



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y
EMPRESARIALES (ICADE)

Digitalización e Industria 4.0 en el Sector Agroalimentario Gallego

Autor: Telmo Freire Montero

Profesor: Raúl González Fabre

Madrid, Abril 2021

ÍNDICE

Capítulo 1- Introducción.....	5
1.1 RAZÓN DEL TRABAJO.....	5
1.2 OBJETIVOS	6
1.3 METODOLOGÍA.....	6
1.4 ESTRUCTURACIÓN	6
Capítulo 2- Industria 4.0	7
2.1 CONCEPTO	7
2.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA	8
2.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES	9
2.4 TECNOLOGÍAS YA IMPLANTADAS O EN VÍA DE DESARROLLO.....	10
2.5 IMPLICACIONES DE LA INDUSTRIA 4.0	12
2.6 INDUSTRIA 4.0 EN ESPAÑA.....	13
2.7 OBSTACULOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS.....	14
Capítulo 3- Sector Agroalimentario Gallego.....	17
3.1 INTRODUCCIÓN	17
3.2 IMPORTANCIA DEL SECTOR AGROALIMENTARIO ESPAÑOL	17
3.3 CARACTERÍSTICAS SECTOR AGROALIMENTARIO GALLEGO.....	19
3.4 ANÁLISIS DAFO DEL SECTOR.....	21
3.5 POSIBLES MEJORAS APORTADAS POR LA INDUSTRIA 4.0	22
Capítulo 4-Fábrica de productos pesqueros	24
4.1 POSIBLES TECNOLOGÍAS 4.0 A IMPLANTAR EN EL SECTOR PESQUERO GALLEGO	24
4.2 DESCRIPCIÓN DE LA FÁBRICA	27
4.3 LIMITACIONES INFORMACIONALES DE LA PLANTA.....	29
4.4 TECNOLOGÍAS A IMPLANTAR EN LA FÁBRICA	30
CONCLUSIÓN	32
Bibliografía.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-Evolución de la industria.....	9
Figura 2-Evolución de la productividad por ocupado en comparación con la media europea	15
Figura 3-Peso del sector agroalimentario en el conjunto de la economía española	18
Figura 4-Valor añadido bruto y trabajo. Sector agroalimentario.....	19
Figura 5-Peso en el PIB de Galicia. Secciones de la CNAE.....	20
Figura 6-Línea 1 de la planta	27
Figura 7-Líneas 2 y 3 de la planta	28
Figura 8-Línea 4 y Línea 5(a) de la planta.....	28

RESUMEN

Este trabajo pretende proponer una serie de mejoras para una fábrica de productos pesqueros, con la finalidad de incrementar tanto su competitividad como su eficacia. Para alcanzar esta propuesta, a lo largo de este proyecto se ha realizado un estudio sobre el concepto de Industria 4.0 y su evolución. Además, se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo del Sector Agroalimentario Gallego, de forma que permita al lector conocer en profundidad la importancia de este sector en el país y el entorno en el que opera la fábrica estudiada. A continuación, se hace referencia al posible uso o aplicación de las tecnologías de la Industria 4.0 al Sector Agroalimentario. Por último, se ha realizado un análisis tanto de la fábrica como de sus procesos productivos para comprender el funcionamiento de esta, para finalizar con la propuesta de las nuevas tecnologías que más se adaptan a ella.

ABSTRACT

This work aims to propose a series of improvements for a fish products factory, with the aim of increasing both its competitiveness and efficiency. In order to achieve this proposal, a study on the concept of Industry 4.0 and its evolution has been carried out throughout this project. In addition, an exhaustive analysis of the Galician Agri-Food Sector has been carried out, to provide the reader with an in-depth knowledge of the importance of this sector in the country and the environment in which the factory under study operates. Next, reference is made to the possible use or application of Industry 4.0 technologies to the Agri-Food Sector. Finally, an analysis of both the factory and its production processes has been carried out in order to understand how it works, to conclude with the proposal of the new technologies that are best suited to it.

Capítulo 1- Introducción

1.1 RAZÓN DEL TRABAJO

Las empresas e industrias han de hacer frente a una gran cantidad de cambios que se están generando para poder asegurar su permanencia en un mercado cada día más competitivo, en el que la eficiencia toma gran importancia.

En búsqueda de esa eficiencia, las compañías han de reinventarse para poder adaptarse a los constantes cambios de mercado. Un proceso que han de seguir para poder crecer es el de digitalización. Esto se puede entender como un proceso de adaptación del ámbito empresarial e industrial al nuevo entorno tecnológico que ha surgido con el crecimiento de internet y la aparición de nuevas tecnologías. Como resultado de los constantes avances en tecnología, Big Data, inteligencia artificial, etc.; este proceso es ahora necesario no solamente para asegurar un crecimiento constante, sino que también ha causado que la digitalización sea un proceso “obligado” para asegurar la perpetuidad de cualquier empresa hoy en día. Pero este proceso de digitalización no ha de llevarse a cabo sin razón.

En palabras de Luis García Jiménez: *“Por adecuada digitalización se entiende la integración de las tecnologías digitales en el modelo de negocio de la empresa. La digitalización de todas las actividades no es un objetivo en sí mismo, de la misma forma que el “grado de digitalización” adecuado para una empresa en una industria concreta no tiene porqué ser 100%, ni el mismo para todas las empresas o todas las industrias. Cualquier traslado hacia una mayor digitalización debe realizarse sólo si es la respuesta adecuada para mejorar la proposición de valor tanto para los clientes como para los empleados”* (Jiménez, 2001).

Otra forma de llamar al proceso de digitalización es “revolución digital”. Se relaciona con la Industria 4.0 en que esta es la digitalización de la industria manufacturera, en el nivel actual de la tecnología.

Como agravante de la necesidad de cambio, actualmente el mundo está viviendo una crisis global que está poniendo contra las cuerdas los diferentes modelos de negocio. La interrupción de la actividad económica ha provocado graves daños tanto a la oferta como a la demanda, creando graves incidencias en la economía. La importancia de la digitalización estriba en que este proceso contribuirá a alcanzar una alta eficiencia en las plantas de producción como en los demás departamentos de las empresas, asegurando su supervivencia ante esta situación.

Este proceso se ha convertido en un avance competitivo que puede aportar el valor añadido en la industria que marque la diferencia entre un futuro próspero en el mercado o un fracaso empresarial.

Dentro de la gran variedad de industrias existentes, uno de los sectores industriales que debe reinventarse es el Sector Agroalimentario Gallego. Para poder sobrevivir en este nuevo mercado las empresas del sector han de adaptar sus

capacidades y tecnologías para poder evolucionar al mismo ritmo que al que evoluciona la industria, asegurando su continuidad en el mercado.

1.2 OBJETIVOS

La finalidad de este proyecto es proponer una serie de mejoras para una fábrica de productos marinos congelados situada en la comunidad gallega. Para alcanzarlo, analizaremos una serie de objetivos específicos:

- Se procederá a estudiar el concepto de Industria 4.0 y su evolución.
- Se llevará a cabo un análisis del Sector Agroalimentario gallego en profundidad para comprender el entorno que rodea a la fábrica.
- Se llevará a cabo un estudio de la fábrica y de sus procesos productivos para comprender el funcionamiento de esta.

1.3 METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este trabajo he recopilado información de diferentes formas. En primer lugar, he llevado a cabo una búsqueda de artículos y libros relacionados con el tema a tratar, realizando una lectura crítica sobre ellos y separando la información más importante que he conseguido extraer de todo el contenido. En segundo lugar, he llevado a cabo un estudio de los procesos productivos y empresariales de la planta, con base en informaciones recogidas directamente de los trabajadores que procesan los productos como de los directivos. Por último, tras el análisis de toda la información se han llevado a cabo una serie de conclusiones y propuesto unas posibles mejoras y avances para tratar de maximizar la eficiencia en la fábrica.

