra, se recabaron todas las encuestas recibidas y se realizó un informe donde se reflejaba la media de las respuestas de todos los expertos a cada pregunta del formulario. A lo largo de este apartado se mostrarán esas respuestas, mediante el apoyo de gráficos y tablas, junto con un análisis en profundidad de cada apartado.

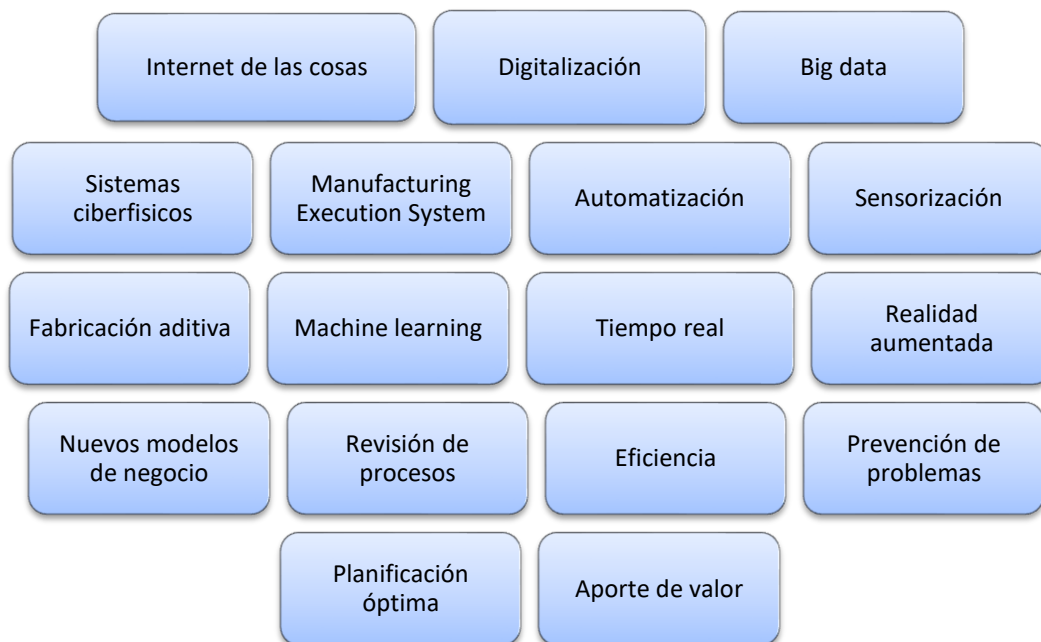
Este análisis, se dividirá en cinco bloques, donde se ha decidido agrupar las preguntas por los diferentes campos o temáticas investigadas. Es así como, estos apartados contarán además con las valoraciones de los expertos a determinadas preguntas a desarrollar, donde en estos casos, se mostrará su respuesta o bien se destacará lo más significativo, pero siempre sin revelar el nombre del encuestado.

ASPECTOS GENERALES

Este primer bloque se centra en la formulación de una serie de preguntas abiertas que permiten conocer la valoración general del experto. De esta forma, permite al experto responder con total libertad sobre la Industria 4.0.

Para empezar, se planteó a los expertos que expusieran cinco conceptos los cuales tuvieran una estrecha relación con la Industria 4.0. Además, se les pidió que los ordenaran por grado de importancia, siendo uno el más importante y cinco el menos importante. Entre todos los expertos se encontraron un total de diecisiete conceptos diferentes, los cuales se muestran a continuación en la siguiente figura.

Figura 4. Conceptos relacionados con la Industria 4.0 aportados por los expertos



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

De los diecisiete conceptos, el Internet de las Cosas (IOT) y la digitalización se encuentran entre las mejores valoradas por los expertos. Dos expertos valoraron que el Internet de las Cosas es el concepto más relevante en esta cuarta Revolución Industrial, otros dos expertos opinaban que la digitalización es el término más relevante, mientras que los otros dos expertos tenían diferentes opiniones.

Pese a ser una pregunta abierta, los expertos coincidieron en bastantes términos, por lo que, para poder evaluar la relevancia de los mismos, teniendo en cuenta todas las opiniones de los expertos, se decidió asignarle un valor a cada concepto según su grado de importancia. Esto supone que, en este caso, los conceptos más relacionados obtendrán una puntuación menor al encontrarse en primeras posiciones, respecto a los menos relevantes que obtendrán una puntuación mayor. Además, se estipuló que aquellos conceptos que no se contemplaran por todos los expertos se les asignaría una puntuación de seis. Por ello, en la siguiente tabla podemos ver la puntuación obtenida de

cada concepto según las valoraciones de los expertos. Los resultados completos sobre la tabla siguiente pueden consultarse en el Anexo 2 del presente trabajo.

Tabla 5. Valoración de los conceptos relacionados con la Industria 4.0

CONCEPTO	VALORACIÓN
DIGITALIZACIÓN	21
IOT	21
BIG DATA	25
AUTOMATIZACIÓN	26
SENSORES	28
RETORNO DE INVERSIÓN	31
APORTE DE VALOR	32
AUTOPRENDIZAJE	32
SISTEMAS CIBERFÍSICOS Y CONECTADOS	32
TIEMPO REAL	32
EFICIENCIA	32
MES	33
FABRICACION ADITIVA	33
REVISION DE PROCESOS	33
PREVENCION PROBLEMAS	33
REALIDAD AUMENTADA	34
NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO	34
PLANIFICACIÓN OPTIMA	34

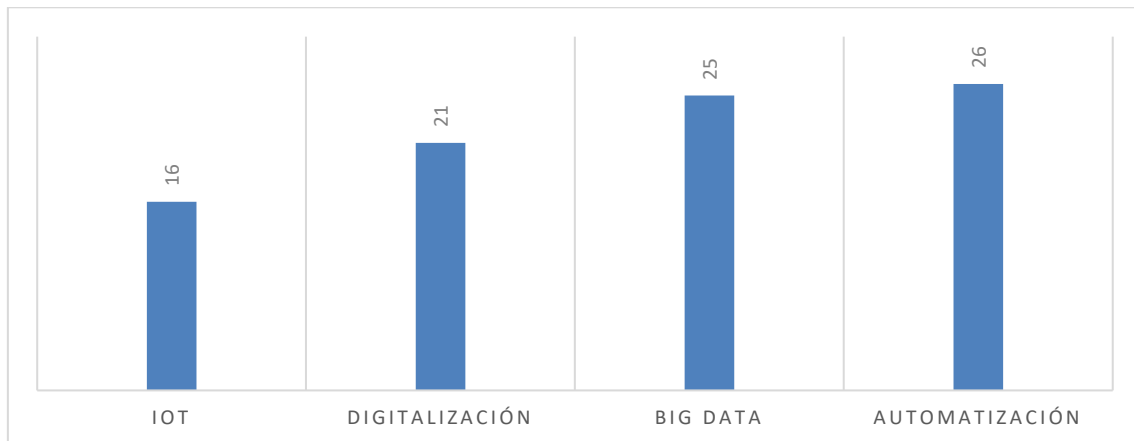
Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

Entre los cinco conceptos más significativos se encuentran la digitalización, y el Internet de las cosas, los cuales son los dos conceptos que se encuentran en la primera posición según los expertos. A estos se unen el Big data, la automatización y los sensores.

A lo largo del trabajo se han estudiado estos conceptos, por lo que, según lo estudiado, en la tabla expuesta se puede observar una discrepancia. Del anterior listado, la quinta posición, los sensores, en gran medida tiene que ver con el Internet de las cosas. Por lo que, además, si se consulta el estudio completo en el informe anexo, se puede observar que aquellos expertos que no tuvieron en cuenta el Internet de las cosas, sí que puntuaron en alta posición los sensores. Esto se debe a que, pese a no haber tenido en cuenta el ámbito tecnológico en su conjunto sí que destacaron una de sus tecnologías principales.

Esto supuso un ajuste en el análisis anterior donde se unificaría la valoración del Internet de las cosas y los sensores con el fin de ver su posición real, además de ver cuáles son realmente los cuatro conceptos más valorados por los expertos.

Gráfico 1. Valoración de los conceptos relacionados con la Industria 4.0

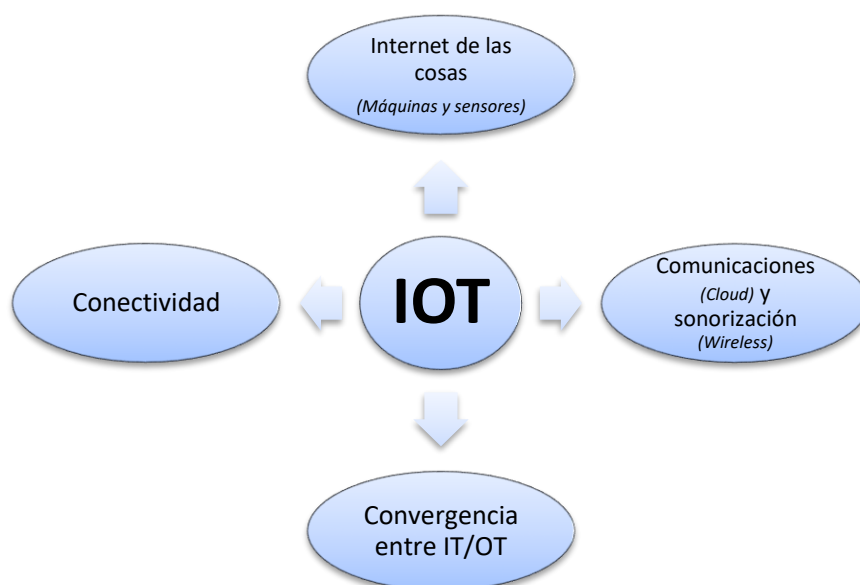


Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

De forma ilustrativa, en el gráfico anterior podemos ver los cuatro conceptos más identificativos de la Industria 4.0 según los expertos tras el ajuste de unificación del Internet de las cosas y los sensores. Podemos ver que la automatización se encuentra en la cuarta posición tras el Big data y la digitalización. Al mismo tiempo, podemos observar cómo, gracias a la unificación de los sensores a IOT, el Internet de las cosas pasa de ser uno de los dos conceptos más importantes a liderar el listado.

Muy relacionado con este tema, se les solicitó que respondieran brevemente sobre qué avance o atribución a la Industria 4.0 consideraban que había sido determinante para el surgimiento de esta. No es de sorprender, que más de la mitad de los expertos mencionaron determinadas características o conceptos muy relacionados con el Internet de las Cosas, pues según se ha visto en la pregunta anterior, los expertos califican el Internet de las cosas como el principal influyente.

Figura 5. IOT como la principal atribución a la Industria 4.0



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

Los expertos coincidían en la relevancia que posee la conectividad y las comunicaciones junto con la importancia de la información alegando que *“la fábrica se comportará como un sistema y ciclo de vida del producto y esto determinará la mejora de las nuevas generaciones de las fábricas”* o mencionando la importancia de *“la recogida y procesado de datos de máquinas y sensores, a través de la IoT y su posterior análisis mediante herramientas de análisis y predicción, además, de la posibilidad de tener objetos y máquinas conectados, lo que facilita los procesos industriales”*. Todo esto a su vez entra en relación con la opinión aportada por otro experto que menciona la importancia de la convergencia entre IT (tecnologías de la información) y OT (tecnologías de operaciones), y la comoditización de la IT.

Por último, y para finalizar este primer bloque sobre los aspectos generales, se planteó a los expertos que mencionaran brevemente qué supone para ellos esta cuarta Revolución Industrial. Dichas respuestas se muestran a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 6. Implicaciones de la Industria 4.0 según los expertos

Conectividad global , para poder tomar decisiones en tiempo real.	Competitividad , supone una gran oportunidad para hacer a la industria más competitiva.
Calidad total , nuevas herramientas para la gestión de la calidad total ⁹ .	Conectividad , la fábrica se comportará como un sistema y el ciclo de vida del producto determinará la mejora de las nuevas generaciones de las fábricas.
Nuevas oportunidades tecnológicas , que permitirán ser más productivos y descubrir nuevas capacidades.	Automatización e Interconexión , de los procesos permitiendo un mayor control.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

Como se puede observar, según los expertos, la conectividad cobra una gran importancia en esta cuarta Revolución Industrial. Se podría considerar que la conectividad, es decir, el Big data y el Internet de las cosas, son de los principales habilitadores de la Industria 4.0.

También es necesario destacar la competitividad entre las empresas, pues en la actualidad la aplicación de todos estos avances en las empresas forma un mercado cada vez más competitivo.

⁹ Gestión de la calidad total, del inglés Total Quality Management (TQM), *“es una estrategia de gestión, orientada a crear una conciencia de Calidad, en todos los procesos que se realicen en cualquier tipo de organización”* (Navarro, 2016).

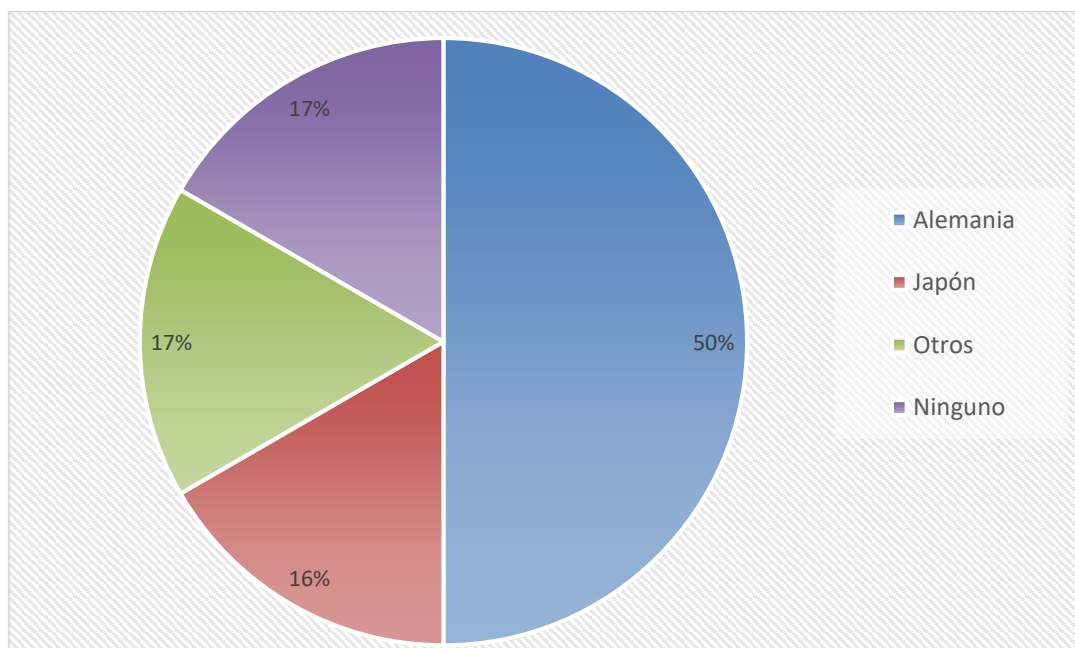
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE APLICACIÓN

En este segundo bloque se tratará el estudio realizado sobre el lugar de aplicación de la Industria 4.0 en todo el mundo. Es así que, mediante las preguntas formuladas en la encuesta se analizó en qué empresas está más presente esta cuarta Revolución Industrial, qué país está más adelantado en esta materia o en qué estado se encuentran las empresas internacionales, nacionales y regionales respecto a esta cuarta Revolución Industrial.

Una de las preguntas planteadas era que, en base a su opinión, expusieran cuál es el país más avanzado en Industria 4.0. Mediante una pregunta abierta los expertos podían responder a esta cuestión, además de poder añadir aquellas anotaciones oportunas como justificación a su respuesta. Pese a ser una pregunta abierta, la mayor parte de los expertos llegaron a una misma conclusión.

Como podemos observar en el gráfico de abajo, según los expertos, el 50% creen que Alemania es el país más avanzado en Industria 4.0, mientras que hay una diferencia de opiniones entre el resto de los expertos.

Gráfico 2. Países más avanzados en Industria 4.0



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

Por un lado, los expertos que alegan que Alemania es el país más avanzado defienden que llevan desde hace más de seis años con un Plan 4.0, que es allí donde comenzó su origen, donde se tienen en cuenta las condiciones laborales, las cuales son más sensibles a la Industria 4.0, y que parten de una base tecnológica más avanzada respecto al resto debido a una mayor automatización en sus sistemas productivos.