1.4 ESTRUCTURACIÓN

Para realizar el estudio, he decidido segmentar el trabajo en 5 partes principales. El primer punto ha sido llevar a cabo esta introducción. El siguiente es la Industria 4.0. Aquí se hace una explicación de a qué se refiere este término (concepto, características, evolución en España) para después recorrer las diferentes revoluciones industriales a lo largo de la historia, lo que ayudará a entender al lector cómo hemos llegado a la situación actual. En tercer lugar; se han estudiado las circunstancias del Sector Agroalimentario Gallego, repasando sus características, importancia y grado de avance en materia de digitalización e Industria 4.0. Por último, se estudiarán las posibilidades de aplicación de estas tecnologías 4.0 en la fábrica ya citada, para poder proponer una serie de mejoras y conclusiones como punto final.

Capítulo 2- Industria 4.0

2.1 CONCEPTO

Los avances tecnológicos que han tenido lugar estas últimas décadas han dado lugar a una serie de importantes cambios tanto en la sociedad como en su economía. El internet que todos conocemos está pasando a ser el internet de las cosas. Este “nuevo” Internet hace referencia a la interconexión a través de la red entre los objetos cotidianos que nos rodean. Esto ha abierto un nuevo espacio lleno de posibilidades de aplicación muy diferentes entre sí en la industria.

En los mercados actuales las necesidades de los clientes han cambiado. A pesar de ese cambio, las principales inquietudes de los clientes siguen siendo encontrar productos y servicios nuevos e innovadores que les aporten un valor añadido además de mantener un estándar de calidad cada día más exigente. La diferencia principal recae en que actualmente los consumidores están mucho mejor informados, comprometidos con el efecto de sus acciones sobre el entorno y la economía; y buscan un producto cada día más personalizado.

Un gran número de países están llevando a cabo diferentes estrategias que consigan situar sus industrias un nivel por encima de la de los competidores. Entre estas estrategias, la más destacable de todas es la alemana.

El término Industria 4.0 fue usado por primera vez por el gobierno del país germano. Se podría definir como una organización de los procesos de producción basada en la tecnología y en dispositivos que se comunican entre ellos de forma autónoma a lo largo de la cadena de valor (Poveda, Blanco, & Fontrodona, 2017).

Es un nuevo nivel de organización y control de toda la cadena de valor. Podemos considerarla también como una infraestructura intelectual que no tiene que ver sólo con la total automatización porque el trabajador es pieza central insustituible en este nuevo modelo. La realidad es que existe un consenso generalizado en que una de las claves de la competitividad de la industria es la incorporación de tecnologías a la empresa, de forma que se obtengan productos de mayor valor añadido, se mejoren los procesos de producción y se provoque la aparición de nuevos modelos de negocio (Cristeto, 2016).

En otras palabras, la Industria 4.0 se podría definir como un nuevo modelo de negocio basado en la conectividad de todos sus elementos. El uso de los nuevos procesos y herramientas se traducirá en la creación de un ecosistema de trabajo donde todas las partes funcionarán de manera interconectada.

2.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA

Una revolución industrial es conocida por ese nombre porque está marcada por grandes avances tecnológicos que han provocado grandes cambios en la sociedad derivados de importantes descubrimientos o avances en el campo de la ciencia. Es necesario conocer los pasos que nos han llevado hasta el punto en el que nos encontramos hoy en día para poder llegar a entender la necesidad de que se produzcan. A continuación, se hace un breve recorrido por los tres antecedentes por los que la humanidad ha pasado hasta llegar a la cuarta revolución industrial.

La primera revolución Industrial comenzó en la segunda mitad del siglo XVIII. Según el profesor británico S. Landes, se podría definir como un complejo de innovaciones tecnológicas que, al sustituir la habilidad humana por la maquinaria y la fuerza humana o animal por energía mecánica, provoca el paso desde la producción artesana hacia la fabril, dando lugar así al nacimiento de la economía moderna (Higonnet, Landes, & Henry, 1995).

Esta revolución en la industria se basó en la mecanización de los procesos, contribuyendo al paso de la economía rural a la industria. Los equipos de producción de esta época se caracterizaban por estar impulsados por el agua y vapor. El hecho más recalable de la época es la invención de la máquina de vapor, que se aplicó primero a la fabricación, donde los obreros trabajaban juntos usando la fuerza de esas máquinas en su beneficio. Más tarde se aplicó al transporte; dando lugar a la creación del barco de vapor y del ferrocarril que, junto con la creación de las carreteras, impulsaron de gran manera la movilidad (Villas, 2012).

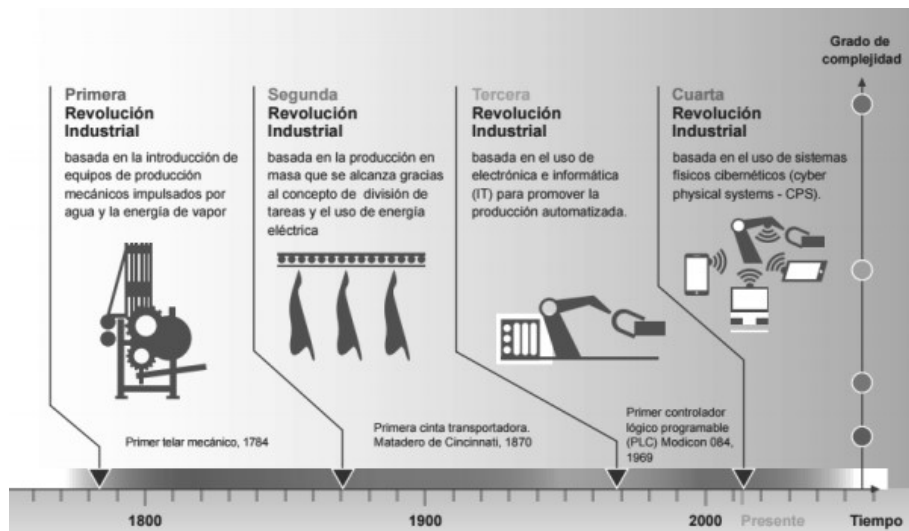
Para que se pudiese llevar a cabo la revolución industrial, en los países se debían dar una serie de factores determinados. Entre todos ellos podemos destacar los siguientes:

- Aplicación de la ciencia moderna y del conocimiento empírico en el proceso de producción.
- Especialización de la actividad económica, centrándose en los mercados nacionales e internacionales.
- La mano de obra debe moverse hacia la producción de bienes manufacturados y de servicios y separarse de la producción de bienes primarios.
- Uso extensivo de los recursos de capital como complemento al esfuerzo humano (Chaves, 2004).

La segunda revolución industrial tuvo lugar a finales del siglo XIX y comienzos del XX. Tras la aparición de la economía industrial en esta época surgen una serie de mejoras para la misma. Entre estas mejoras podemos destacar la incorporación de energía eléctrica a los procesos productivos, y las nuevas formas de organización para la producción en cadena. Destaca también la aparición de nuevos materiales de fabricación como el aluminio o cobre, además de nuevos productos químicos como el

amoniaco o diferentes tipos de fertilizantes. Comienza en Ford la primera producción en masa de automóviles aprovechando las mejoras anteriormente citadas (Maluquer, 1992).

Figura 1-Evolución de la industria



Fuente: (Dfki, 2011)

La tercera revolución Industrial, aunque no tiene fecha exacta de comienzo, podemos decir que situó en la segunda mitad del siglo XX. Puede ser conocida también como la revolución de la inteligencia. Esta tercera etapa de la industria se basó en el uso de los avances electrónicos e informáticos para mejorar los procesos productivos. Resalta en esta época una mayor utilización de energías renovables, desarrollo de elementos de almacenamiento de la energía como baterías y pilas; y por último la creación del primer controlador lógico programable (Rifkin, 2009).

La cuarta revolución industrial podemos decir que se está desarrollando actualmente y se espera que, al igual que sus predecesoras, provoque una serie de importantes cambios en la sociedad.

2.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Al igual que en el resto de las revoluciones industriales, esta cuarta revolución estará marcada por una serie de características que definirán el camino a seguir, destacando las siguientes:

- Consiste en la incorporación masiva de la tecnología de la información a toda la cadena de valor de los procesos relacionados con la industria manufacturera. Esta integración de la tecnología de la información se traduce en la optimización

e interacción de los procesos de investigación y desarrollo, diseño, producción, logística y la prestación de servicios asociados.

- Implica la digitalización de los sistemas y de los procesos industriales, y su interconexión mediante el Internet de las Cosas y el Internet de los Servicios, para conseguir una mayor flexibilidad e individualización de los procesos productivos (Rozo-García, 2020).
- El uso del Big Data es un elemento que resalta sobre los demás ya que permite analizar la información en tiempo real y tomar decisiones en base a los datos obtenidos. Es importante ya que se está llevando a cabo una mayor automatización de los procesos productivos y de la industria en general, impulsados por robots que siguen un software central, resultando esta tecnología vital para la optimización de los recursos.
- Implica la transformación digital de la industria y de las empresas con la integración de las nuevas tecnologías.

Todas las tecnologías que integra permiten tras su implementación una mejora en la toma de decisiones combinada con una mayor automatización del trabajo. Por eso es importante para las diferentes organizaciones adaptarse a los cambios que están teniendo lugar.

2.4 TECNOLOGÍAS YA IMPLANTADAS O EN VÍA DE DESARROLLO

Aunque esta nueva industria destaca por su facilidad de incorporar las nuevas tecnologías que vayan apareciendo, considero de vital importancia conocer también las tecnologías actuales de las que ya se está haciendo uso:

- **Comunicaciones móviles:** el etiquetado de objetos y la comunicación “machine to machine” (término que hace referencia a la comunicación entre máquinas) permite la creación y constante comunicación entre todo el entorno de producción.
- **La nube:** se puede entender como la nube todas las aplicaciones y espacios de almacenamiento que ofrecen su servicio a través de la red. Con la aparición de estas nuevas tecnologías 4.0 es necesario disponer de un espacio de almacenamiento suficientemente grande donde poder almacenarlos y procesarlos, aquí es donde recae la importancia de la nube, permitiendo su flujo sin impedimentos ni fronteras.
- **Big Data:** Gartner definió en 2001 este término como datos que contienen una mayor variedad, y que se presentan a gran velocidad y con volúmenes crecientes. Su importancia recae en que el análisis de la gran variedad de datos permitirá identificar patrones, analizar los procesos y descubrir ineficiencias; entre otros muchos posibles usos.

- **Plataformas sociales:** actualmente nos ofrecen la posibilidad de tener una comunicación instantánea. Las redes sociales que hoy conocemos facilitan gran información a las empresas sobre los clientes y simplifican la fabricación bajo demanda.
- **La impresión 3D:** se basa en la producción por máquinas de objetos en tres dimensiones a partir de modelos totalmente virtuales. Esto, entre otras cosas, facilita y abarata la creación de prototipos y contribuye a la creación un proceso de fabricación mucho más descentralizado.
- **Robótica colaborativa:** las mejoras en materia de inteligencia artificial y tecnología posibilitan la aparición de robots autónomos, cooperativos y flexibles. Con el paso del tiempo es posible que aprendan a interactuar entre ellos, facilitando a los humanos su trabajo. Se espera que aprendan de ellos, lo que permitirá que obtengan capacidades que las máquinas hoy en día son incapaces de obtener.
- **Realidad aumentada:** en un futuro no muy lejano se espera que este tipo de tecnología proporcione a los trabajadores información en tiempo real que ayude a la hora de tomar decisiones y en los diferentes procedimientos. Productos como las gafas de realidad aumentada permiten a los empleados ver y analizar elementos virtuales como si formasen parte del mundo real. Esto mejora la eficiencia y la seguridad de los trabajadores.
- **Seguridad:** la aparición de protocolos de comunicación estándar provoca la aparición de la necesidad de proteger todos estos sistemas virtuales de amenazas a su seguridad. Esto lleva a la aparición de nuevos sistemas de comunicación seguros, junto con sistema de gestión y acceso a los procesos cada vez más impenetrables (del Val Román, 2016).
- **Internet de las cosas:** se explica como escenarios donde la conectividad de la red se extiende a artículos u objetos de uso diario no considerados como computadoras. Se produce una interacción entre el mundo físico con los sistemas cibernéticos, donde estos dispositivos intercambian datos e información con una mínima interacción humana. Entre las diferentes opciones de aplicación de esta tecnología, podemos destacar la agricultura, redes de sensores distribuidas, cadenas de suministro y cuidado de la salud.
- **Sistemas Ciber-físicos:** hacen referencia a todos los dispositivos que agrupan capacidades de almacenamiento, computación y comunicación con el fin de relacionarse y controlar un sistema físico. Ofrecen de esta forma una mayor capacidad de adaptación y de intercambio de información, que puede convertirse en una importante ventaja competitiva para las empresas (Rozo-García, 2020).

- **Blockchain:** según D. Tapscott: *“Es un libro digital de transacciones económicas, el cual, se puede programar para registrar no sólo aquellas transacciones financieras, sino virtualmente todo lo que tiene valor”* En otras palabras es una base de datos de registros digitales distribuidos donde la información esta codificada. Su primer representante fue la criptomoneda Bitcoin. Actualmente existe una gran variedad de aplicaciones para esta tecnología (Tapscott, 2016).
- **Inteligencia artificial:** tecnología que trata de que los sistemas informáticos emulen tareas propias de la inteligencia humana como razonar, resolución de problemas o capacidad de aprendizaje. Se usa actualmente para resolver un gran número de inconvenientes tanto en proyectos de investigación como en procesos industriales.
- **Ciberseguridad:** constituye el conjunto de procesos y tecnologías diseñadas para gestionar el riesgo del ciberespacio derivado del intercambio de información entre las organizaciones y dentro de ellas. Actualmente la Industria 4.0 se encuentra con bajo nivel de preparación ante estas amenazas, por eso la ciberseguridad es un factor crucial (Rozo-García, 2020).

2.5 IMPLICACIONES DE LA INDUSTRIA 4.0

Como ya se dijo anteriormente, todas las revoluciones industriales llevan de la mano importantes cambios en todos los niveles de la sociedad tal y como la conocemos. En este apartado nos centraremos en los posibles efectos que esta evolución en la industria pueda generar en tres de los elementos más destacables de la economía, como son los negocios, el empleo y la industria.

En lo que respecta a los negocios, sus infraestructuras y servicios estarán compartidos en la nube. Surgirán nuevas líneas de negocio al mismo tiempo que desaparecerán aquellas que queden obsoletas. Por otro lado, se darán mayores niveles de integración de la compañía y el entorno que la envuelve.

El empleo también se verá afectado por la irrupción de estas nuevas tecnologías. Surgirán nuevas formas de interacción entre las máquinas y los trabajadores, contribuyendo a aumentar la eficiencia de ambos. De forma negativa, algunas máquinas y tecnologías sustituirán la mano de obra humana, dando lugar a una gran pérdida de puestos de trabajo. Por esto, los conocimientos en materia de manejo de tecnologías digitales, robótica y programación se convertirán en esenciales para el empleo del futuro, dando lugar a nuevos puestos altamente especializados. Se dará un ambiente de trabajo más flexible, incrementado sobre todo el teletrabajo.

La industria en sí misma sufrirá una gran serie de cambios. En primer lugar, se crearán instalaciones productivas de gran tecnología y automatizadas, interconectadas entre sí. Los procesos de manufacturación serán cada vez más flexibles, autónomos y sustentables. Los robots se convertirán en una parte más del día a día, y su interacción

con los humanos será clave para una maximización de la eficiencia en las industrias. Las máquinas se autogestionarán por sí mismas y los productos serán inteligentes y reflejarán una mayor preocupación por el entorno (Berenice, 2017).

2.6 INDUSTRIA 4.0 EN ESPAÑA

El concepto de Industria 4.0, nacido en el entorno de la administración pública de la República Federal Alemana, cada vez comienza a tomar mayor importancia en nuestro país. Tal como se explica en el documento Pilares estratégicos de la comisión “Industria 4.0” de AMETIC (Asociación Multisectorial de Empresas de Tecnologías de la Información, Comunicaciones y Electrónica):

“La Industria 4.0 supone a nivel global una oportunidad única para reindustrializar la economía española apostando por la industria del futuro (incremento de la eficiencia, flexibilidad y velocidad de los procesos productivos; potencial de crecimiento a gran velocidad; creación de nuevos modelos de negocio; demanda de profesionales altamente cualificados; desarrollo de productos y servicios innovadores; localización en el territorio nacional de actividad industrial deslocalizada; aumento de la productividad y ahorro de energía; creación de nuevos puestos de trabajo, etc.). En este sentido, resulta clave incorporar a esta estrategia y a la propia comisión tanto a las grandes compañías como a las pymes. A tal fin, es preciso sensibilizar a las empresas sobre esta oportunidad y llevar a cabo políticas multiplicadoras de la Industria 4.0 que permitan tomar conciencia no solo del valor de las tecnologías sino también del necesario talento habilitador de las mismas y de la necesidad cocreadora de una estrategia conjunta hacia la visión “España 4.0”” (AMETIC, 2016).