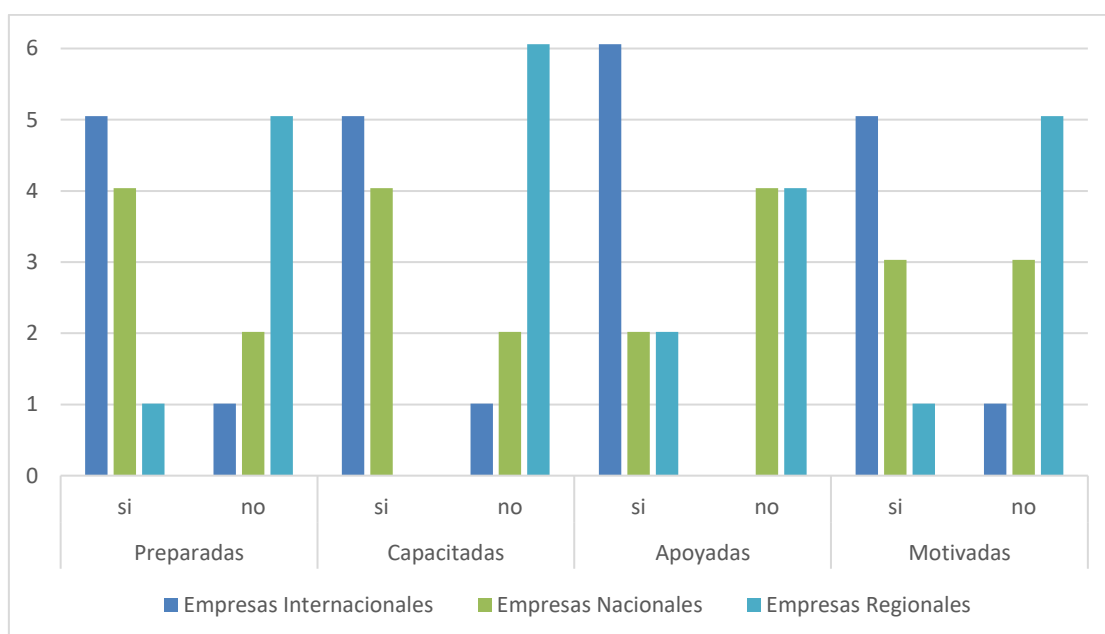
Por otro lado, el resto de los encuestados tienen opiniones contradictorias. Uno de los expertos cree que Japón encabeza la lista por ser los líderes en rendimiento en la producción, mientras que otro experto opina que Estados Unidos, China y Alemania están a la cabeza por su ventaja en competitividad manufacturera.

Por último, hay quien no cree que haya un país lo suficientemente adelantado respecto al resto, pues considera que todos se encuentran en una fase introductoria, que todos están comenzando a unirse a esta cuarta Revolución Industrial y que el “boom” aún está por llegar.

Así mismo, otra de las cuestiones planteadas en la encuesta fue que los expertos realizaran una valoración sobre si las empresas internacionales, nacionales y regionales se encuentran preparadas, capacitadas, apoyadas y motivadas para avanzar hacia la Industria 4.0.

A continuación, se muestra un gráfico comparativo que contiene los resultados globales de las encuestas realizadas por los expertos permitiendo analizar las discrepancias entre las diferentes respuestas.

Gráfico 3. Resultados globales sobre cómo se encuentran las empresas



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

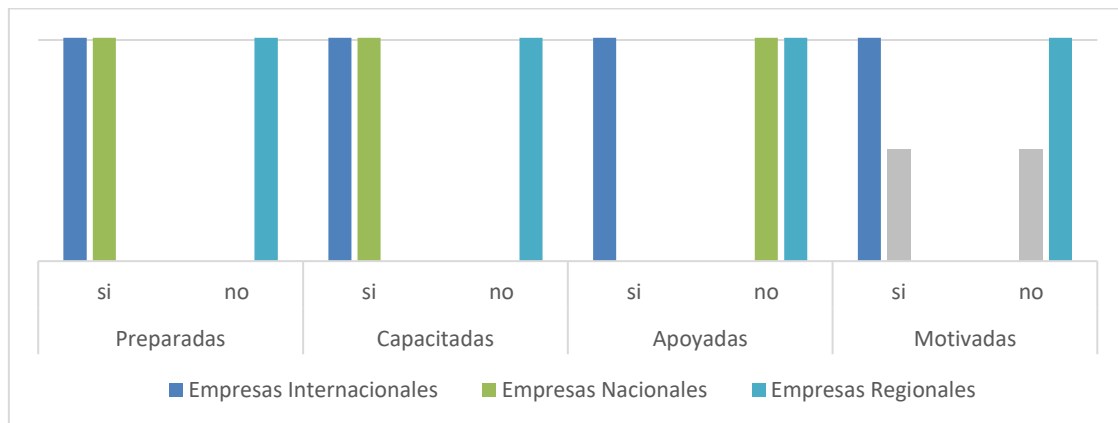
A partir del gráfico anterior podemos deducir la siguiente información.

- Las empresas internacionales son las únicas según todos los expertos que obtienen apoyo del gobierno, un ente público u otras organizaciones. También, la gran mayoría de los expertos creen que las empresas internacionales están preparadas, capacitadas y motivadas como para actualizarse a la Industria 4.0.
- Las empresas nacionales se encuentran, según la mayoría de los expertos, preparadas y capacitadas para actualizarse a la Industria 4.0, al igual que ocurre en las empresas internacionales, aunque a diferencia de estas, las empresas nacionales no son apoyadas para comenzar la transformación a la Industria inteligente.
- Las empresas regionales son las únicas según todos los expertos encuestados que no se encuentran capacitadas para actualizarse a la Industria 4.0. Además, pese no haber mayoría absoluta, los expertos coinciden en que las empresas regionales no se encuentran preparadas, motivadas ni apoyadas.

Como datos relevantes podemos observar que todos los expertos coinciden en que las empresas internacionales están apoyadas para actualizarse a la Industria 4.0. Al mismo tiempo, en las empresas nacionales se observa una igualdad de opiniones sobre la motivación de las empresas para renovarse a la Industria 4.0. Por último, en las empresas regionales todos los expertos coinciden en que las empresas no están capacitadas como para hacer frente a la Industria 4.0 en sus empresas.

Con el fin de utilizar una información más exacta de los resultados obtenidos, se decidió realizar una media que permita ver con mayor claridad las afirmaciones aportadas por el grupo de expertos. Con esa media se realizó una nueva gráfica, la cual se puede ver a continuación.

Gráfico 4. Media de los resultados sobre cómo se encuentran las empresas



■ Igualdad de opiniones sobre la motivación de las empresas nacionales que impide un análisis exacto

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

Gracias a la gráfica anterior se puede observar que las empresas internacionales están preparadas, capacitadas, apoyadas y motivadas en todos los aspectos. Por otra parte, las empresas regionales, de forma contraria a las internacionales, no están preparadas, capacitadas, apoyadas ni motivadas para hacer frente a la Industria 4.0. Es en las empresas nacionales donde puede haber mayor confusión a la hora de dar una respuesta firme, pues la motivación de estas empresas no está clara según los expertos. Aunque sí podemos confirmar que las empresas nacionales están preparadas y capacitadas, no obstante, no están apoyadas como bien decíamos anteriormente.

Con este nuevo análisis podemos afirmar que las empresas internacionales son completamente opuestas a las empresas regionales, es así que adicionalmente, se les propuso que argumentaran a qué se deben las discrepancias existentes entre las respuestas aportadas para las empresas internacionales, nacionales y regionales.

Entre las opiniones, se encuentra que *en empresas internacionales es más visible la ganancia de esa globalización en la información, por lo que suele venir demandado por la central de la empresa. Por otro lado, en empresas nacionales pueden tener esa visión, pero podrían tener más ayudas estatales para poner a España a la cabeza de Europa. Por último, las empresas locales suelen tener una estructura menor que no permite tener gente dedicada a ello, por lo que haría falta partners o colaboradores para su desarrollo, así como ayudas para poder abordarlo.*

Otros expertos opinan que las discrepancias entre los resultados residen sobre todo en el tamaño de las empresas, o que la importancia del éxito en empresas nacionales y

regionales no se basa únicamente en las subvenciones, *no se trata solo de dar dinero, se debe hacer un plan estratégico regional y nacional*. Como ya se comentaba anteriormente, Alemania sí que lleva más de 6 años con un Plan estratégico 4.0, y si es posible que, gracias a este plan, Alemania esté tan bien posicionada.

También, indican que *las diferencias se deben a la necesidad de difundir la cultura de la automatización y la robotización entre las empresas nacionales y regionales. Las grandes multinacionales tienen departamentos de innovación potentes que les permiten estar al día de las últimas tendencias e invertir. Sin embargo, muchas empresas regionales y nacionales están más ocupadas en el día a día. No obstante, muchas empresas cántabras están iniciando el camino en la Transformación Digital, pese a que les cuesta ver en donde deben hacer hincapié. Más formación y promoción resulta imprescindible*. Por otra parte, recalcan también la diferencia existente en la cultura empresarial y visión en una empresa internacional respecto a una empresa regional o nacional.

TECNOLOGÍAS Y ÁMBITOS DE LA INDUSTRIA 4.0

Este tercer bloque recoge aquellas preguntas relacionadas con los ámbitos tecnológicos estudiados, su impacto en la industria y qué relación guardan con las diferentes metas empresariales. Además, se propuso a los expertos que valorasen de un listado de tecnologías cuales tienen o no relación con la Industria 4.0.

Como pregunta principal de la encuesta, se les expuso a los expertos los cuatro ámbitos tecnológicos seleccionados en el apartado 4 del presente trabajo para que valorarán su importancia. Además, se les permitió añadir una quinta opción no contemplada en las cuatro primeras. A continuación, se muestra la tabla que contempla las diferentes calificaciones por los expertos.

Tabla 7. Importancia de cada ámbito tecnológico en la Industria 4.0 según los expertos

	<i>Experto 1</i>	<i>Experto 2</i>	<i>Experto 3</i>
1	Automatización	Big data*	Automatización
2	IOT	IOT	Robótica
3	Robótica	Automatización	IOT
4	Big Data*	Robótica	Cultura Maker
5	Cultura Maker	Cultura Maker	-
	<i>Experto 4</i>	<i>Experto 5</i>	<i>Experto 6</i>
1	IOT	Automatización	IOT
2	Tiempo real*	Robótica	Automatización
3	Robótica	Cultura maker	Robótica
4	Automatización	IOT	Cultura Maker
5	Cultura Maker	-	-

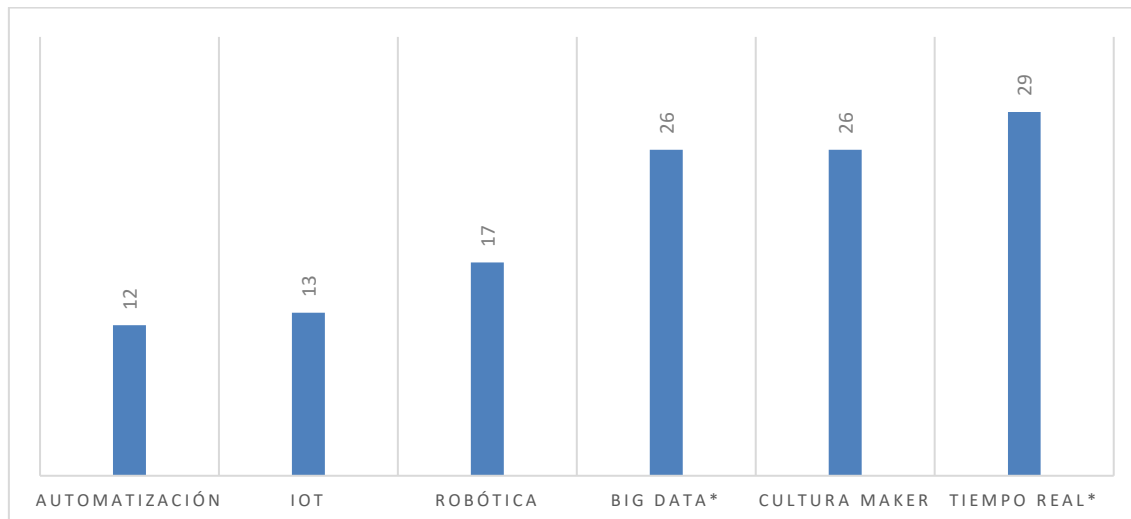
Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

Esta tabla, permite observar dos detalles. El primero, la importancia del Big Data en la Industria 4.0, el cual no ha sido contemplado como uno de los principales ámbitos. El segundo, la Cultura Maker pasa a un nivel secundario en este análisis, pues casi todos los expertos coinciden en que es el menos significativo en esta transición industrial.

Para poder evaluar la relevancia de estos ámbitos tecnológicos se decidió asignarle un valor a cada concepto según su grado de importancia, como se realizó en una pregunta anterior. Esto supone que, en este caso, los conceptos más relacionados obtendrán una puntuación menor al encontrarse en primeras posiciones, respecto a los menos relevantes que obtendrán una puntuación mayor. Además, se estipuló que aquellos conceptos que no se contemplaran por todos los expertos se les asignarían una

puntuación de cinco o seis, dependiendo de los ámbitos aportados por cada experto. Esa valoración se puede ver más detallada en el anexo 2 de este trabajo, en el informe de resultados.

Gráfico 5. Valoración de cada ámbito tecnológico según los expertos



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

En la tabla anterior se muestra la puntuación de cada ámbito tecnológico según la valoración aportada por los expertos. Podemos observar como la automatización y el Internet de las cosas encabezan la lista, seguido de la robótica. El Big data, está en cuarta posición pese a no estar incluido en el formulario, y han sido los expertos quienes han tenido en cuenta este término. Como se comentó, la Cultura Maker no es bien valorada por los expertos, pues recibe la misma puntuación que un concepto que ni siquiera había sido planteado en la encuesta.

Complementariamente a la valoración de los ámbitos tecnológicos según su importancia, se les solicitó a los expertos que expusieran porqué creían que la tecnología puntuada con un uno, es decir, la máxima puntuación, va a causar un mayor impacto en la Industria 4.0.

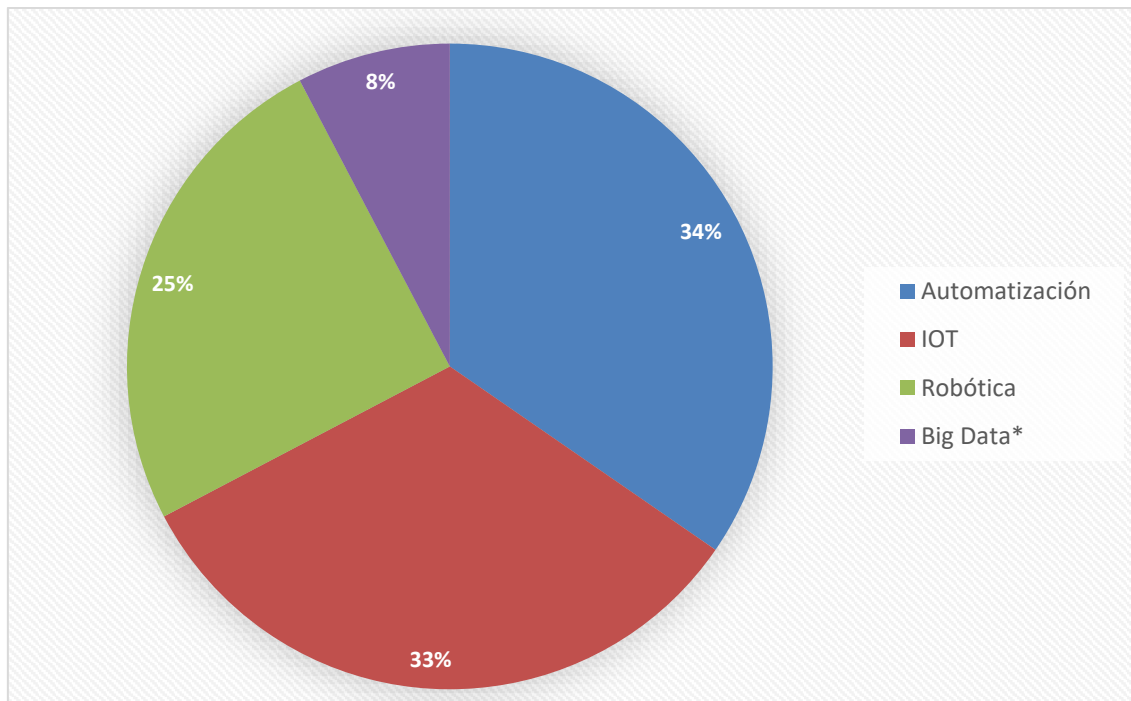
A esta pregunta, la mitad de los expertos defendían la automatización, mientras que el resto optaban por el Internet de las cosas o el Big data. Aquellos explicaban que la automatización era el ámbito más importante, alegaban que es la base de crecimiento, que es una tecnología que *permite la mayor productividad, en realidad, el resto van enfocadas hacia la automatización. La automatización no es una tecnología sino una filosofía, un concepto a desarrollar en cualquier actividad.* El resto de los expertos defendían el Internet de las cosas como un acceso a la red que permitirá aumentar exponencialmente la capacidad de cálculo y la capacidad de conocer a los usuarios, o defendían el Big Data como *una posibilidad de almacenamiento masivo de información que permite su posterior análisis o visualización en tiempo real.*

De esto, se puede deducir, que se cometió un error a la hora de seleccionar los cuatro ámbitos tecnológicos, ya que, pese a que la Cultura Maker, está cada vez más presente en la Industria, los expertos la excluyen. Por último, el concepto, tiempo real, únicamente fue tenido en cuenta por uno de los expertos que alegaba que la flexibilidad y personalización que trae consigo supondrá un reto en el manejo de la complejidad. A simple vista, en este análisis, parece carecer de importancia tal y como sucede con la

Cultura Maker. No obstante, tal y como hemos visto antes, el tiempo real está muy presente en el Big Data, en el tráfico de información en tiempo real entre diferentes dispositivos o máquinas, por lo que, de manera indirecta, con esta respuesta podemos ver una referencia al Big Data.

Es por ello por lo que, si fuera necesario replantear estos ámbitos, se partiría de un listado muy similar al estudiado. Según las valoraciones, los cuatro ámbitos tecnológicos principales en esta Industria 4.0 son, el Internet de las cosas, la automatización, la robótica y el Big Data.

Gráfico 6. Replanteamiento de los cuatro ámbitos tecnológicos más influyentes

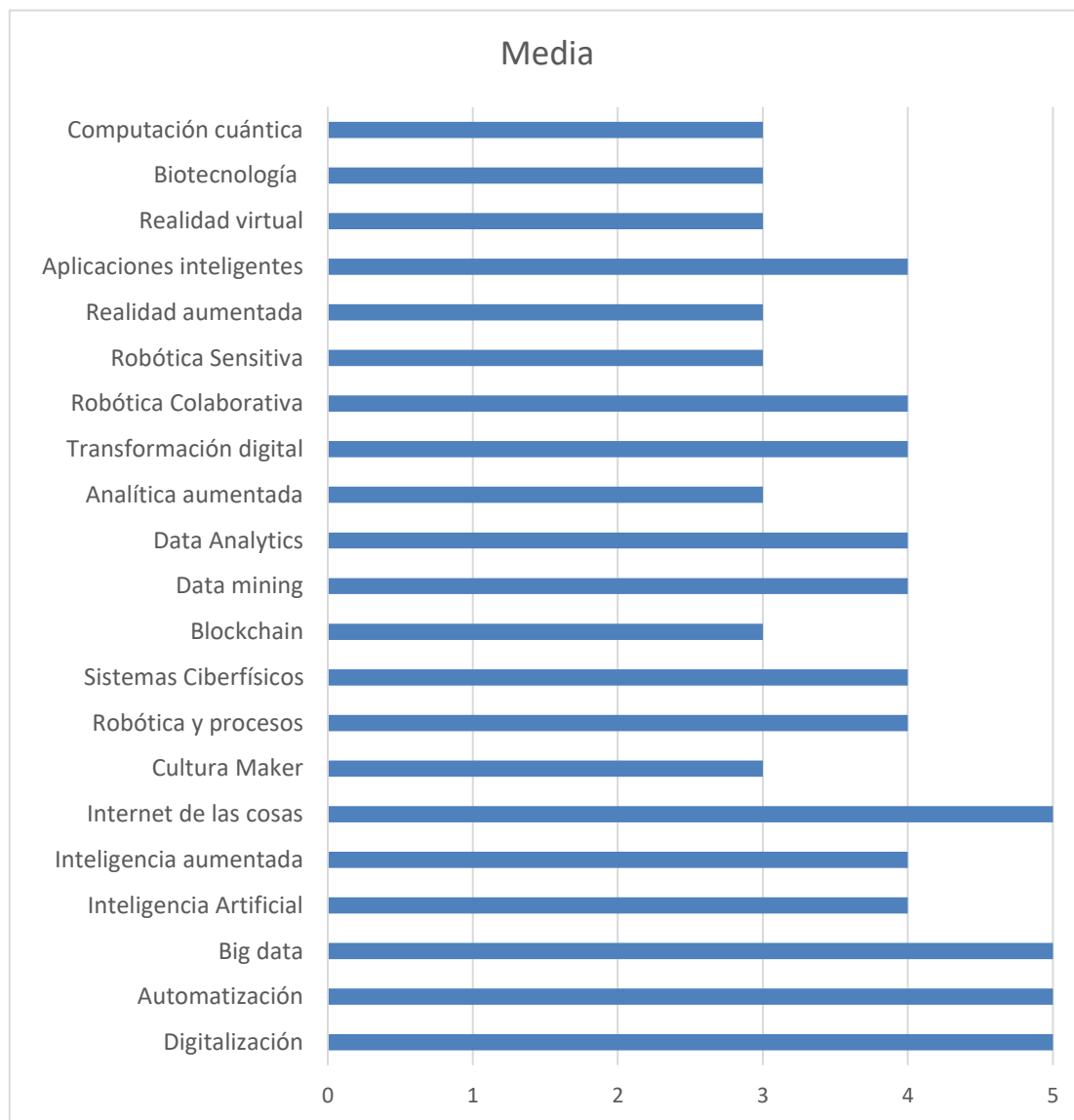


Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

Para empezar, se decidió sustituir la Cultura Maker, dado que esta no fue muy bien valorada por los expertos, por el Big Data que cobraría un 8% de importancia en la industria. Siguiéndole a esta, con un 25%, en tercera posición, la robótica. Con un 33%, con una importancia muy igualada a la primera posición, se encuentra el Internet de las cosas (IOT). Y finalmente, como el ámbito tecnológico más influyente en esta Industria 4.0 se encontraría la automatización.

Siguiendo con el análisis, con el fin de no dejar ninguna tecnología relevante fuera del estudio de este proyecto, se planteó a los expertos un listado de tecnologías las cuales debían de puntuar de uno a cinco el impacto de cada tecnología a la Industria 4.0, siendo uno un impacto bajo y cinco un alto impacto. Según esta valoración, se muestra a continuación un gráfico de barras con la media de todas las encuestas otorgadas por los expertos. Si se desea, en el apartado 11 del trabajo, se podrá consultar en el anexo 2 el informe de resultados donde se visualizará la puntuación otorgada de manera individualizada por cada experto.

Gráfico 7. Tecnologías que generan un mayor impacto en la Industria 4.0



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

Gracias al gráfico anterior donde se muestra la valoración de los expertos a las diferentes tecnologías se puede apreciar cuales son las tecnologías que generan un mayor impacto en el desarrollo de la Industria 4.0, además de ver cuales no son bien valoradas por los expertos. Cabe destacar, que en esta tabla se dejó una tecnología en blanco llamada “Otro”, por si los expertos querían añadir alguna otra no contemplada en el listado. No obstante, esta no fue utilizada en ninguno de los formularios recibidos.

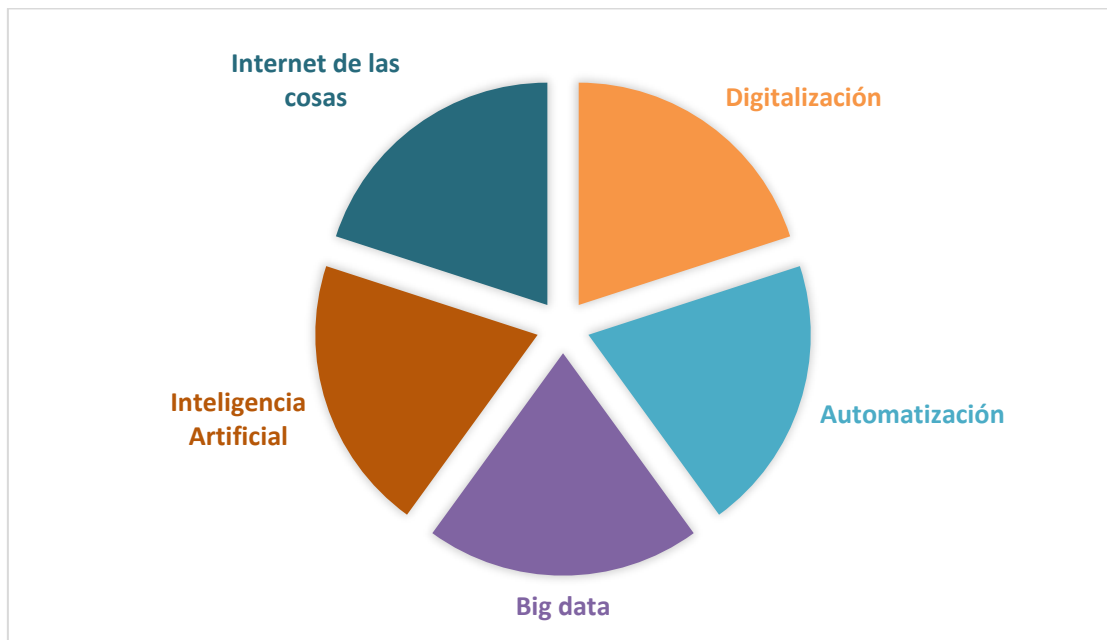
Por un lado, se puede observar que, a pesar de las pequeñas diferencias existentes en las valoraciones de determinadas tecnologías, la media adquirida entre todos los resultados se encuentra en un valor superior a tres, lo que supone que, por lo general, estas tecnologías están muy ligadas a la Industria 4.0, y no hay ninguna a considerar como “descartable”.

Respecto a aquellas tecnologías específicas no valoradas positivamente por los expertos se pueden mencionar el Blockchain, la robótica sensitiva, la computación

cuántica o la Cultura Maker. Este último concepto, puede que sea el más chocante, pues desde un principio se consideró la Cultura Maker como uno de los principales ámbitos tecnológicos influyentes en la Industria 4.0.

Por otro lado, pese a no haber un consenso total entre todos los expertos, podemos ver, gracias a la media, que hay cinco tecnologías valoradas con las puntuaciones más altas, las cuales se muestran en el siguiente gráfico.

Gráfico 8. Cinco tecnologías que generan mayor impacto en la Industria 4.0



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

Estas tecnologías están ligadas a los ámbitos tecnológicos anteriormente tratados en el punto 4 del proyecto. Es así como encontramos, la automatización y el Internet de las cosas como propios ámbitos tecnológicos. Mientras que el Big data no fue analizado de una manera exhaustiva en el marco teórico, ya que como se afirmó en la cuestión anterior, se cometió el error de no valorar el Big data como un ámbito tecnológico de la Industria 4.0.

Por último, para cerrar este bloque se propuso a los expertos que rellenaran una tabla de doble entrada, donde podían encontrar los cuatro ámbitos tecnológicos y una serie de metas empresariales. De esta forma, debían puntuar la relación existente entre cada ámbito con las diferentes metas empresariales. Una vez recogidas todas las encuestas, se realizó una media entre todas las respuestas aportadas la cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 8. Relación entre cada ámbito tecnológico con las diferentes metas empresariales

	Cultura Maker	Internet de las Cosas	Automatización	Robótica
Desarrollo de la estrategia empresarial	3	4	4	4
Satisfacción de los empleados	3	3	4	3
Mejora de la eficiencia y productividad	2	3	5	4
Competitividad empresarial	2	3	5	4
Mejora de la rentabilidad de la empresa	1	3	4	5

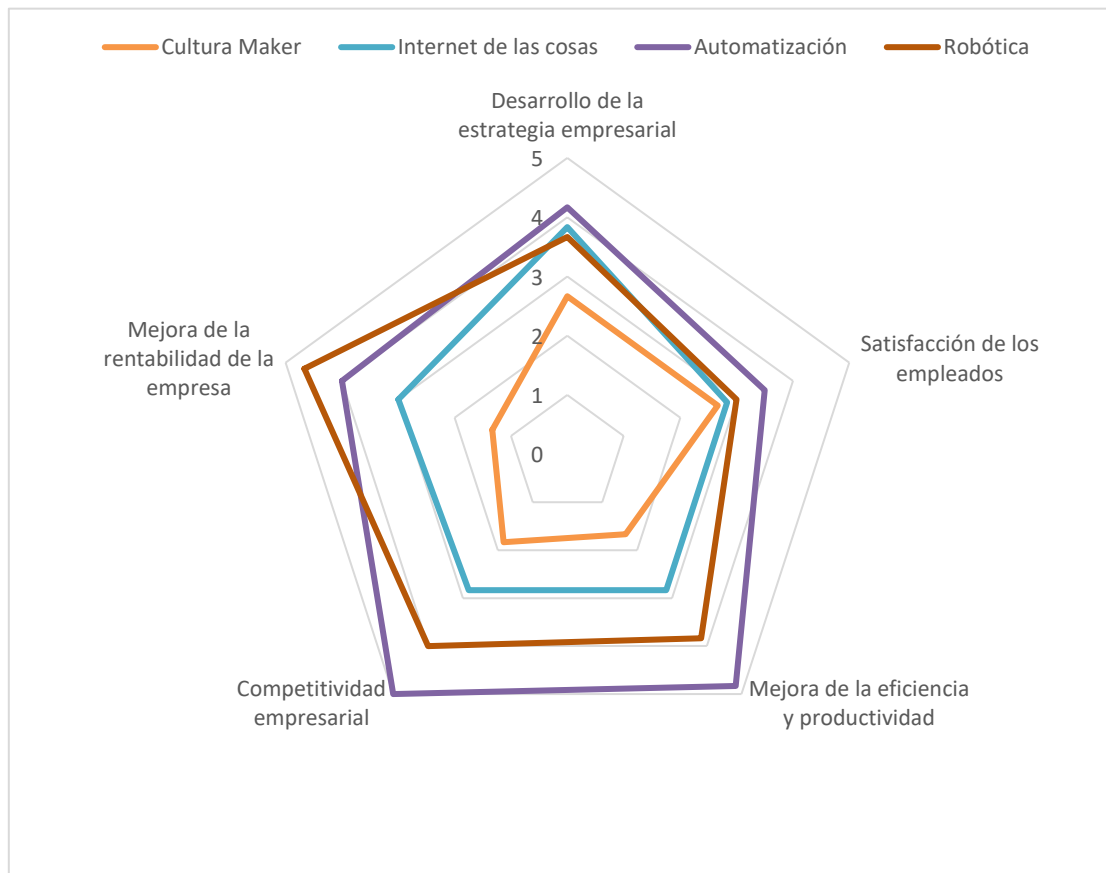
Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

En base a las preguntas analizadas a lo largo de este bloque se puede observar que el error cometido al valorar la Cultura Maker como un ámbito tecnológico vuelve a ser visible en esta tabla, pues los expertos lo valoran con una media de dos sobre cinco. Sería interesante repetir esta pregunta a los expertos sustituyendo la Cultura Maker, por el Big data, el cual vimos anteriormente que tenía una mayor relación con la Industria 4.0 y nos podría haber ayudado a deducir cuál era su importancia real frente a los otros tres ámbitos tecnológicos.