Son muy pocas las compañías que pueden decir que se encuentran siguiendo esta estrategia en España, pues es un concepto que aún está ganando poco a poco importancia. Todavía nos encontramos en un proceso de adaptación e innovación, pues es necesario entre otras muchas cosas, una fuerte inversión de capital para adaptar estas nuevas tecnologías a nuestra industria, algo que resulta complicado hoy en día.

Un ejemplo de los pocos casos actualmente de implementación de estas nuevas tecnologías en nuestro país es la fábrica de Siemens, que sigue la misma estrategia de su matriz alemana. David Pozo, director técnico de Factory & Process Automation, experto en Industria 4.0 de Siemens España, explica los primeros pasos que está dando la compañía y la forma en la que estos afectan a sus clientes:

“Actualmente, Siemens dispone de soluciones innovadoras para la puesta en marcha de la Industria 4.0. Con nuestra Digital Enterprise Software Suite, los clientes ya pueden invertir en soluciones de futuro, para la aplicación progresiva de los conceptos de la Industria 4.0 en sus fábricas. Nuestra propuesta se compone de cuatro elementos básicos: Digital Enterprise Software Suite, que ayuda a digitalizar toda la cadena de valor en la industria; Redes de

comunicación Industriales, como Profinet, que consta de componentes para la comunicación inalámbrica industrial, switches Ethernet, productos Rugged.Com, Simatic Net, Sinema Server, etc.; Seguridad en la automatización, donde ofrecemos productos y servicios que garanticen la seguridad industrial; Y servicios industriales específicos del negocio, con una amplia gama de propuestas derivadas de las nuevas posibilidades que ofrece la digitalización en la industria”.

El modelo de Industria 4.0 que se busca alcanzar persigue una serie de objetivos claramente diferenciados. Se ha de incrementar el empleo cualificado en el sector industrial y el valor añadido. También se trata de potenciar los sectores industriales de futuro de la economía y aumentar su potencial. El último objetivo destacable sería el de impulsar las exportaciones a través del desarrollo de palancas competitivas diferenciales (Cristeto, 2016).

Es necesario al mismo tiempo, que se dé un consenso entre los diferentes partidos políticos que forman nuestra democracia para que se facilite la construcción de los pilares básicos de la Industria 4.0 en nuestra sociedad.

Por todo esto, se puede observar que en España aún estamos en un proceso de transición de un modelo industrial que comienza ya a estar en declive hacia la Industria 4.0; por eso considero que toda compañía que consiga acelerar este proceso y adaptarse a las nuevas tecnologías obtendrá una gran ventaja estratégica dependiendo del sector en el que se encuentren y el grado de integración de dichas innovaciones.

2.7 OBSTACULOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

Dentro de cada sector habrá que enfrentarse a una serie de retos que sean necesarios para lograr el cambio. Entre esta serie de retos podemos destacar los siguientes:

- La recopilación, gestión y utilización de gran cantidad de información.
- El aumento de intercomunicación entre sistemas y eslabones de la cadena de valor.
- La flexibilización y optimización de los procesos.
- La adecuación del sector hacia una mayor adaptabilidad al mercado.

De la misma manera, España tiene enfrente actualmente una serie de obstáculos que solamente seremos capaces de resolver con una progresiva tecnificación integrada de la fabricación y acercamiento a las tecnologías 4.0. Entre estos problemas podemos destacar, en primer lugar, el tamaño de las empresas de nuestra economía. Casi la totalidad de nuestro tejido empresarial está formado por pymes y muchas de las mismas cuentan con un número de empleados en su plantilla menor de diez personas. Es necesario un aumento del tamaño de las empresas, pues un aumento de este suele conllevar un crecimiento del poder competitivo, que se ve reflejado en el incremento de las vías de financiación y la capacidad exportadora de sus productos. La dificultad

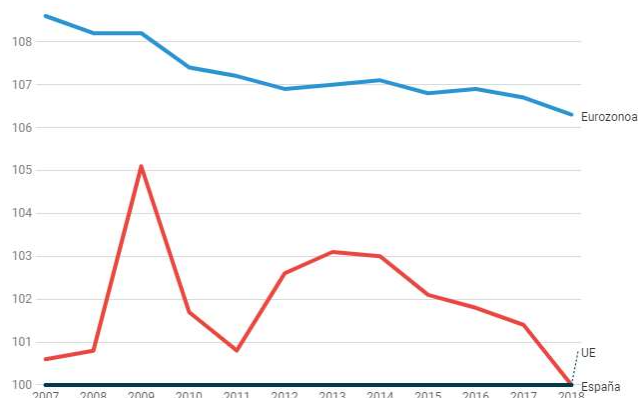
en este apartado recae en que actualmente gran parte de las compañías no disponen de los medios para llevar a cabo el gran desembolso que suponen esta serie de cambios. Valenti Pich, presidente del Consejo General de Economistas, resume de esta forma las amenazas que afectan al sector productivo español:

“El proceso de deslocalización, la caída de márgenes económicos, o la dependencia exterior del suministro energético. Y sus debilidades: el bajo esfuerzo en investigación y desarrollo, agravado por la escasa y mejorable relación universidad-empresa; la dependencia del capital externo, impacto industrial y laboral reducido, el desarrollo de más multinacionales autóctonas; nuestra estructura empresarial, en la que predomina un tejido de PYME que, por sus características, experimenta un lento crecimiento de la productividad; diseños de infraestructuras al margen de las necesidades del sector; dificultades de oferta de factor humano con estudios técnicos; y, finalmente, un cierto despilfarro de recursos por la falta de coordinación entre las Administraciones” (CCOO Industria, 2017).

En segundo lugar, podemos destacar la obsolescencia tecnológica como otro de los grandes problemas en este país. Tras la crisis de 2008, la inversión en tecnología de las grandes empresas españolas se redujo drásticamente. La tecnología sigue siendo clave para gestionar más eficientemente los recursos de las compañías y contribuye a reducir los ciclos de desarrollo. Por eso es de vital importancia que se sustituya la tecnología desactualizada por una más moderna y funcional.

En tercer lugar, la productividad ha sido uno de los problemas históricos con los que hemos lidiado en España, por lo que es de vital importancia aumentarla fomentando el talento de nuestros empleados y generando personal cada vez más instruido y preparado. Teniendo en cuenta el siguiente gráfico de productividad por ocupado español comparándolo con la media europea, queda reflejado que España tiene la misma productividad que el conjunto de la UE y poco a poco está cerrando la brecha de productividad con la Eurozona (García, 2015).

Figura 2-Evolución de la productividad por ocupado en comparación con la media europea



(Fuente: Eurostat)

Otros problemas destacables son la alta tasa de desempleo, sobre todo en la parte más joven de la población; la desigualdad cada día mayor en la distribución de la renta, la gran segmentación del mercado de trabajo y el elevado endeudamiento público.

Todo lo anterior constituye los principales obstáculos a los que se debe enfrentar nuestra sociedad mientras realiza la transición hacia el nuevo modelo de industria que está surgiendo.

Capítulo 3- Sector Agroalimentario Gallego

3.1 INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 30 años, el conjunto de actividades ligadas a la producción y subsiguiente transformación de los bienes agrícolas y ganaderos de Galicia, lo que se conoce como su Sector Agroalimentario, ha visto como su marco de funcionamiento ha sufrido una serie de cambios importantes debido a tres principales procesos. El primero de ellos fue la integración de nuestro país en la Unión Europea en el año 1986. El segundo, las reformas de la política común agraria que se dieron en los años siguientes y, en tercer lugar; una liberación progresiva del comercio mundial de productos agrarios.