En función a los datos de los que se dispone se pueden sacar las siguientes afirmaciones:

- La Cultura Maker, no está ligada a las metas empresariales citadas, en especial con la mejora de la rentabilidad de la empresa.
- El Internet de las cosas tiene una influencia media en las diferentes metas empresariales, pues es útil en todas ellas sin ningún carácter destacable.
- La automatización tiene una relación muy alta con la competitividad empresarial y la mejora de la eficiencia y la productividad. Además, influye positivamente al resto de metas empresariales.
- La Robótica tiene una buena influencia en las diferentes metas empresariales expuestas, aunque su principal relación es con la mejora de la rentabilidad de la empresa.

Gráfico 9. Relación de cada ámbito tecnológico entre las metas empresariales



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

Gracias al gráfico radial anterior podemos ver cuáles son las metas empresariales más afectadas por los diferentes ámbitos tecnológicos. Destacamos pues, la relación que existe entre la mejora de la eficiencia y productividad y la competitividad de la empresa con la automatización, ya que, según los expertos, todos coinciden en que la relación entre ellas es la más alta. De igual manera ocurre lo mismo entre la mejora de la rentabilidad de la empresa y la robótica, donde la relación entre estas es la más alta como se había comentado anteriormente.

Además, gracias a este gráfico podemos observar qué ámbitos tecnológicos abarcan más importancia en la dirección, pues influyen en múltiples metas empresariales de manera positiva. Es así como encontramos la automatización como la más presente en la dirección, seguida de la robótica, el Internet de las cosas y por último la Cultura Maker.

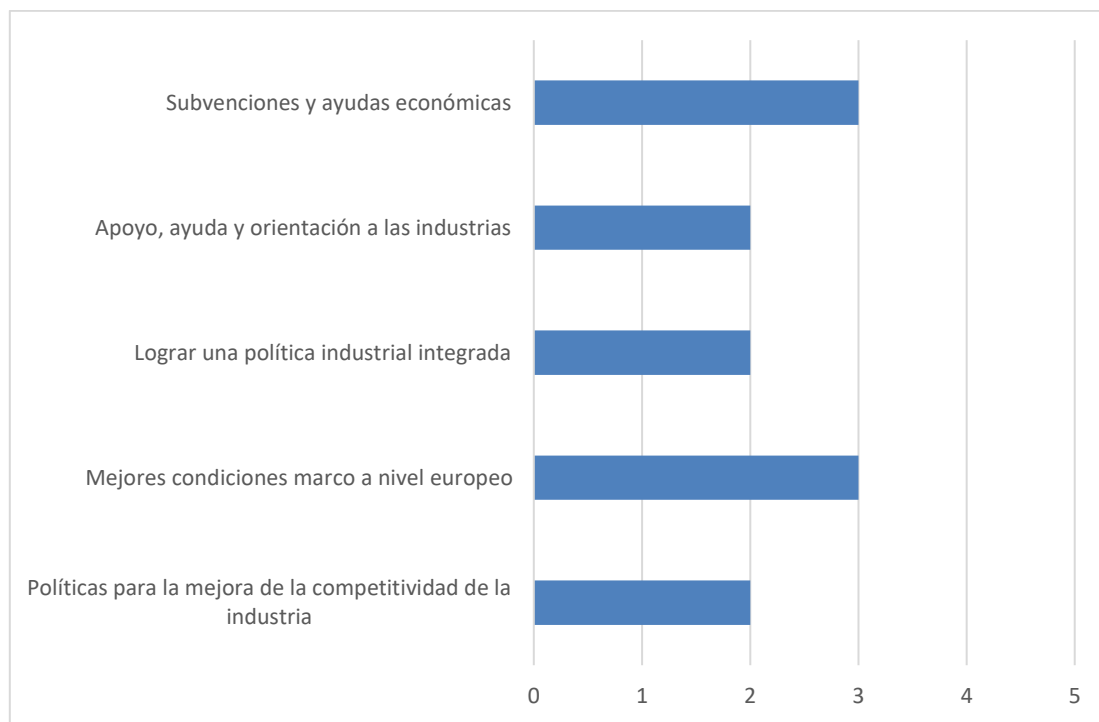
APLICACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0

Para finalizar, en este último bloque se recogen aquellas preguntas relacionadas con la aplicación de la Industria 4.0 en la empresa. Se tratan preguntas tales como, qué políticas institucionales a nivel de la Administración se deben aplicar, cuáles son las áreas funcionales de la organización más afectadas por la Industria 4.0 o cuáles son las limitaciones o barreras a las que se enfrentan las empresas a la hora de actualizarse. Además, será en este bloque donde se muestre el análisis DAFO que han elaborado los expertos.

Dado que todas estas preguntas debían ser valoradas por los expertos otorgando una puntuación de uno a cinco, siendo uno no muy importante y cinco primordial, todas las respuestas se mostrarán en un gráfico de barras de forma que permita ver los resultados de una manera más visual.

Comenzando con la primera pregunta, se les expuso una serie de políticas institucionales que proporciona la Administración (tanto a nivel nacional como a nivel europeo) las cuales debían valorar como muy influyentes o no en el desarrollo de las empresas para lograr la implementación de la Industria 4.0 en sus empresas. A continuación, se muestra la media de las respuestas aportadas por los expertos.

Gráfico 10. Políticas institucionales a nivel de la Administración a aplicar en la Industria 4.0



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

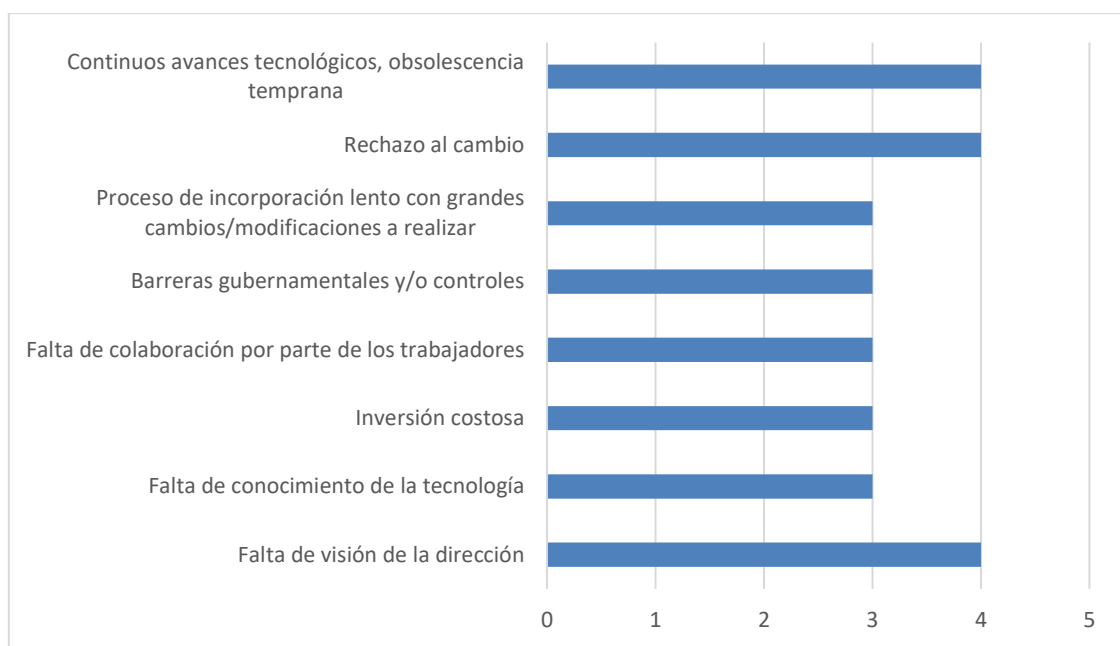
Se puede observar que no existen respuestas decisivas en este gráfico, pues no hay ninguna política institucional en este listado que sea necesaria o primordial para que una empresa pueda actualizarse a la Industria 4.0. No obstante, sí se puede observar la importancia que otorgan los expertos a la realización de un plan de subvenciones y ayudas económicas por parte de la administración para poder incentivar, o más bien,

poder dar la oportunidad a determinadas empresas, para que puedan llevar a cabo la actualización a la Industria 4.0 y además, mejorar las condiciones marco a nivel europeo.

Cabe destacar, que en esta tabla se dejó una limitación en blanco llamada “Otro”, por si los expertos querían añadir alguna no contemplada en el listado, no obstante, esta no fue utilizada en ninguno de los formularios recibidos.

La siguiente pregunta perteneciente a este bloque suponía que los expertos valoraran cuáles son las limitaciones o barreras a las que se enfrentan las empresas a la hora de evolucionar a la Industria 4.0. A continuación se muestra un gráfico de barras con la media de las respuestas aportadas por los expertos.

Gráfico 11. Limitaciones o barreras a las que se enfrentan las empresas



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

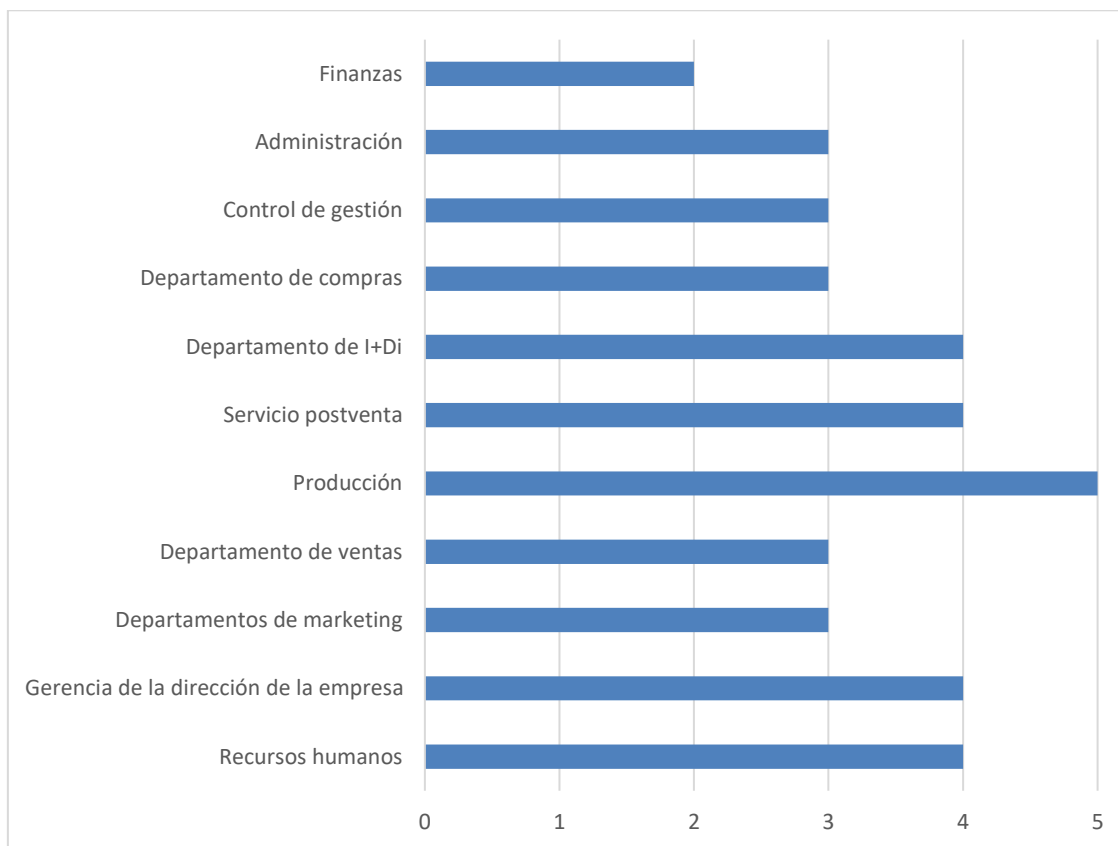
Las valoraciones otorgadas por los expertos son bastante elevadas, pues ninguna está por debajo de una puntuación de tres. Esto quiere decir que las ocho limitaciones y barreras suponen un obstáculo real en el avance de las empresas a la Industria 4.0.

De las ocho limitaciones sugeridas podemos destacar la importancia de la falta de visión de la dirección en las empresas, el rechazo al cambio de estas y los continuos avances tecnológicos presentes en el mercado que suponen una obsolescencia temprana en determinadas tecnologías o máquinas.

Cabe destacar, que al igual que se les permitía en la pregunta anterior, se dejó una limitación en blanco por si los expertos querían añadir alguna no contemplada en el listado, no obstante, esta no fue utilizada en ninguno de los formularios recibidos.

La siguiente pregunta se centró en analizar cuáles son las áreas funcionales de la organización más afectadas por la Industria 4.0. A continuación se muestra un gráfico de barras con la media de las respuestas aportadas por los expertos.

Gráfico 12. Áreas funcionales de la organización más afectadas



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

A simple vista se pueden observar dos cosas. La primera es que si se implanta la Industria 4.0 en la empresa el área funcional más afectada sería el sistema productivo. En segundo lugar, se puede ver que, del listado planteado, el área funcional menos afectado por la aplicación de la Industria 4.0 sería el departamento de finanzas.

Por lo general, las valoraciones otorgadas por los expertos son bastante elevadas, pues como ya se ha comentado, solo una de las áreas funcionales se encuentra por debajo de una puntuación de tres. Esto supone, que de una manera global todos los departamentos de la empresa están involucrados, entre ellos la gerencia de la empresa, el departamento de recursos humanos, el servicio postventa y el departamento de I+Di que aparentemente tienen una mayor importancia sobre el resto.

Cabe destacar, que al igual que se les permitía en la pregunta anterior, se dejó una limitación en blanco por si los expertos querían añadir alguna no contemplada en el listado, no obstante, esta no fue utilizada en ninguno de los formularios recibidos.

Por último, finalizamos aquí la última de las preguntas a analizar de la encuesta, con una tabla que recoge todas las respuestas de los expertos a la realización de un análisis DAFO de la Industria 4.0. Este análisis DAFO ha sido elaborado íntegramente por todos los expertos y su principal finalidad es servir de aportación al estudio de la Industria 4.0.

Tabla 8. Análisis DAFO de las Pymes industriales en España a la hora de acceder a la Industria 4.0

Debilidades (D) Falta de personal innovador Apoyo económico débil Falta de recursos para desarrollarlo / implantarlo Falta de conocimiento tecnológico Falta cultura del cambio Rechazo de los operarios Miedo al cambio Falta de madurez industrial	Amenazas (A) Resto de industria en su sector Cambios de modelos de negocio Algunas nuevas tecnologías Mucha información no útil en el mercado y en internet, sin filtrar Globalización Ciberseguridad Variabilidad en la calidad de proveedores de soluciones Alto nivel competitivo Falta de empresas suministradoras fiables
Fortalezas (F) Ecosistema de empresas de servicios Empezar de cero con lo último Flexibilidad Personal habituado a las apps (móvil) Menor burocracia Mejora y conocimiento del procesos productivo Prevención de averías/paradas Retornos exponenciales	Oportunidades (O) Apoyo Gobiernos Push de los clientes Tecnología accesible Oferta variada de partners Desarrollos conjuntos por sector / región Mejorar competitiva Aumento del valor añadido Nuevos modelos de negocio

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de las encuestas

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Finalizado el análisis de las encuestas queda comentar diferentes puntos relevantes antes de realizar las conclusiones del trabajo. Además, se tratará la última pregunta abierta del formulario, donde se les solicitaba a los expertos que definieran qué suponía para ellos la Industria 4.0. Esta última pregunta, servirá de base para formular una nueva definición de la Industria 4.0.

La muestra utilizada para este análisis fue algo menor a la esperada, pues solo se contó con la colaboración de seis expertos, lo que supuso algunas discrepancias a la hora de realizar las medias pues se daba una igualdad de opiniones entre los expertos. Esto afectó en especial a la pregunta relacionada con la motivación de las empresas nacionales, ya que no se pudo deducir una respuesta firme dado que tres expertos opinaban que las empresas nacionales si se encuentran motivadas para actualizarse a la Industria 4.0 frente a tres expertos que opinaban lo contrario.

Se puede decir, que los resultados obtenidos en las encuestas son en su mayoría desde una perspectiva profesional, pues en su mayoría, los expertos colaboradores no tenían relación académica, o al menos no estrictamente dicho.