En España, a nivel interno tuvo lugar una transferencia de las competencias de la Administración Central a las comunidades autónomas. Debido a esta transferencia de competencias, la Xunta de Galicia obtuvo un papel de gran importancia a la hora de gestionar, financiar y definir las políticas agrarias de la región. Tras todos estos cambios, las industrias agroalimentarias y las explotaciones agrarias tuvieron que, en un escenario cada vez más liberalizado, hacer frente a una creciente competencia europea e internacional. Por otro lado, nació la necesidad de operar en un marco institucional cada vez más complicado debido a los diferentes niveles de decisión (López-Iglesias, 2019).

Junto a todos estos cambios a nivel institucional, este sector en concreto tuvo que enfrentarse también a unos importantes cambios en la sociedad. Se produjeron continuas transformaciones en el consumo de alimentos y en las relaciones entre los eslabones de las cadenas de la alimentación. Por otro lado, desde Europa surgieron nuevas preocupaciones a las que este sector tuvo que adaptarse, como fueron una creciente atención del consumidor a los efectos de su consumo sobre el medioambiente, a la calidad y efecto de los alimentos sobre su salud y al avance de los medios rurales.

Como consecuencia de todo esto, ante los cambios que también se están dando en la sociedad y los avances tecnológicos que se suceden de forma continuada; el Sector Agroalimentario de esta región debe seguir reinventándose para hacer frente a todas las dificultades que estos constantes cambios provocan.

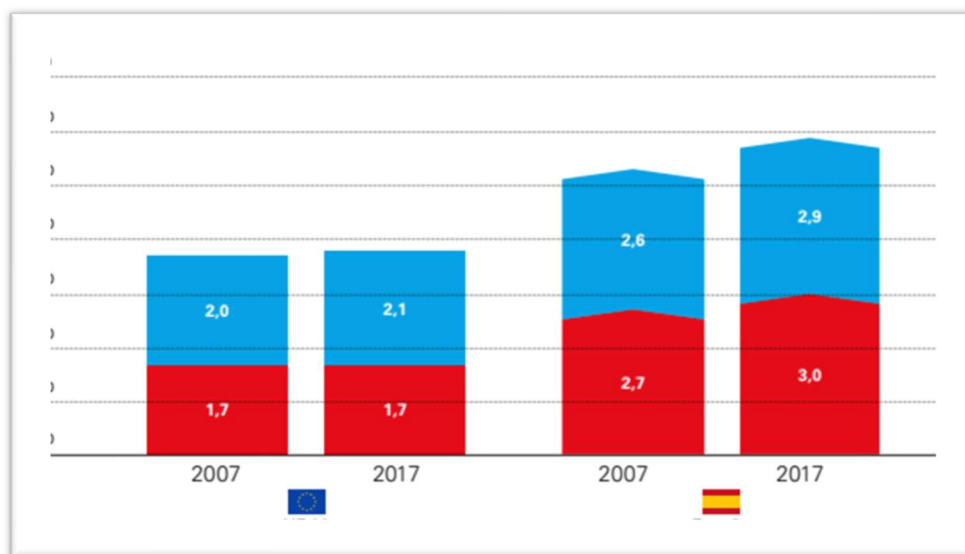
3.2 IMPORTANCIA DEL SECTOR AGROALIMENTARIO ESPAÑOL

El Sector Agroalimentario español es uno de los más importantes de Europa, siendo también uno de los que más avanzados tecnológicamente.

Según el último informe anual del denominado FDE (Food Drink Europe), el cual nos ofrece datos reales sobre esta industria a nivel europeo: la industria de la alimentación española supone una facturación de alrededor de 100.000 millones de euros anualmente, lo que la sitúa según su producción bruta como la cuarta economía de la UE. La industria alimentaria a nivel europeo está formada por alrededor de

300.000 empresas, las cuales generan un 15% del empleo de esta; convirtiendo a este sector en la principal industria manufacturera. De entre todas estas compañías, las PYME's conforman casi el 99% de las mismas. Estas medianas y pequeñas empresas conforman cerca del 50% de la facturación total y alrededor del 65% del empleo en este sector europeo. El número de consumidores que se ven atendidos por este sector es de unos 500 millones (FoodDrinkEurope, 2021).

Figura 3-Peso del Sector Agroalimentario en el conjunto de la economía española



Fuente: CaixaBank Research, a partir de datos del INE (2017)

Teniendo en cuenta todas las actividades ligadas al ciclo de vida de un alimento, es decir, si tenemos en cuenta todos los subsectores integrados por el Sector Agroalimentario Español, se alcanza una aportación total a la economía de alrededor de un 11% del PIB. España necesita disponer de un Sector Agroalimentario competitivo. En los últimos años, la contribución del este sector al PIB ha pasado de un 9% hasta un 10,8% (Caixabank Research, 2019).

En cuanto a lo que se refiere a las exportaciones, un 17% de las exportaciones de la unión europea se deben al sector de la alimentación. Un conjunto de cinco países entre los que se encuentra España representa un 66% del negocio alimentario europeo (Instituto Galego de Estatística, 2019).

Es por todo esto que este sector en concreto no es solamente importante para nuestro país a nivel nacional, sino que dentro de la Unión Europea cumple un papel determinante.

3.3 CARACTERÍSTICAS SECTOR AGROALIMENTARIO GALLEGO

Como acabamos de ver, la industria agroalimentaria es actualmente una de las más importantes de nuestro país. Dentro de la gran variedad de actividades que esta abarca, podemos dividirla en tres bloques principales y claramente diferenciados:

- **Productos agrarios:** como pueden ser las verduras, frutas, hortalizas, vino y cereales.
- **Productos de ganadería:** gran variedad de productos de origen animal como la carne, huevos o lácteos.
- **Productos pesqueros:** aquí se engloban alimentos procedentes de la pesca y acuicultura, algas y mariscos.

En Galicia, toda la variedad de productos de este sector destaca por la calidad de la materia prima, siendo el elemento diferenciador frente a los mismos productos de regiones diferentes. A nivel internacional, Galicia se sitúa como una de las regiones referentes en esta industria.

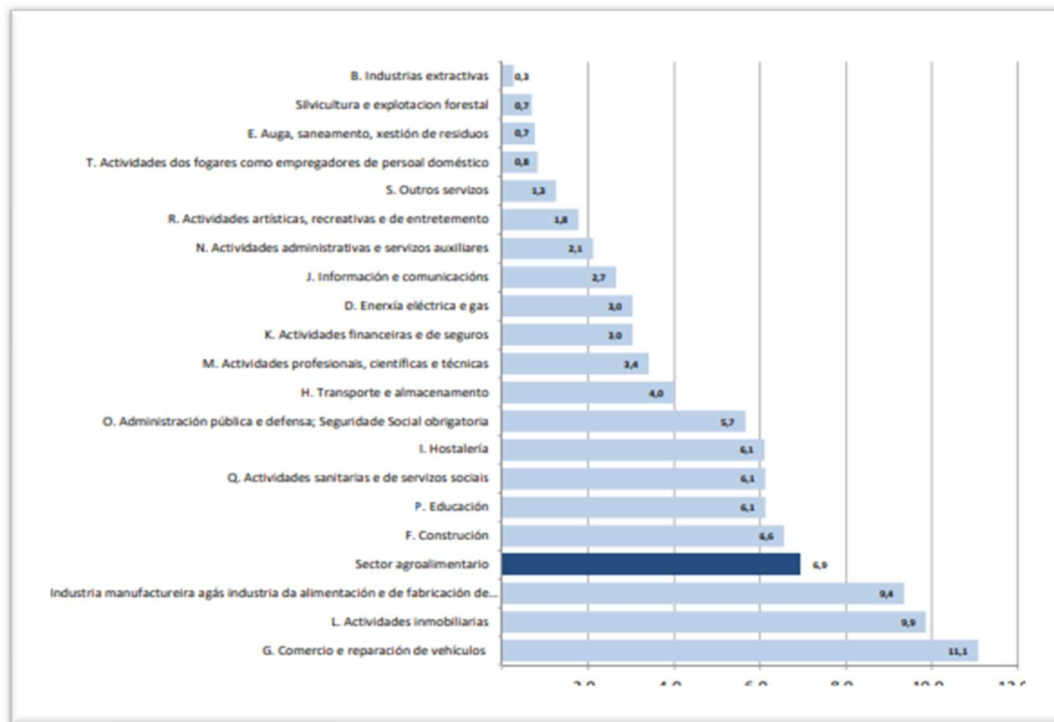
Este sector representa en Galicia el 6,9% del PIB. Al mismo tiempo, representa el 9,3% del empleo total de la comunidad. El 70% de los puestos de trabajo del sector se concentran en las ramas primarias, siendo las ramas de agricultura, ganadería y caza las de mayor peso sobre el PIB (3,1%) Por otro lado, el sector pesquero representa el 0,9% del PIB y la acuicultura un 0,3% del mismo. El porcentaje restante corresponde al procesamiento y elaboración de productos cárnicos (0,4%), procesamiento y elaboración de pescado, crustáceos y moluscos (0,8%); fabricación de productos lácteos (0,2%), fabricación de productos para la alimentación animal (0,1%), producción de bebidas (0,6%) y otras industrias alimentarias (0,5%) (Instituto Galego de Estadística, 2019).