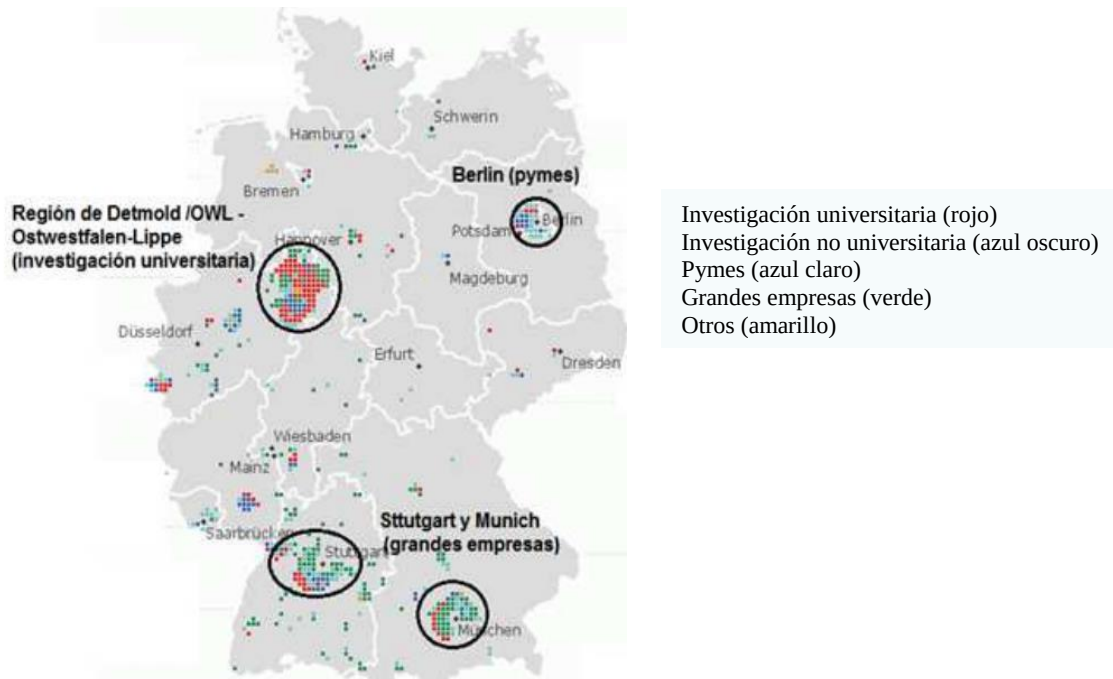
A grandes rasgos se podría considerar que el análisis global de la encuesta fue casi un éxito, salvo por el error de considerar la Cultura Maker como una tecnología principal en la Industria 4.0. A lo largo del tercer bloque, donde se trataban aquellas preguntas relacionadas con las tecnologías y ámbitos de la Industria 4.0, se mostró el error cometido con la Cultura Maker, pues los expertos no la consideraban primordial o indispensable para la Industria 4.0.

Valorando el primer bloque del formulario, donde se tratan los aspectos generales, se obtiene la primera deducción a analizar. Las tecnologías más relacionadas con la Industria 4.0 son, el Internet de las cosas, la Digitalización, el Big Data y la Automatización. Estas tecnologías fueron estudiadas a lo largo del punto cuatro del trabajo a excepción de una, no obstante, es aquí donde se comienza a ver el error cometido en los ámbitos tecnológicos influyentes en la Industria 4.0. No valorar el Big Data como uno de los principales ámbitos tecnológicos ha influido negativamente en el trabajo, pues cuanto más avanzaba el análisis de resultados de las encuestas, más era necesario haber tenido en cuenta esta tecnología en las diferentes preguntas.

También es aquí donde se podía observar la importancia del Internet de las cosas como la principal atribución a la Industria 4.0. Según los expertos, coincidían en la relevancia que posee la conectividad y las comunicaciones junto con la importancia de la información y la convergencia existente entre las tecnologías de la información y las tecnologías de operaciones.

En el segundo bloque del formulario, se trata el ámbito geográfico de aplicación, qué empresas están más presentes, qué país está más adelantado en materia 4.0 o en qué estado se encuentran las empresas actuales. Con ello, se pudo observar que Alemania es el país más adelantado en Industria 4.0 a pesar de las diferencias de opiniones entre los diferentes expertos, y no es de extrañar pues son considerados líderes en tecnología por sus numerosos estudios en este campo. A continuación, se muestra un mapa de Alemania que señala aquellos lugares de investigación en Industria 4.0 en función de quién lo realiza.

Figura 6. Mapa de la Industria 4.0 en Alemania



Fuente: Bundesministerium für Bildung und Forschung

También se trató información referente a la capacitación, motivación, preparación y apoyo de las empresas en materia 4.0. A lo que se puede afirmar que las empresas internacionales son, principalmente, las únicas que obtienen apoyo del gobierno, un ente público u otras organizaciones. Además, son las únicas que se encuentran preparadas, capacitadas y motivadas como para actualizarse a la Industria 4.0. Las empresas nacionales están preparadas y capacitadas, no obstante, no se encuentran apoyadas para comenzar la transformación a la Industria inteligente y en lo que respecta a la motivación es algo que varía dependiendo de la empresa. Por otro lado, las empresas regionales son las únicas que no se encuentran preparadas, capacitadas, motivadas o apoyadas para actualizarse a la Industria 4.0.

Como se comentó anteriormente, es en el tercer bloque del formulario donde hubo más problemas a la hora de realizar el análisis, pues el error cometido en la selección de los ámbitos tecnológicos ha influido negativamente en las respuestas aportadas de los expertos, ya que no se ha dado solución o valoración al ámbito tecnológico correcto.

La información proporcionada en este bloque se basa en la elección de los cuatro ámbitos tecnológicos influyentes en la Industria 4.0. El Big data, se encuentra en cuarta posición pese a no estar incluido en el formulario, la Cultura Maker no es bien valorada por los expertos, e incluso obtiene la peor valoración. Según los cuatro nuevos ámbitos tecnológicos, el Big Data se encontraría en cuarta posición, antes de esta, se situaría la Robótica en tercera posición. En segunda posición se encuentra el Internet de las cosas (IOT), y finalmente como el ámbito tecnológico más influyente en esta Industria 4.0 se encontraría la automatización.

Como se puede observar, esta información concuerda con aquello estudiado en el bloque uno donde se exponía que el Internet de las cosas es la principal atribución a la Industria 4.0. Otra información más a destacar de este bloque son aquellas tecnologías que generan un mayor impacto en la Industria 4.0. Esas tecnologías son la

Digitalización, la Inteligencia Artificial, el Internet de las cosas, las Automatización y el Big data.

Estos ámbitos tecnológicos tienen una gran relación con la industria, no obstante, como hemos podido ver a lo largo del análisis de resultados, algunos de ellos tienen una relación directa con las diferentes metas empresariales. La automatización está muy ligada con la competitividad empresarial y la mejora de la eficiencia y la productividad. Además, es importante mencionar la influencia de la robótica con la mejora de la rentabilidad de la empresa.

Por último, el cuarto bloque referente a la aplicación de la Industria 4.0 afirma que no hay ninguna política institucional específica que sea necesaria o primordial para que una empresa pueda actualizarse a la Industria 4.0. No obstante, sí se puede observar la importancia que otorgan los expertos a la realización de un plan de subvenciones y ayudas económicas además de una modificación en las condiciones marco a nivel europeo.

Respecto a las limitaciones de las empresas a la hora de actualizarse a la Industria 4.0, los expertos coinciden en que existe una falta de visión de la dirección en las empresas, tienen un alto rechazo al cambio y los continuos avances tecnológicos presentes en el mercado conllevan una obsolescencia temprana que suponen un obstáculo para determinadas empresas.

Con esta información y las aportaciones de los expertos sobre su definición de la Industria 4.0, las cuales se pueden ver en el informe de resultados anexo al presente trabajo, se puede aportar la siguiente definición sobre la Industria 4.0.

“La Industria 4.0 o cuarta Revolución Industrial, es un nuevo movimiento emergente a comienzos del siglo XXI. Este movimiento, basado en la revolución digital, viene definido por una serie de cambios tecnológicos que forman parte de los procesos productivos de las empresas gracias a la integración de las nuevas tecnologías emergentes de la última década. Mediante el uso de esas tecnologías, suponen una conectividad total de todos los elementos del proceso productivo obteniendo así datos en tiempo real que permiten a las empresas organizar, planificar, mejorar y prever incidencias. Esas tecnologías, están reunidas en una serie de ámbitos tecnológicos los cuales son; la automatización, la robótica, el Big data y el Internet de las cosas” (Corino, 2019).

7. CONCLUSIONES

El propósito principal de este trabajo radica en acercar la Industria 4.0 a la sociedad, aportando información sobre ella, que sea de interés y que aporte valor. Es decir, este estudio no solo ha sido realizado para ser de utilidad a la comunidad universitaria con fines académicos, sino que, además, ha sido planteado para ayudar y aportar conocimiento a la industria sobre este nuevo cambio y evolución.

De este modo, será de utilidad para aquellas empresas y profesionales que deseen conocer más acerca de esta cuarta Revolución Industrial. Entre otras cosas, podrán informarse sobre qué tecnologías conforman la Industria 4.0, cuál es su aplicación e importancia para las empresas y qué repercusiones conlleva su aplicación. Esta investigación se ha llevado a cabo contando con la aportación y opiniones de expertos en la materia. Estos expertos confirmaban o desmentían la información que había sido recabada y estudiada, en base a su conocimiento y experiencia en la materia, lo cual ha aportado un gran valor al trabajo, ya que se parte de información de individuos que trabajan o conocen de primera mano este sector.

Al realizar el estudio documental y la búsqueda de la información, nos encontramos con el principal reto abordado a la hora de realizar el presente trabajo, la novedad de dicho concepto. Al encontrarnos en plena era de la información, son muchos los documentos y reseñas disponibles en la red sobre aquellos ámbitos y tecnologías influyentes en esta cuarta Revolución Industrial. Esto puede suponer un problema, ya que, ante tanta cantidad de información a analizar, resulta complicado sintetizar y filtrar la información útil para no derivar en temas secundarios o no relevantes.

De forma contraria, al ser un término tan novedoso, nos encontramos con que no es habitual encontrar definiciones firmes o establecidas sobre la Industria 4.0, ya que es un concepto que se va formando gracias a las aportaciones de todos los expertos y académicos que investigan en el tema y comparten sus estudios con la comunidad. Por lo tanto, el propósito principal de este proyecto es hacer aportaciones al estudio de este concepto, contribuyendo a la comunidad empresarial y académica para lograr consolidar este concepto.

Desde un principio, la intención era contribuir a la caracterización del término Industria 4.0. Por lo que, para ello, se llevó a cabo un exhaustivo estudio de las diferentes tecnologías influyentes, que posteriormente se contrastó con el estudio de campo que se realizó. Este estudio permitió conocer y confirmar las características y particularidades de la cuarta Revolución Industrial, y analizar su impacto e importancia en nuestro país. Gracias a esto, se han propuesto cuatro ámbitos tecnológicos influyentes en la Industria 4.0: la automatización, el Big data, el Internet de las cosas y la robótica.

Además de esto, cabe destacar la novedosa información que se ha podido confirmar mediante las valoraciones de los expertos en el análisis de resultados. En especial, de los diferentes ámbitos mencionados, se destacaba la importancia del Internet de las cosas como la principal atribución a la Industria 4.0. Debido a la relevancia que posee la conectividad y las comunicaciones junto con la importancia de la información y la convergencia existente entre las tecnologías de la información y las tecnologías operacionales.

Por otro lado, y como información relevante sobre las empresas cántabras, la industria a nivel regional no se encuentra preparadas, capacitada, motivada ni apoyada para adaptarse a la Industria 4.0. Este dato es desalentador para todas aquellas empresas

regionales interesadas en evolucionar hacia esta industria inteligente en sus procesos productivos. No obstante, cabe recalcar, que siempre hay excepciones, ya que con las herramientas adecuadas, el adecuado asesoramiento y la correcta aplicación puede lograrse el éxito tal y como están avanzando otras empresas a nivel nacional en este nuevo paradigma.

Finalmente, cabe destacar también como contribuciones valiosas del estudio realizado las siguientes: 1) realizado íntegramente por los expertos que colaboraron en el proyecto, se presenta en este trabajo, un análisis DAFO que muestra las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que conlleva la aplicación de la Industria 4.0 en las empresas; y 2) basándonos en la información aportada por los expertos, se plantea una definición de Industria 4.0 que recoge los aspectos más importantes del estudio, esperando que sea el punto de partida para futuros estudios e investigaciones.

8. LIMITACIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO

A lo largo de este estudio se han ido encontrado ciertas limitaciones que han impedido o condicionado la realización de algunos objetivos planteados, los cuales se muestran a continuación.

Al comenzar la búsqueda de información, un problema con el que se partía era que la definición de Industria 4.0 no estaba del todo clara, pues es un término muy novedoso. Esto significa que había una gran diversidad de autores que lo definían de diferentes formas, lo que supuso que, al ser una materia tan excesivamente amplia, se tuvo que analizar para enfocarse en cuatro ámbitos tecnológicos.

A lo largo del análisis de resultados se llegó a la conclusión, conforme a las respuestas que habían aportado los expertos, que uno de los ámbitos tecnológicos estudiado no era tan relevante como otras tecnologías que han sido analizadas. A futuro, se recomienda ampliar el estudio considerando como un ámbito tecnológico que se espera tenga una gran repercusión en el desarrollo de la Industria 4.0

La falta de tiempo para realizar el análisis de los resultados de una manera más exhaustiva también tuvo importancia a la hora de realizar el estudio. Pese a contactar con los expertos con algo más de tres meses de antelación, el tiempo de búsqueda de los expertos, más el tiempo de contacto y el tiempo de realización del formulario por parte de ellos ha supuesto un *handicap* en el trabajo.

Por otra parte, dado que el análisis de las encuestas es la parte principal del trabajo, era importante conseguir una muestra de encuestados lo suficientemente grande para obtener unos resultados más precisos. En este sentido, se debe señalar que sería interesante para futuros trabajos ampliar la muestra de expertos.

Asimismo, se han puesto de manifiesto distintos puntos de vista y opiniones de los expertos que no siempre eran coincidentes. Por ello, se recomienda a futuro aplicar un análisis Delphi que permitan consensuar a través de varias rondas de entrevistas dichas diferencias.

9. REFERENCIAS

Adext, 2017. Adext. [En línea] Disponible en: www.adext.com [Último acceso: 23 Mayo 2018].

Alonso, J. Á., 2018. KPMG. [En línea] Disponible en: www.kpmg.com [Último acceso: 23 Mayo 2018].

Archanco, R., 2016. Papeles de Inteligencia. [En línea] Disponible en: <http://papelesdeinteligencia.com/que-es-industria-4-0/>

Arduino, 2012. Arduino. [En línea] Disponible en: <https://arduino.cl/que-es-arduino/> [Último acceso: 7 Julio 2018].

ATRIA Innovation, 2017. ATRIA Innovation. [En línea] Disponible en: <http://atriainnovation.com/en/industria-4-0/>

Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2017. Bundesministerium für Bildung und Forschung. [En línea] Disponible en: https://www.bmbf.de/mapplication/index.php?AD_CONTENT=475&AD_CON TEXT=488 [Último acceso: 2 Mayo 2018].

Camara, M., 2015. Industria embebidahoy. [En línea] Disponible en: <https://www.industriaembebidahoy.com/tarjeta-de-desarrollo-para-prototipado-rapido/> [Último acceso: 7 Agosto 2018].

Castellanos, L., 2018. DTyOC. [En línea] Disponible en: <https://dtioc.com/tag/artesanos-digitales/> [Último acceso: 20 Junio 2018].

Cifuentes, J., 2015. Ingeniería de control. Universidad de San Carlos, p. 9.

Cognex, 2016. Cognex. [En línea] Disponible en: <https://www.cognex.com/es-ar/what-is/machine-vision/what-is-machine-vision> [Último acceso: 11 Junio 2018].

Collado, V., 2016. UpCommons. [En línea] Disponible en: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/98538/ColladoFernandezVictorTFG-BCN3D Sigma.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/98538/ColladoFernandezVictorTFG-BCN3D%20Sigma.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [Último acceso: 7 Junio 2018].

Cosmocax, 2007. Cosmocax. [En línea] Disponible en: <https://cadcamcae.wordpress.com/2007/04/13/%C2%BFque-es-el-cad-v1/> [Último acceso: 7 Junio 2018].