Figura 4-Valor añadido bruto y trabajo. Sector Agroalimentario.

Ramas de actividad	Valor engadido bruto	% sobre PIB	% sobre sector	Postos de traballo	% sobre total emprego	% sobre sector	
R01 Agricultura, ganadería, caza e servizos relacionados con elas	1.862	3,1	45,1	49.698	4,5	48,0	
R03A Pesca	511	0,9	12,4	16.929	1,5	16,4	
R03B Acuicultura	177	0,3	4,3	5.221	0,5	5,0	
R10A Procesamento e conservación de carne e elaboración de produtos cárnicos	254	0,4	6,2	4.407	0,4	4,3	
R10B Procesamento e conservación de peixes, crustáceos e moluscos	478	0,8	11,6	11.245	1,0	10,9	
R10C Fabricación de produtos lácteos	137	0,2	3,3	2.111	0,2	2,0	
R10D Fabricación de produtos para a alimentación animal	67	0,1	1,6	1.330	0,1	1,3	
R10E Outras industrias alimentarias	308	0,5	7,5	9.653	0,9	9,3	
R11 Fabricación de bebidas	332	0,6	8,1	2.927	0,3	2,8	
Total Sector agroalimentario	4.126	6,9	100,0	103.521	9,3	100,0	
Perspectiva primario/industria	Subsector primario	2.550	4,3	61,8	71.848	6,5	69,4
	Subsector industrial	1.576	2,6	38,2	31.673	2,9	30,6
Perspectiva terra/mar	Agro-industria	2.960	5,0	71,7	70.126	6,3	67,7
	Mar-industria	1.166	2,0	28,3	33.395	3,0	32,3
Total economía	59.508	100,0		1.109.303	100,0		

Fuente: IGE. Contas económicas de Galicia. Revisión Estadística 2019.

Figura 5-Peso en el PIB de Galicia. Secciones de la CNAE.



Fuente: IGE. Contas económicas de Galicia. Revisión Estadística 2019.

A parte de estos datos, cabría destacar la siguiente información para tratar de hacernos una idea de la tipología de empresas del sector de la alimentación gallega y su importancia tanto en nuestro país como en esta comunidad:

- Cuenta con el 50% de los buques pesqueros de nuestro país, y representa el 86% de la producción española de conservas de pescado y marisco; colocándose como la primera industria conservera a nivel europeo y la segunda a nivel mundial.
- Es la comunidad líder a la hora de exportaciones agroalimentarias, con más de 120.000 toneladas de producto exportado; generando unos 425 millones de euros.
- Concentra poco más del 40% de la producción láctea española, situándose como la industria láctea más importante.
- Existen más de seis razas vacunas autóctonas, teniendo un 16% del censo vacuno nacional y un 42% del ordeño.
- En este territorio encontramos el 32% de las granjas porcinas de España.
- Representa un 5% de la producción de huevos a nivel nacional.
- En cuanto a los productos marinos, genera 33.000 empleos directos y es el segundo productor de mejillones a nivel mundial (Xunta de Galicia, 2017).

3.4 ANÁLISIS DAFO DEL SECTOR

Para conocer los factores estratégicos críticos del Sector Agroalimentario Gallego, llevaré a cabo un análisis DAFO, lo que nos ayudará a conocer tanto los puntos fuertes del mismo como aquellos que hay que solucionar o fortalecer para poder alcanzar la situación óptima para el sector.

DEBILIDADES:

- Poca productividad del trabajo en el sector agrario.
- Nivel de cooperación de los productores agrarios bajo, dificultando la cooperación e industrialización.
- Poca valor añadido en las cadenas de producción.
- Déficit en la balanza agroalimentaria gallega, frente al superávit de la balanza pesquera.
- Exportaciones muy concentradas en un número reducido de mercados.
- Solo en la industria pesquera existen empresas gallegas que sean líderes a nivel nacional en su rama de actividad.
- Sector tecnológicamente poco desarrollado en gran parte del tejido empresarial.
- Empresas aún no preparadas para llevar a cabo el proceso de internacionalización.
- Mano de obra poco cualificada.
- Baja inversión en lo que se refiere a I+D.

AMENAZAS

- La demanda de alimentos en los mercados que opera este sector tiene pocas perspectivas de expansión.
- Posibles cambios en los hábitos de consumo derivados de la crisis del COVID.
- Posibles cambios en la regulación debido a reformas tanto de las políticas pesqueras como las políticas agrarias.
- Precios muy volátiles en el sector agrario dentro de los mercados europeos y mundiales.
- Importante incremento de la producción de productos similares en países emergentes o en vía de desarrollo.
- Fuerte competencia con productos de países no sometidos a la regulación de la unión europea.
- Presencia en un entorno empresarial cada día más competitivo.
- Poder de negociación de las cadenas de distribución cada día mayor frente a las industrias de la alimentación.
- Aumento de los niveles de contaminación tanto en el interior como en las costas de Galicia.
- Rivalidad con otras actividades por la preferencia de uso tanto de suelo agrario como el litoral.

FORTALEZAS

- Condiciones casi óptimas para la producción agraria.
- Peso de la industria alimentaria en Galicia alto, con expectativas de crecimiento en los próximos años.
- Tejido empresarial de la industria pesquera consolidado, ocupando una situación de liderazgo tanto a nivel nacional como europeo.
- Entorno que dispone de industrias auxiliares al sector, complementando el trabajo.
- Calidad alta de los productos, reconocida tanto a nivel nacional como europeo.
- Estándares de seguridad alimentaria altos.
- Gran número de marcas consolidadas, cada una en su segmento, donde brotan relaciones de cooperación ventajosas.
- Presencia de centros de investigación de gran importancia para el sector agrario y pesquero de la comunidad.

OPORTUNIDADES

- Capacidad de aumentar el valor añadido de la industria de la alimentación a través de nuevas líneas productivas en segmentos con una demanda exponencial.
- Reducción de costes ligada a un abaratamiento de los combustibles y un acceso al crédito más sencillo.
- Demanda en expansión de productos de origen ecológico, donde consumidores se decantan por productos relacionados con la sostenibilidad de las producciones y a una mayor relación entre la salud y la alimentación.
- Expansión de nuevos canales de comercialización y de nuevos segmentos de mercado.
- Aparición y crecimiento de nuevas formas de hacer turismo, lo que contribuye a un mayor conocimiento por parte del público tanto del sector como de los productos de este.
- Uso de comercio electrónico y canales de comercialización cortos.
- Apertura a nuevos mercados por los procesos de globalización e internacionalización.
- Posición ventajosa para la expansión en América Latina.
- Existencia de programas europeos que apuestan por el apoyo a la innovación empresarial.

3.5 POSIBLES MEJORAS APORTADAS POR LA INDUSTRIA 4.0

Como ya hemos visto anteriormente, en los últimos años el sector alimentario se ha situado como uno de los que está experimentado un mayor crecimiento con

respecto al resto. Dentro del gasto de la industria agroalimentaria de esta comunidad, un 6% está destinado a la innovación. Con la aparición de las nuevas tecnologías y los procesos de digitalización, se abre un nuevo espacio lleno de oportunidades de crecimiento y mejora para las diferentes actividades de este sector.