Dtisa, 2015. Dtisa. [En línea] Disponible en: <https://www.dtisa.com/blog/la-revolucion-industrial-dio-origen-a-la-automatizacion-industrial> [Último acceso: 15 Enero 2019].

Escuelapedia, 2016. Escuelapedia. [En línea] Disponible en: <http://www.escuelapedia.com/primerasegunda-ytercera-revolucion-industrial/>

Fabricantes maquinaria industrial, 2017. Fabricantes maquinaria industrial. [En línea] Disponible en: <https://www.fabricantes-maquinaria-industrial.es/automatizacion-industrial-que-es/> [Último acceso: 2 Mayo 2019].

Factoria Histórica, 2011. Factoria Histórica. [En línea] Disponible en: <https://factoriahistorica.wordpress.com/2011/02/22/la-segunda-revolucion-industrial/>

Fernandez, M., 2017. Itop. [En línea] Disponible en: <https://www.itop.es/blog/item/iot-cuales-son-sus-componentes-principales-y-aplicaciones.html> [Último acceso: 14 Julio 2018].

García, P., 2013. Noticias del mercado. [En línea] Disponible en: <https://franklinlinkmx.wordpress.com/2013/09/05/que-es-el-control-pid/> [Último acceso: 23 Diciembre 2018].

Gestiopolis, 2018. Gestiopolis. [En línea] Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/automatizacion-robotica-produccion/> [Último acceso: 3 Enero 2019].

Gorriti, N., 2015. Interempresas. [En línea] Disponible en: <http://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/136521-Robots-sensitivos-uno-de-los-reclamos-mas-llamativos-en-Hispack.html> [Último acceso: 21 Mayo 2018].

Grupo Garatu, 2016. Grupo Garatu. [En línea] Disponible en: <https://grupogaratu.com/que-es-y-que-aporta-la-industria-4-0/>

Grupo Garatu, 2017. Grupo Garatu. [En línea] Disponible en: <https://grupogaratu.com/digitalizacion-empresarial-digitalizar-la-empresa/> [Último acceso: 14 Julio 2018].

Guerrero, M., 2016. Manuel Guerrero Cano. [En línea] Disponible en: <https://manuelguerrerocano.com/robots-colaborativos-la-industria-4-0/> [Último acceso: 21 Mayo 2018].

Hacedores, 2014. Hacedores. [En línea] Disponible en: <https://hacedores.com/movimientomaker/> [Último acceso: 26 Mayo 2018].

Hatch, M., 2014. Maker Movement Manifiesto. En: The Maker Movement Manifiesto. Estados Unidos: Mc Graw Hill, pp. 11-32.

High Performance Computing, 2017. High Performance Computing. [En línea] Disponible en: <https://www.hpe.com/es/es/what-is/artificial-intelligence.html> [Último acceso: 2 Julio 2018].

Hosteltur, 2017. Hosteltur. [En línea] Disponible en: <https://www.hosteltur.com/122661-digitalizacion-empresas-mejorar-eficiencia-productividad.html>

IG, 2016. IG. [En línea] Disponible en: <https://www.ig.com/es/invertir-en-criptomonedas/que-son-las-criptomonedas> [Último acceso: 23 Mayo 2018].

IMF Business School, 2017. IMF Formation. [En línea] Disponible en: <https://www.imf-formacion.com/blog/tecnologia/digitalizacion-empresas-competencias-201612/>

Industria Conectada 4.0, 2015. Industria Conectada 4.0. [En línea] Disponible en: <http://www.industriaconectada40.gob.es/Paginas/index.aspx>

Intensas, 2016. Intensas. [En línea] Disponible en: <https://www.intensas.com/que-es-la-industria-4-0/#1478090573602-04fcd391-6040> [Último acceso: 22 Mayo 2018].

Intensas, 2017. Intensas. [En línea] Disponible en: <https://www.intensas.com/que-es-la-industria-4-0/>

Lánzanos, 2015. Lánzanos. [En línea] Disponible en: <https://www.lanzanos.com/como/funciona/> [Último acceso: 21 Julio 2018].

LogicalCross, 2015. LogicalCross. [En línea] Disponible en: <https://www.logicalcross.es> [Último acceso: 21 Mayo 2018].

López, M., 2015. Conferencia Hispack 2015. Barcelona: s.n.

Más ingenieros, 2013. Más ingenieros. [En línea] Disponible en: <http://www.masingenieros.com/portfolio/el-nuevo-reto-la-industria-4-0/> [Último acceso: 15 Enero 2017].

Maynez, N., 2018. Adext. [En línea] Disponible en: <https://blog.adext.com/es/tecnologias-inteligencia-artificial-2018> [Último acceso: 26 Mayo 2018].

Navarro, F., 2016. Revista digital INESEM. [En línea] Disponible en: <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/la-gestion-de-la-calidad-total-tqm/> [Último acceso: 20 Mayo 2019].

Pallás A., R., 2003. Sensores y acondicionadores de señal. 4 ed. Barcelona: Marcombo.

People Define Marketing, 2017. People Define Marketing. [En línea] Disponible en: <http://www.pdm.es/blog/la-digitalizacion-las-empresas/>

Pérez, F. & Guerra, J., 2017. Industria 4.0. Perspectiv@, Issue 187.

Power NPI, 2017. Power NPI. [En línea] Disponible en: <http://www.empowernpi.com.br/en/industry-4-0/#Contato> [Último acceso: 29 Diciembre 2017].

Powerdata, 2015. Powerdata. [En línea] Disponible en: <https://www.powerdata.es/big-data> [Último acceso: 23 Mayo 2018].

Preukschat, A., 2016. Everis. [En línea] Disponible en: <https://www.everis.com/spain/es> [Último acceso: 23 Mayo 2018].

PrevenSystem, 2018. PrevenSystem. [En línea] Disponible en: <http://www.prevensystem.com/internacional/694/noticia-el-data-protection-officer-la-nueva-figura-del-reglamento-de-proteccion-de-datos.html> [Último acceso: 23 Julio 2018].

Ruano, C., 2017. A un clic de las TIC. [En línea] Disponible en: <https://aunclicdelastic.blogthinkbig.com/tecnologias-economia-digital/> [Último acceso: 3 Mayo 2018].

Telesur, 2017. Telesur. [En línea] Disponible en: <https://www.telesurtv.net/news/Cinco-inventos-de-la-Revolucion-Industrial-que-cambiaron-el-mundo-20161108-0022.html>

Ushuaia Branding, 2017. Ushuaia Branding. [En línea] Disponible en: <https://ushuaiabranding.com/7-tecnologias-de-inteligencia-artificial-que-debes-conocer-para-2018/> [Último acceso: 2 Junio 2018].

Viwa, 2016. Viwa. [En línea] Disponible en: <http://viwacnc.com/index.php?seccion=articulo&art=48> [Último acceso: 21 Septiembre 2018].

10. TERMINOLOGÍA

1. Arduino *“es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado para artistas, diseñadores, como hobby y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos”* (Arduino, 2012).
2. Controlador PID. *“Mecanismo de control que permite regular la velocidad, temperatura, presión y flujo entre otras variables de un proceso en general”* (García, 2013).
3. Dale Dougherty, fue uno de los dos fundadores de O'Reilly Media. También es conocido por ser el primero en utilizar el término Web 2.0, y en la actualidad, es el fundador y editor de Make, la revista de O'Reilly.
4. Feria de Hannover. The Hannover Messe <http://www.hannovermesse.de/>.
5. Gestión de la calidad total, del inglés Total Quality Management (TQM), *“es una estrategia de gestión, orientada a crear una conciencia de Calidad, en todos los procesos que se realicen en cualquier tipo de organización”* (Navarro, 2016).
6. Henry Ford. Fue propietario de Ford Motor Company y considerado por muchos como el pionero de la cadena de montaje y padre de la producción en masa.
7. Máquinas CNC, de las siglas, Control Número Computarizado. *“En una máquina CNC, a diferencia de una máquina convencional o manual, una computadora controla la posición y velocidad de los motores que accionan los ejes de la máquina. Gracias a esto, puede hacer movimientos que no se pueden lograr manualmente como círculos, líneas diagonales y figuras complejas tridimensionales”* (Viwa, 2016).
8. Raspberry Pi, *“se trata de un miniordenador de bajo coste desarrollado originalmente con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en los colegios”* (Fernandez, 2017).
9. Software CAD (Computer Aided Design), en español, Diseño Asistido por Ordenador (DAO). *“Se trata de una tecnología de software aplicada al diseño de geometrías, basada en las matemáticas y extensas bases de datos, y que dispone de múltiples herramientas o programas, para realizar el diseño de piezas y conjuntos (3D) y sus planos (2D)”* (Cosmocax, 2007).

11. ANEXOS

ANEXO 1. FORMULARIO: LA IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA 4.0

	Trabajo Fin de Máster <i>Industria 4.0: bases tecnológicas de las Smart Factories</i>
	Máster en Empresa y Tecnologías de la Información. Curso 2018-2019
	Entrevista a expertos: La importancia de la Industria 4.0

El objetivo de la presente encuesta es recabar información relativa a la Industria 4.0 que, posteriormente, será de utilidad para realizar un análisis sobre la información recogida.

Así mismo, se realizará siguiendo los pasos del método Delphi, por lo cual, si fuera preciso, se realizará una segunda entrevista, donde se comentarán las discrepancias de opiniones entre los diferentes expertos. Este formulario, permitirá realizar un estudio exhaustivo sobre las respuestas proporcionadas por los expertos, con el fin de formular una definición y caracterización de la Industria 4.0.

Este estudio forma parte del Trabajo de Fin de Máster "*Industria 4.0: bases tecnológicas de las Smart Factories*" realizado por Cristina Corino López, por lo que, si desea recibir una copia del trabajo una vez finalizado, por favor, marque la siguiente casilla e indique su email.

- ☐ Sí, deseo recibir una copia en PDF del trabajo, o en su defecto, un enlace al mismo al correo electrónico: _____

Por ello, antes de comenzar con la encuesta, responda a las siguientes preguntas acerca de su perfil y relación con la Industria 4.0.

Relación con la Industria 4.0:

- ☐ Académico ☐ Profesional (*)

(*) Nombre de la empresa: _____		
Número de empleados: _____		
Sector de actividad: _____		
Ámbito:	☐ Regional	☐ Nacional
		☐ Internacional
Empresa considerada 4.0:	☐ Sí	☐ No

Nombre y apellidos del entrevistado:

Cargo:

Nº años de experiencia en el cargo:

Área/s de especialización:

Esta información puede ser utilizada en el análisis de las encuestas con fin de informar sobre el perfil del experto.



Trabajo Fin de Máster *Industria 4.0: bases tecnológicas de las Smart Factories*

Máster en Empresa y Tecnologías de la Información. Curso 2018-2019

Entrevista a expertos: La importancia de la Industria 4.0

1. Indique a continuación cinco conceptos que le vengan a la cabeza al pensar en Industria 4.0, ordenándolos según su grado de importancia, siendo 1 el más importante y 5 el menos importante:

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

2. ¿Qué supone para usted esta cuarta revolución industrial?

--

3. ¿Qué avance o atribución a la Industria 4.0 considera que ha sido determinante en la evolución de ésta? ¿Por qué?

--

4. ¿Qué país cree estar más avanzado en esta Industria 4.0? ¿Por qué?

--

5. Complete en la siguiente tabla si cree o no que las empresas de los diferentes ámbitos están preparadas, capacitadas, apoyadas y motivadas para evolucionar hacia la industria 4.0.

	Empresas Internacionales		Empresas Nacionales		Empresas Regionales	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Preparadas						
Capacitadas						
Apoyadas						
Motivadas						

	Trabajo Fin de Máster <i>Industria 4.0: bases tecnológicas de las Smart Factories</i>
	Máster en Empresa y Tecnologías de la Información. Curso 2018-2019
	Entrevista a expertos: La importancia de la Industria 4.0

6. Respecto a la tabla anterior, ¿A qué cree que se deben las discrepancias existentes entre las respuestas aportadas para las empresas internacionales, nacionales y regionales?

--

7. Enumere los siguientes ámbitos de la industria 4.0 según su importancia dentro de la misma, siendo 1 la más importante y 4 la menos importante. Si lo desea puede añadir otro ámbito no contemplado entre los siguientes, teniendo en cuenta que deberá calificar en tal caso de 1 – 5, siendo 1 el más importante y 5 el menos importante:

	Cultura Maker
	Internet de las cosas
	Robótica
	Automatización
	(*) Otro:

(*) ¿Por qué considera que el ámbito añadido es importante para considerarse un ámbito de la Industria 4.0?

8. ¿Por qué cree que la tecnología puntuada con un uno en la pregunta anterior va a causar un mayor impacto?

--

	Trabajo Fin de Máster <i>Industria 4.0: bases tecnológicas de las Smart Factories</i>
	<i>Máster en Empresa y Tecnologías de la Información. Curso 2018-2019</i>
	Entrevista a expertos: La importancia de la Industria 4.0

9. Señale de 1 a 5, qué políticas institucionales a nivel de la Administración, se deben aplicar, siendo 1 primordial y 5 secundario.

Limitaciones \ Valoración	N/C	1	2	3	4	5
Políticas para la mejora de la competitividad de la industria						
Mejores condiciones marco a nivel europeo						
Lograr una política industrial integrada						
Apoyo, ayuda y orientación a las industrias						
Subvenciones y ayudas económicas						
Otro:						

10. Señale de 1 a 5, la importancia de las siguientes limitaciones o barreras a las que se enfrentan las empresas a la hora de evolucionar hacia esta Industria 4.0, siendo 5 importancia muy alta y 1 importancia muy baja:

Limitaciones \ Valoración	N/C	1	2	3	4	5
Falta de visión de la dirección						
Falta de conocimiento de la tecnología						
Inversión costosa						
Falta de colaboración por parte de los trabajadores						
Barreras gubernamentales y/o controles						
Proceso de incorporación lento con grandes cambios/modificaciones a realizar						
Rechazo al cambio						
Continuos avances tecnológicos, obsolescencia temprana						
Otro:						

	Trabajo Fin de Máster Industria 4.0: bases tecnológicas de las Smart Factories <i>Máster en Empresa y Tecnologías de la Información. Curso 2018-2019</i> Entrevista a expertos: La importancia de la Industria 4.0
---	--

11. Señale de 1 a 5, cuáles serán las áreas funcionales de la organización más afectadas por la Industria 4.0, siendo 5 muy afectada y 1 muy poco afectada:

Ámbitos \ Valoración	N/C	1	2	3	4	5
Recursos humanos						
Gerencia de la dirección de la empresa						
Departamentos de marketing						
Departamento de ventas						
Producción						
Servicio postventa						
Departamento de I+Di						
Departamento de compras						
Control de gestión						
Administración						
Finanzas						
Otro:						

12. Identifique tres debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que tienen las pymes industriales en España a la hora de acceder a la Industria 4.0:

Debilidades: 1. 2. 3.	Amenazas: 1. 2. 3.
Fortalezas: 1. 2. 3.	Oportunidades: 1. 2. 3.