La primera posibilidad de mejora sería la de incrementar la competitividad. Para ello se ha de mejorar la oferta de productos, haciéndolos cada día más económicos, de una mayor calidad y adaptados a las necesidades e inquietudes de la demanda.

En segundo lugar, destaca la aparición de nuevos modelos de negocios que han surgido a partir del uso de las nuevas tecnologías de información y comunicación, cobrando cierta relevancia en este apartado los ingenieros agrícolas, cuyo trabajo contribuirá a un análisis más preciso de la información aportada por estas TIC's; generando modelos más eficientes. Además, resalta la denominada cadena de valor colaborativa, que ha de contribuir a optimizar la comunicación entre los diferentes agentes involucrados en el ciclo de vida del producto.

En tercer lugar, cabe destacar la posibilidad de ofrecer unos menores tiempos de respuesta en cuanto a lo que se refiere a posibles errores que se pueden cometer durante los diferentes procesos productivos; esto ayudará a reducir los costes de producción y a una mejora de la calidad del producto final. Entre otros beneficios destaco también:

- Mejora del desarrollo tecnológico y dinamización de la economía.
- Incremento de la flexibilidad de producción: llevando a cabo cambios en la configuración del proceso productivo.
- Personalización de productos y servicios: adaptando los productos a las diferentes necesidades de los clientes.
- Mejora de la toma de decisiones: utilizando la información aportada en tiempo real por las nuevas tecnologías.
- Seguimiento más exhaustivo del proceso de producción: aumentando de esta manera la productividad y la eficiencia.

Por último, dado que el cuidado del medio ambiente es actualmente una de las grandes preocupaciones de nuestra sociedad, las nuevas tecnologías pueden ayudar a contribuir en la eficiencia energética de las empresas de este sector, contribuyendo a mejorar la imagen de la empresa por sus consumidores (Guerrero, Luque, & Lama, 2017).

Capítulo 4-Fábrica de productos pesqueros

4.1 POSIBLES TECNOLOGÍAS 4.0 A IMPLANTAR EN EL SECTOR PESQUERO GALLEGO

Dado la aparición de las nuevas tecnologías y la creciente automatización de los procesos productivos, surgen infinidad de posibilidades para aprovechar estas oportunidades de Industria 4.0 en este sector, lo que supondría un avance frente a la competencia y una reafirmación de las intenciones de crecimiento de este. Dentro de las diferentes y cada día más diversas innovaciones que se pueden aplicar, analizaremos una serie de posibilidades a implementar.

La primera de ellas sería el uso de procesos de **automatización y robótica avanzada** y colaborativa. La industria agroalimentaria se está viendo impulsada hacia la cuarta revolución industrial por las nuevas tecnologías, la mejora de la productividad y la exigencia de los consumidores por una mayor personalización del producto final. La automatización de esta industria ha de seguir unos objetivos claramente diferenciados:

- Cumplir con las exigencias de calidad que se le suponen.
- Aumentar los niveles de productividad y eficiencia en el proceso productivo.
- Cumplir con los protocolos de seguridad alimenticia cada vez más exigentes.

Para asegurar la competitividad se ha de conseguir una completa integración de los diferentes niveles de automatización. En cuanto a lo que se refiere a la robótica avanzada, esta debería proporcionar una serie de ventajas a esta industria como la mejora de procesos como el de producción, embalaje, almacenamiento o logística. Actualmente la automatización y robótica avanzada se aplican principalmente en la parte final de la producción, en lo que se refiere a embalaje, empaquetado y formación de pales.

La segunda, implementar maquinaria cuya finalidad sea la de **detección de cuerpos extraños, posibles defectos o sustancias nocivas** que puedan estar presentes en los alimentos o bebidas. Destacan en este apartado tecnologías como puede ser la visión hiperespectral o la tecnología NIR o de visión penetrante. Estas permiten la sensorización de los equipos para poder detectar cuerpos extraños de las líneas de producción aumentando así la seguridad de los alimentos. Algunas de las tecnologías avanzadas que están actualmente en uso permiten la detección de sustancias nocivas como el amoníaco, antibióticos o pesticidas; así como la presencia de gluten en un alimento.

Un ejemplo de la implementación de estas tecnologías en el sector pesquero es el proyecto Spectuna puesto en marcha por Anfac-Cecopesca. Este proyecto, empleando la robótica avanzada y la visión hiperespectral, trata de revolucionar la industria atunera a la hora de conseguir optimizar todas las etapas de su producción,

contribuyendo a mejorar el proceso de corte y clasificación del atún congelado y a optimizar el control de calidad, al permitir un análisis pieza por pieza menos disruptivo.

En tercer lugar, los conocidos como **ponibles (wearables), realidad aumentada o exoesqueletos**. Dentro del sector de la pesca, se le está dando uso más en un ámbito de educación, destacando el proyecto “Un vistazo hacia el mar” financiado por el Fondo Europeo Marítimo de la Pesca (FEMP), donde empleando unas lentes de realidad aumentada trata de mostrar la historia de una fábrica conservera a sus visitantes de una forma innovadora y atractiva, sirviendo como atracción para el turismo.

En siguiente lugar, cabe destacar el desarrollo de **sistemas ciber físicos y el internet de las cosas**. El uso de estas tecnologías permitirá una clara mejora en la productividad, en el conocimiento de la situación de los cultivos o animales por parte del dueño de los terrenos y una mejora de la eficiencia que se traducirá en una disminución del impacto ecológico. En Galicia, esta tecnología se empieza a emplear en determinados astilleros, pues permite analizar en tiempo real la gran cantidad de información generada durante la construcción de los buques (Centro Tecnológico Naval, 2018).

En añadido, cabe destacar, aunque no tiene gran relevancia actualmente; la producción de **alimentos en 3D**. A pesar de que es un terreno nuevo ya se han dado importantes avances y con el paso de los años quizás cobre gran importancia. El objetivo de esta tecnología sería el de conseguir una mayor automatización de los procesos y crear una nueva forma de consumo de alimentos. Este tipo de tecnología en un futuro quizás cambie la forma en la que los humanos nos relacionamos con la comida. En la actualidad existe alguna máquina que está ofreciendo la posibilidad de imprimir un alimento de manera parecida a la que lo hacen las fotocopiadoras actualmente con un documento de papel. Esta tecnología ofrecerá una infinidad de nuevas posibilidades para este sector en un futuro no muy lejano.

Por otro lado, la **Nanotecnología** está acaparando cada vez más atención en la industria alimentaria. Esta nueva tecnología se podría aplicar en áreas tal y como el envasado, desarrollo de productos innovadores, mejora de procesos alimenticios o a la hora de detectar y medir la calidad y seguridad de los alimentos. Destaca el uso de nanotecnología para la creación de envases “inteligentes” cuyas propiedades más destacables serían la retención de sustancias nocivas para el producto o el entorno, liberación de sustancias beneficiosas para el producto y supervisión del estado del alimento para informar de su estado. Las investigaciones en este apartado han aumentado en gran cantidad estos últimos años. Dentro de la variedad de envases que se están implementando, destacan los siguientes:

- Envases con absorción de la humedad para frenar el posible deterioro del producto.
- Obstaculización al crecimiento de patógenos mediante la emisión de CO₂.
- Fijación de sustancias antimicrobianas en el envase para evitar la aparición de estas.
- Alargamiento de la vida útil del producto mediante materiales del propio envase (Méndez, y otros, 2014).

Al mismo tiempo, este nuevo tipo de tecnología se emplea en la alimentación en procesos por los que se produce una adición de sustancias saludables al producto, mejorando el sabor, y haciéndolo más duradero y nutritivo. Otro concepto de notoria importancia en este apartado es el de nano alimentos funcionales. Esto se refiere a alimentos reconstituidos a nivel molecular. Gracias a la nanotecnología se podría, por ejemplo; reducir drásticamente la concentración de grasa de un alimento o incorporar al mismo nanopartículas de minerales beneficiosos para el sistema alimenticio, ayudando a reducir enfermedades.