Trabajo Fin de Máster Industria 4.0: bases tecnológicas de las Smart Factories

Máster en Empresa y Tecnologías de la Información. Curso 2018-2019

Entrevista a expertos: La importancia de la Industria 4.0

13. Del siguiente listado, señale qué tecnologías tienen un mayor impacto en el desarrollo de esa industria 4.0, siendo 5 un alto impacto y 1 un impacto muy bajo:

Tecnologías \ Valoración	N/C	1	2	3	4	5
Digitalización						
Automatización						
Big data						
Inteligencia Artificial						
Inteligencia aumentada						
Internet de las cosas						
Cultura Maker						
Robótica y procesos						
Sistemas Ciberfísicos						
Blockchain						
Data mining						
Data Analytics						
Analítica aumentada						
Transformación digital						
Robótica Colaborativa						
Robótica Sensitiva						
Realidad aumentada						
Aplicaciones inteligentes						
Realidad virtual						
Bioteología						
Computación cuántica						
Otro:						

	Trabajo Fin de Máster <i>Industria 4.0: bases tecnológicas de las Smart Factories</i>
	<i>Máster en Empresa y Tecnologías de la Información. Curso 2018-2019</i>
	Entrevista a expertos: La importancia de la Industria 4.0

14. Valore de 1 a 5, cómo cree que influye cada ámbito tecnológico en las diferentes metas empresariales, siendo 5 muy alta influencia y 1 muy baja influencia:

	Cultura Maker	Internet de las cosas	Automatización	Robótica
Desarrollo de la estrategia empresarial				
Satisfacción de los empleados				
Mejora de la eficiencia y productividad				
Competitividad empresarial				
Mejora de la rentabilidad de la empresa				

15. Finalmente, como conclusión, defina brevemente que significa Industria 4.0 para usted.

--

ANEXO 2. INFORME DE RESULTADOS



Trabajo Fin de Máster *Industria 4.0: bases tecnológicas de las Smart Factories*

Máster en Empresa y Tecnologías de la Información. Curso 2018-2019

Informe de resultados

1. Indique a continuación cinco conceptos que le vengan a la cabeza al pensar en Industria 4.0, ordenándolos según su grado de importancia, siendo 1 el más importante y 5 el menos importante:

	<i>Experto 1</i>	<i>Experto 2</i>	<i>Experto 3</i>
1.	IoT	Digitalización	Digitalización
2.	Habilitadores digitales	Big data	Sensores
3.	Sistemas ciberfísicos y conectados	Sonorización	Automatización
4.	MES	Fabricación aditiva	Revisión de procesos
5.	Automatización	Machine learning	Nuevos modelos de negocio

	<i>Experto 4</i>	<i>Experto 5</i>	<i>Experto 6</i>
1.	IoT	Productividad	Retorno de inversión
2.	Big data	Conectividad	Aporte de valor
3.	Tiempo real	Eficiencia	Gestión de datos
4.	Autoaprendizaje	Prevención problemas/averías	
5.	Realidad aumentada	Planificación óptima	

Valoración de los conceptos relacionados con la Industria 4.0:

CONCEPTO	VALORACIÓN FINAL
DIGITALIZACIÓN	=2+1+1+6+6+5 21
IOT	=1+6+6+1+2+5 21
BIG DATA	=6+2+6+2+6+3 25
AUTOMATIZACIÓN	=5+6+3+6+1+5 26
SENSORES	=6+3+2+6+6+5 28
RETORNO DE INVERSIÓN	=6+6+6+6+6+1 31
APORTE DE VALOR	=6+6+6+6+6+2 32
AUTOPRENDIZAJE	=6+5+6+4+6+5 32
SISTEMAS CIBERFÍSICOS Y CONECTADOS	=3+6+6+6+6+5 32
TIEMPO REAL	=6+6+6+3+6+5 32
EFICIENCIA	=6+6+6+6+3+5 32
MES	=4+6+6+6+6+5 33
FABRICACION ADITIVA	=6+4+6+6+6+5 33
REVISION DE PROCESOS	=6+6+4+6+6+5 33
PREVENCION PROBLEMAS	=6+6+6+6+4+5 33

CONCEPTO	VALORACIÓN FINAL
REALIDAD AUMENTADA	=6+6+6+5+6+5 34
NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO	=6+6+5+6+6+5 34
PLANIFICACIÓN ÓPTIMA	=6+6+6+6+5+5 34

Cinco términos más identificativos de la Industria 4.0

	Valoración
<i>IOT</i>	16
<i>Digitalización</i>	21
<i>Big data</i>	25
<i>Automatización</i>	26
<i>Sensores</i>	28

*Tras unificar los sensores y el Internet de las cosas como un único concepto



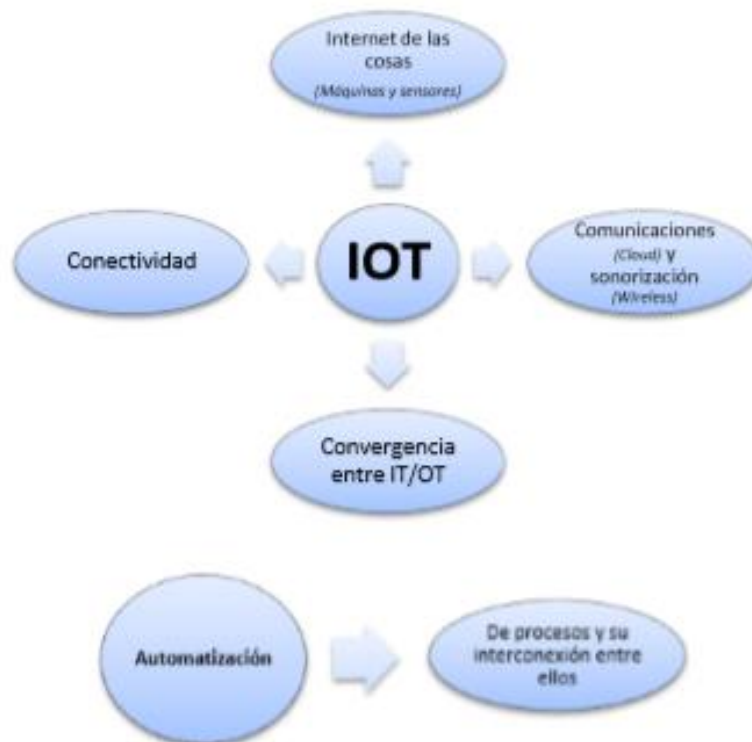
*Tras unificar los sensores y el Internet de las cosas como un único concepto

	Trabajo Fin de Máster Industria 4.0: bases tecnológicas de las Smart Factories <i>Máster en Empresa y Tecnologías de la Información. Curso 2018-2019</i> Informe de resultados
---	--

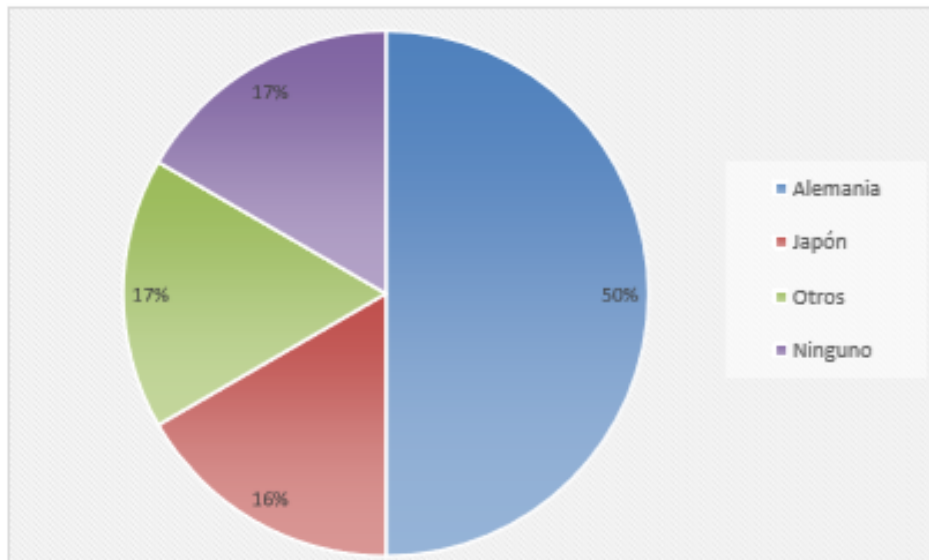
2. ¿Qué supone para usted esta cuarta revolución industrial?

Conectividad global , para poder tomar decisiones en tiempo real	Competitividad , supone una gran oportunidad para hacer a la industria más competitiva
Calidad total , nuevas herramientas para la gestión de la calidad total.	Conectividad , Porque la fábrica se comportará como un sistema y el ciclo de vida del producto determinará la mejora de las nuevas generaciones de las fábricas.
Nuevas oportunidades tecnológicas , que permitirán ser más productivos y descubrir nuevas capacidades.	Automatización e Interconexión , de los procesos permitiendo un mayor control.

3. ¿Qué avance o atribución a la Industria 4.0 considera que ha sido determinante en la evolución de ésta? ¿Por qué?



4. ¿Qué país cree estar más avanzado en esta Industria 4.0? ¿Por qué?



*Otros: Estados Unidos, China y Alemania

Justificación

Alemania	Porque lleva desde hace más de 6 años con un Plan 4.0
	Al partir de una base tecnológica más avanzada (mayor automatización)
	Fue el origen y teniendo en cuenta las condiciones laborales es el más sensible a la 4.0
Japón	Por ser los líderes en rendimiento en la producción
Estados Unidos, China y Alemania	Están a la cabeza por su ventaja en competitividad manufacturera
Ninguno	Todos están empezando



Trabajo Fin de Máster Industria 4.0: bases tecnológicas de las Smart Factories

Máster en Empresa y Tecnologías de la Información. Curso 2018-2019

Informe de resultados

5. Complete en la siguiente tabla si cree o no que las empresas de los diferentes ámbitos están preparadas, capacitadas, apoyadas y motivadas para evolucionar hacia la industria 4.0.

a) Resultados globales de todas las encuestas:

	<i>Empresas Internacionales</i>		<i>Empresas Nacionales</i>		<i>Empresas Regionales</i>	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No
<i>Preparadas</i>	5	1	4	2	1	5
<i>Capacitadas</i>	5	1	4	2	0	6
<i>Apoyadas</i>	6	0	2	4	2	4
<i>Motivadas</i>	5	1	3	3	1	5



b) Media global de todas las encuestas:

	<i>Empresas Internacionales</i>		<i>Empresas Nacionales</i>		<i>Empresas Regionales</i>	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No
<i>Preparadas</i>	1	0	1	0	0	1
<i>Capacitadas</i>	1	0	1	0	0	1
<i>Apoyadas</i>	1	0	0	1	0	1
<i>Motivadas</i>	1	0			0	1

☐ Igualdad de opiniones



UC
UNIVERSIDAD
DE CANTABRIA

Trabajo Fin de Máster Industria 4.0: bases tecnológicas de las Smart Factories

Máster en Empresa y Tecnologías de la Información. Curso 2018-2019

Informe de resultados



6. Respecto a la tabla anterior, ¿A qué cree que se deben las discrepancias existentes entre las respuestas aportadas para las empresas internacionales, nacionales y regionales?

Justificación	
Experto 1	Necesidad de difundir la cultura de la automatización y la robótica en empresas nacionales y regionales.
Experto 2	Falta de ayudas en regionales y algo en nacionales.
Experto 3	El tamaño de las empresas.
Experto 4	No hay un plan estratégico regional y nacional.
Experto 5	Las inversiones en industria son pocas y equivocadas.
Experto 6	El tamaño de las empresas.



Trabajo Fin de Máster Industria 4.0: bases tecnológicas de las Smart Factories

Máster en Empresa y Tecnologías de la Información. Curso 2018-2019

Informe de resultados

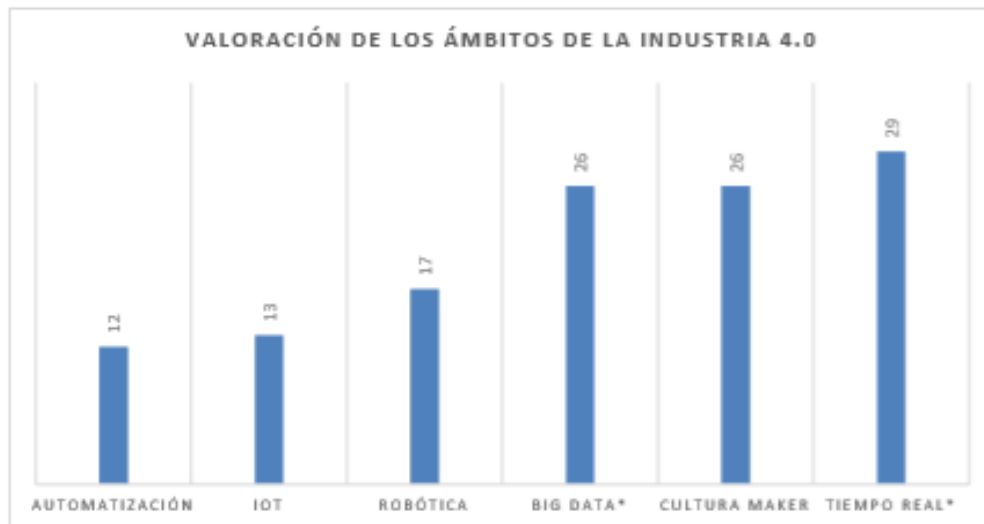
7. Enumere los siguientes ámbitos de la industria 4.0 según su importancia dentro de la misma, siendo 1 la más importante y 4 la menos importante. Si lo desea puede añadir otro ámbito no contemplado entre los siguientes, teniendo en cuenta que deberá calificar en tal caso de 1 – 5, siendo 1 el más importante y 5 el menos importante:

	<i>Experto 1</i>	<i>Experto 2</i>	<i>Experto 3</i>
1	Automatización	Big data*	Automatización
2	IOT	IOT	Robótica
3	Robótica	Automatización	IOT
4	Big Data*	Robótica	Cultura Maker
5	Cultura Maker	Cultura Maker	-

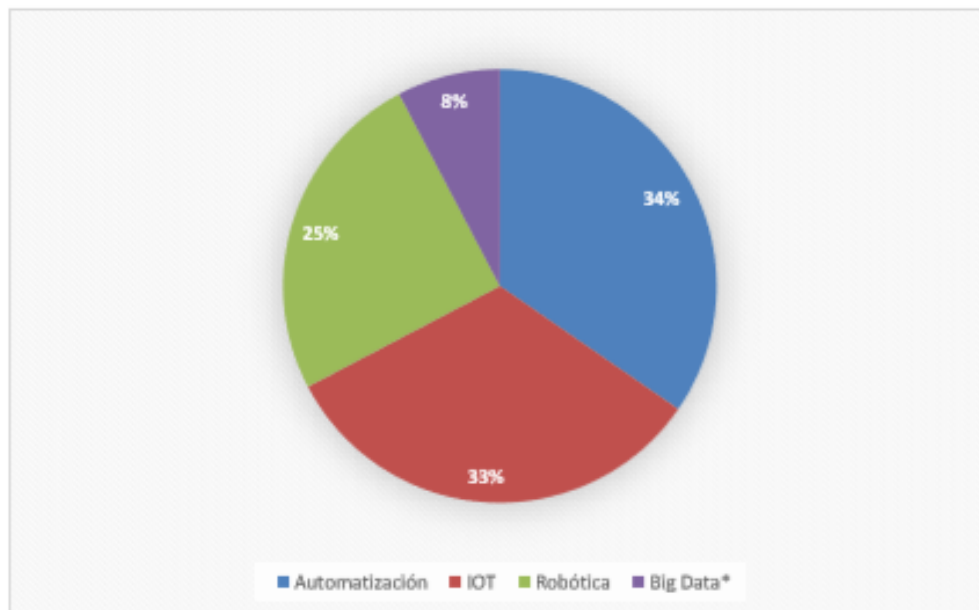
	<i>Experto 4</i>	<i>Experto 5</i>	<i>Experto 7</i>
1	IOT	Automatización	IOT
2	Tiempo real*	Robótica	Automatización
3	Robótica	Cultura Maker	Robótica
4	Automatización	IOT	Cultura Maker
5	Cultura Maker	-	-

Valoración de los ámbitos de la Industria 4.0:

CONCEPTO	VALORACIÓN FINAL	
AUTOMATIZACIÓN	=1+3+1+4+1+2	12
IOT	=2+2+3+1+4+1	13
ROBÓTICA	=3+4+2+3+2+3	17
BIG DATA*	=4+1+5+6+5+5	26
CULTURA MAKER	=5+5+4+5+3+4	26
TIEMPO REAL*	=6+6+5+2+5+5	29



Replanteamiento de los cuatro ámbitos tecnológicos más influyentes en la Industria 4.0





(*) ¿Por qué considera que el ámbito añadido es importante para considerarse un ámbito de la Industria 4.0?

	Ámbito	Justificación
Experto 1	Big data*	Porque permite el análisis de los procesos desde un punto de vista más global
Experto 2		Esencial para esta revolución
Experto 3	-	-
Experto 4	Tiempo real*	Flexibilidad y personalización supondrán un reto en el manejo de la complejidad.
Experto 5	-	-
Experto 6	-	-

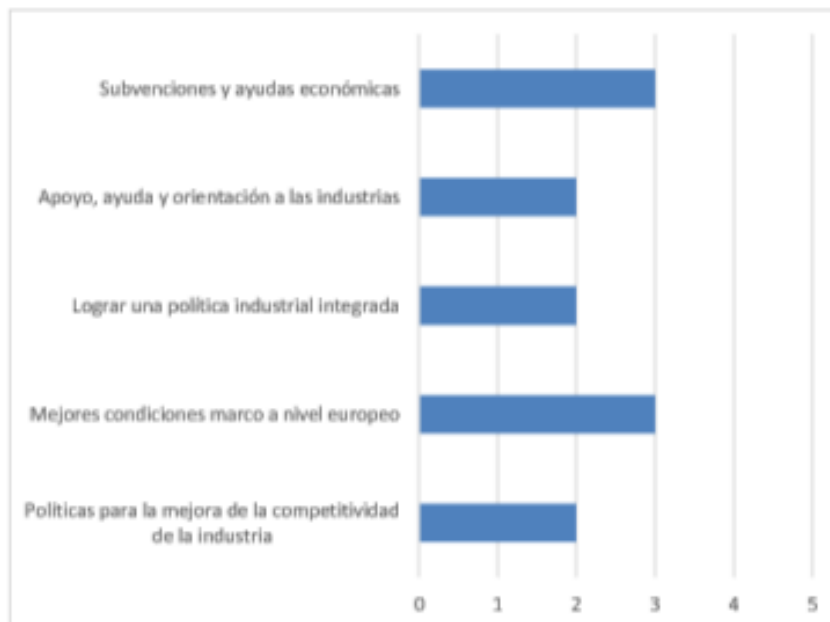
8. ¿Por qué cree que la tecnología puntuada con un uno en la pregunta anterior va a causar un mayor impacto?

	Ámbito	Justificación
Experto 1	Automatización	Permite mayor productividad.
Experto 2		Es la base del crecimiento.
Experto 3		Consigue más rendimiento en la mejora respecto a la inversión efectuada y en la que más ámbitos influye
Experto 4	Big data	Posibilidad de almacenamiento masivo de información para su posterior análisis.
Experto 5	IOT	El acceso a la red permitirá aumentar la capacidad de cálculo y la capacidad de conocer a los usuarios.
Experto 6		La capacidad de generar datos es uno de los pilares fundamentales

9. Señale de 1 a 5, qué políticas institucionales a nivel de la Administración, se deben aplicar, siendo 1 primordial y 5 secundario.

	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 5	Exp. 6	Media
<i>Políticas para la mejora de la competitividad de la industria</i>	1	4	1	1	1	1	2
<i>Mejores condiciones marco a nivel europeo</i>	4	3	3	3	3	4	3
<i>Lograr una política industrial integrada</i>	3	3	1	2	1	1	2
<i>Apoyo, ayuda y orientación a las industrias</i>	1	5	2	1	2	1	2
<i>Subvenciones y ayudas económicas</i>	3	5	4	2	3	3	3
<i>Otro:</i>	0	0	0	0	0	0	0

Media global de todas las encuestas:





Trabajo Fin de Máster Industria 4.0: bases tecnológicas de las Smart Factories

Máster en Empresa y Tecnologías de la Información. Curso 2018-2019

Informe de resultados

10. Señale de 1 a 5, la importancia de las siguientes limitaciones o barreras a las que se enfrentan las empresas a la hora de evolucionar hacia esta Industria 4.0, siendo 5 importancia muy alta y 1 importancia muy baja:

	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 5	Exp. 6	Media
<i>Falta de visión de la dirección</i>	5	5	3	4	1	4	4
<i>Falta de conocimiento de la tecnología</i>	4	4	1	4	2	5	3
<i>Inversión costosa</i>	3	2	4	2	4	4	3
<i>Falta de colaboración de los trabajadores</i>	3	4	3	2	4	1	3
<i>Barreras gubernamentales y/o controles</i>	3	2	2	4	3	1	3
<i>Proceso de incorporación lento con grandes cambios</i>	4	3	4	1	2	2	3
<i>Rechazo al cambio</i>	4	4	4	3	3	3	4
<i>Continuos avances tecnológicos, obsolescencia temprana</i>	4	4	5	2	3	3	4
<i>Otro:</i>	0	0	0	0	0	0	0

Media global de todas las encuestas:




Trabajo Fin de Máster Industria 4.0: bases tecnológicas de las Smart Factories
Máster en Empresa y Tecnologías de la Información. Curso 2018-2019
Informe de resultados

11. Señale de 1 a 5, cuáles serán las áreas funcionales de la organización más afectadas por la Industria 4.0, siendo 5 muy afectada y 1 muy poco afectada:

	<i>Exp. 1</i>	<i>Exp. 2</i>	<i>Exp. 3</i>	<i>Exp. 4</i>	<i>Exp. 5</i>	<i>Exp. 6</i>	<i>Media</i>
<i>Recursos humanos</i>	4	4	4	5	3	3	4
<i>Gerencia de la dirección de la empresa</i>	5	5	1	5	3	3	4
<i>Departamentos de marketing</i>	3	5	3	2	2	-	3
<i>Departamento de ventas</i>	3	4	2	2	4	4	3
<i>Producción</i>	5	5	4	5	5	5	5
<i>Servicio postventa</i>	5	5	3	4	5	4	4
<i>Departamento de I+Di</i>	5	5	1	5	5	5	4
<i>Departamento de compras</i>	4	3	2	3	4	3	3
<i>Control de gestión</i>	5	5	2	1	4	3	3
<i>Administración</i>	3	3	3	1	3	3	3
<i>Finanzas</i>	3	3	2	1	2	1	2
<i>Otro:</i>	0	0	0	0	0	0	0

Seis áreas funcionales de la organización que se ven más afectadas por la Industria 4.0.

	<i>Media</i>
<i>Producción</i>	5
<i>Gerencia de la empresa</i>	4
<i>Recursos humanos</i>	4
<i>Servicio postventa</i>	4
<i>Gerencia de la empresa</i>	4
<i>Departamento de I+Di</i>	4



UNIVERSIDAD
DE CANTABRIA

Trabajo Fin de Máster *Industria 4.0: bases tecnológicas de las Smart Factories*

Máster en Empresa y Tecnologías de la Información. Curso 2018-2019

Informe de resultados

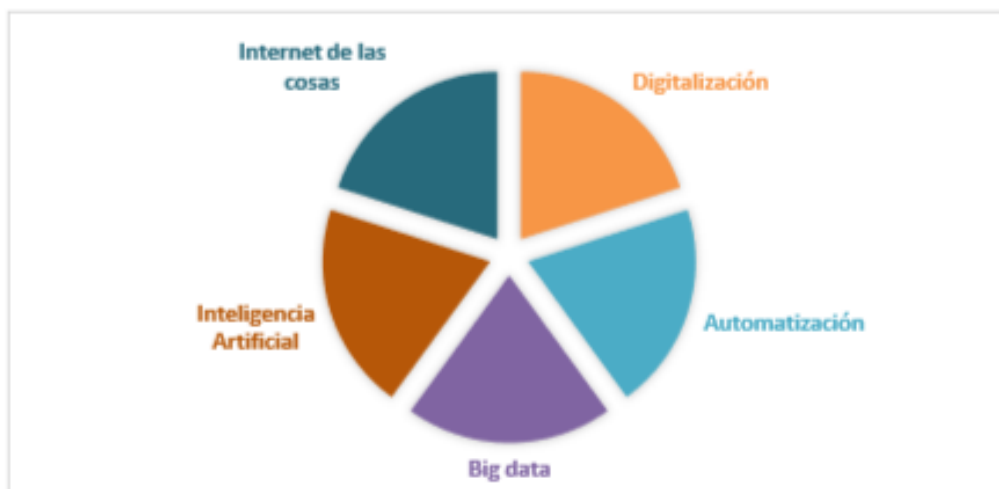
12. Identifique tres debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que tienen las pymes industriales en España a la hora de acceder a la Industria 4.0:

Debilidades (D) Falta de personal innovador Apoyo económico débil Falta de recursos para desarrollarlo / implantarlo Falta de conocimiento tecnológico Falta cultura del cambio Rechazo de los operarios Miedo al cambio Falta de madurez industrial	Amenazas (A) Resto de industria en su sector Cambios de modelos de negocio Algunas nuevas tecnologías Mucha información no útil en el mercado y en internet, sin filtrar Globalización Ciberseguridad Variabilidad en la calidad de proveedores de soluciones Alto nivel competitivo Falta de empresas suministradoras fiables
Fortalezas (F) Ecosistema de empresas de servicios Empezar de cero con lo último Flexibilidad Personal habituado a las apps (móvil) Menor burocracia Mejora y conocimiento del procesos productivo Prevención de averías/paradas Retornos exponenciales	Oportunidades Apoyo Gobiernos Push de los clientes Tecnología accesible Oferta variada de partners Desarrollos conjuntos por sector / región Mejorar competitiva Aumento del valor añadido Nuevos modelos de negocio

13. Del siguiente listado, señale qué tecnologías tienen un mayor impacto en el desarrollo de esa Industria 4.0, siendo 5 un alto impacto y 1 un impacto muy bajo:

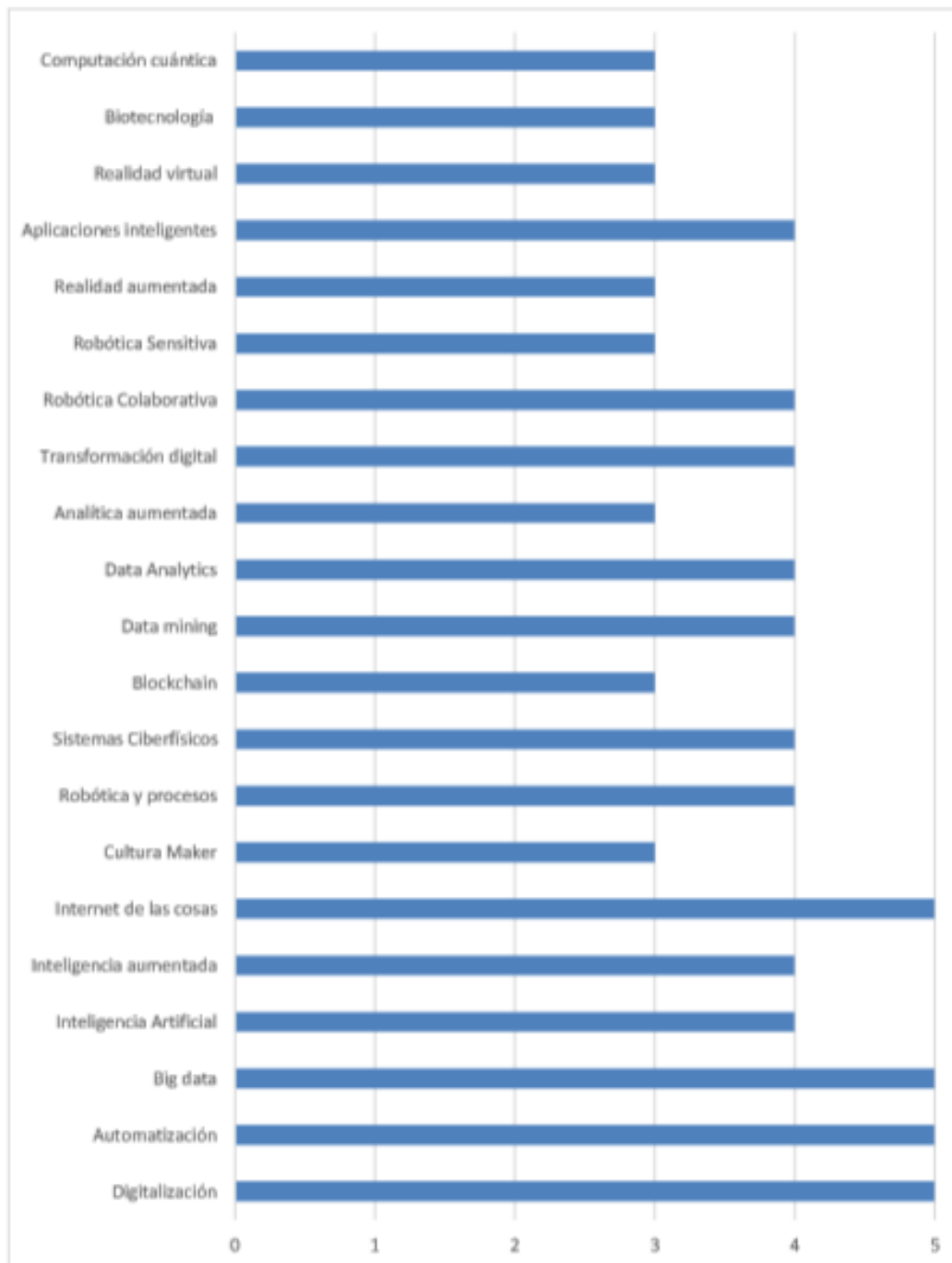
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 5	Exp. 6	Media
Digitalización	5	5	5	4	5	4	5
Automatización	5	4	5	3	5	5	5
Big data	5	5	3	5	5	4	5
Inteligencia Artificial	4	5	4	5	5	2	4
Inteligencia aumentada	3	4	3	5	3	4	4
Internet de las cosas	5	5	3	5	5	5	5
Cultura Maker	2	4	2	3	4	2	3
Robótica y procesos	5	4	3	1	5	4	4
Sistemas Ciberfísicos	5	4	2	2	3	5	4
Blockchain	4	4	1	2	3	1	3
Data mining	5	4	1	5	4	3	4
Data Analytics	5	5	3	3	5	4	4
Analítica aumentada	4	4	2	2	4	3	3
Transformación digital	5	5	5	2	5	2	4
Robótica Colaborativa	4	5	4	3	3	2	4
Robótica Sensitiva	4	4	3	1	3	2	3
Realidad aumentada	3	5	2	3	3	2	3
Aplicaciones inteligentes	5	5	4	4	3	4	4
Realidad virtual	3	4	2	5	2	2	3
Biotechnología	3	4	4	3	2	3	3
Computación cuántica	2	5	1	5	3	1	3
Otro:	0	0	0	0	0	0	0

Cinco tecnologías que generan un mayor impacto en el desarrollo de la Industria 4.0





Media global de todas las encuestas:





14. Valore de 1 a 5, cómo cree que influye cada ámbito tecnológico en las diferentes metas empresariales, siendo 5 muy alta influencia y 1 muy baja influencia:

a) Media global de todas las encuestas:

	Cultura Maker	Internet de las cosas	Automatización	Robótica
Desarrollo de la estrategia empresarial	3	4	4	4
Satisfacción de los empleados	3	3	4	3
Mejora de la eficiencia y productividad	2	3	5	4
Competitividad empresarial	2	3	5	4
Mejora de la rentabilidad de la empresa	1	3	4	5

b) Relaciones confirmadas entre el ámbito tecnológico y las metas empresariales:

Ámbito tecnológico	Meta empresarial
Automatización	Mejora de la eficiencia y productividad Competitividad empresarial
Robótica	Mejora de la rentabilidad de la empresa

c) Relaciones descartadas entre el ámbito tecnológico y las metas empresariales:

Ámbito tecnológico	Meta empresarial
Cultura Maker	Mejora de la eficiencia y productividad



Trabajo Fin de Máster *Industria 4.0: bases tecnológicas de las Smart Factories*

Máster en Empresa y Tecnologías de la Información. Curso 2018-2019

Informe de resultados

15. Finalmente, como conclusión, defina brevemente que significa Industria 4.0 para usted.

Justificación

<i>Experto 1</i>	Se trata de la siguiente revolución industrial que combina los sistemas físicos, las máquinas conectadas y las redes para llevar a cabo una automatización total integrada de todos los procesos de la industria.
<i>Experto 2</i>	Digitalización de la información, análisis y predicción.
<i>Experto 3</i>	Significa la siguiente frontera en automatización y digitalización que tienen que alcanzar las empresas que quieran sobrevivir.
<i>Experto 4</i>	-
<i>Experto 5</i>	Utilización de herramientas digitales actuales para conseguir organizar, planificar y prever una producción óptima sacando un rendimiento máximo a todos los elementos productivos del sistema ya sean máquinas o humanos.
<i>Experto 6</i>	Engloba un gran ecosistema cultural y tecnológico a nivel internacional que actúa como elemento tractor de industrias y países por medio de una nueva manera de organizar los medios de producción en donde los datos son el elemento primario y se dispone de un catálogo de tecnologías a considerar.