Por último, el proceso de microencapsulación de compuestos de interés, por el que se recubre una sustancia determinada con determinados materiales que permiten su liberación gradualmente; es de vital importancia en los alimentos futuros. Gracias a este proceso se pueden enriquecer de diversas maneras algunos alimentos, incrementar su caducidad y mantener e incluso incrementar las características de estos.

La **logística avanzada** constituye otra posible incorporación al futuro del Sector Agroalimentario Gallego. El término de logística se define como: la planificación, gestión, ejecución y control de los flujos físicos de mercancías y los correspondientes flujos de información que se producen a lo largo de toda la cadena de suministro de una empresa. La logística avanzada amplía aún más el radio de cobertura de su actividad, abarcando no solo los suministros y cobertura del transporte y distribución de la mercancía; sino que también es de su competencia la facilitación y organización de la carga a lo largo de toda la cadena de valor, donde se incluye la producción y servicios similares. Es necesario adaptar las nuevas tecnologías en este apartado para asegurar la eficiencia de este (Cipoletta, Pérez, & Sánchez, 2010).

Uno de los más reconocidos son los drones, gracias a su uso se podrá, entre otras cosas, prevenir o detectar fallos antes de que tengan lugar usando lo que se denomina “condition monitoring”. Sus posibilidades de implementación son muy variadas.

Los AGV's hacen referencia a vehículos guiados automáticamente. Estos se pueden aplicar en cualquier etapa de la cadena de suministro de la mercancía. Como ejemplo en la descarga de materia prima, transporte hacia la línea de procesado y manipulación del producto final. Entre sus beneficios, permiten la manipulación de alimentos en entornos de malas condiciones como congeladores industriales y un manejo automatizado de los palés. Estas nuevas tecnologías serán de gran ayuda para avanzar hacia las fábricas inteligentes.

Otro elemento innovador que aplicar es el **Big Data y el cloud computing**. A lo largo del proceso productivo del Sector Agroalimentario, se generan una gran variedad de datos cuyo análisis ayudaría a optimizar todos los procesos. Destaca la llamada monitorización inteligente de la cadena de valor. El uso de esta tecnología permitiría ahorrar costes y mejorar la productividad. Dentro del sector pesquero gallego, cabe destacar el uso de estas tecnologías en el proyecto Primefish, que empezó en el año 2015 y que tras varios años presentó un nuevo prototipo de software. Este software permite a las compañías realizar consultas sobre los perfiles de sus consumidores, análisis de la cadena de valor, indicadores sobre su capacidad competitiva o tendencias de precios.

Por último, cabe citar la **gestión energética y de los residuos**. Empleando las capacidades de las nuevas tecnologías se ha de mejorar e implementar la gestión del ciclo del agua o dar una segunda vida a los desechos generados, empleando los residuos para poder dar lugar a alimento para el ganado o fertilizante para la agricultura.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LA FÁBRICA

La fábrica estudiada se localiza en la ciudad de Vigo, reconocida por su importante industria pesquera y conservera. Principalmente se dedica al procesado de merluza y langostino austral congelado. Estos productos en su mayoría proceden de Namibia o Argentina, unos de los mayores caladeros a nivel mundial y reconocidos por la calidad de su materia prima.

Se divide en 7 líneas principales, cada una con una tarea claramente diferenciada, donde se produce la transformación del producto y su distribución posterior a la matriz:

Línea 1: En esta primera línea se produce langostino austral entero. En primer lugar, la materia prima se pasa a un horno industrial, donde se lleva a cabo un ligero horneado. El segundo paso es el de limpieza y revisión a mano del producto por unos operarios de línea, que después ellas mismas pesan para ir colocando el langostino en los estuches correspondientes. El producto ya listo para la venta pasa a una cinta transportadora que lo lleva a una máquina de etiquetado, para después ser apilado manualmente.

Figura 6-Línea 1 de la planta



Fuente: Elaboración propia

Líneas 2 y 3: Estas dos líneas de producción tienen el mismo propósito, el de transformar los filetes de merluza que llegan a la fábrica en un producto congelado listo para la venta. En primer lugar, los filetes son colocados en una fresadora, que se encarga de separar los filetes del envoltorio de plástico en el llegan envueltos a la fábrica. Los posibles restos de plástico o impurezas que hayan podido quedar en los filetes son retirados a mano por una serie de operarios de línea. Una vez revisado, el producto

continúa hacia un pequeño túnel de frío que se encarga de que alcance la temperatura adecuada, para después recibir un baño de agua y volver a congelarlo. De esta forma se crea una especie de “glaseado” que forma una capa protectora para el producto. A continuación, los lomos de merluza pasan a una máquina que los divide por lotes dependiendo del peso deseado, para después meterlos en los estuches de plástico donde se van a comercializar. Por último, los estuches ya listos para la venta pasan por un detector de metales para detectar impurezas y por una nueva máquina que mete las bolsas de plástico en cajas para facilitar su distribución. El último paso sería el de una última revisión del peso en unas básculas, donde se informatiza el peso y número de lote; para a continuación ser apilados por un brazo robótico.

Figura 7-Líneas 2 y 3 de la planta



Fuente: Elaboración propia

Líneas 4 y 5(a): A partir de aquí las líneas de producción son más sencillas que las anteriores. Sencillamente las colas de langostino se revisan a mano por operarios de la línea, para pasar después a máquinas como las de las líneas 2 y 3, donde se dividen las colas por peso y lote, colocándose en estuches de plástico, para por último ser apiladas para su posterior distribución.

Figura 8-Línea 4 y Línea 5(a) de la planta



Fuente: Elaboración propia

Línea 5(b): esta línea se conoce como la de valor añadido. Aquí es donde los productos pensados por I+D cobran vida. En el momento de estudio de la fábrica esta línea estaba dedicada a la producción de unos nuevos platos preparados cuyos ingredientes principales son el langostino austral y la merluza. Estos productos se juntan con arroz o pasta y estarán listos para consumir tras un breve cocinado a horno o microondas.

Línea 6: pequeña línea dedicada a la producción del marinado que se emplea para la producción de los productos de la línea anterior. Cuenta con una única máquina cuya finalidad es la producción de este marinado.

4.3 LIMITACIONES INFORMACIONALES DE LA PLANTA

Durante el estudio de la fábrica se detectaron una serie de limitaciones, expuestas a continuación, que dificultaban el funcionamiento a pleno rendimiento de la planta.

En lo que corresponde a los procesos de información, la fábrica no posee aplicaciones para gestionar la producción en tiempo real, provocando que la capacidad de análisis y gestión de esta sea insuficiente. Al mismo tiempo, la gestión de pedidos y almacén se lleva a cabo por un ERP. Se puede definir como: *“la solución actual de la evolución de los sistemas de gestión empresarial, cuyo desarrollo se basa en dos principios: por un lado, la incorporación de una serie de supuestos sobre los modos de operar la empresa a través de herramientas informáticas de última generación y por otro, el objetivo de difundir la información a todos los niveles de la empresa. Todo ello con una perspectiva de integración de la información, tanto en el entorno actual de las Tecnologías de la Información como en los previsibles entornos de desarrollo futuro”* (Peña, 2004).

Este software precisa de un sistema de apoyo que contribuya a aportar datos sobre posibles medidas correctivas a tiempo real, ayudando a la hora de la toma de decisiones. Adicionalmente, las aplicaciones para identificar los lotes son inconexas con el ERP. Todo esto provoca que el equipo de producción deba asumir muchas tareas de no valor añadido.

Para la gestión de la producción, no existe un sistema de fichaje que permita conocer la vinculación del personal a cada línea, limitándose únicamente al fichaje en fábrica. No existen mecanismos para conocer el progreso del trabajo, salvo la generación del palet al final del proceso, ni para cuantificar las pérdidas en términos de tiempo y calidad. Al mismo tiempo, no se dispone de información suficiente que permita la toma de decisiones en la fábrica con información en tiempo real.

Por último, en lo que se refiere a la inteligencia tecnológica, la ausencia de un modelo de información en tiempo real hace imposible disponer de un sistema de soporte a la hora de tomar decisiones. El conocimiento a nivel de planta no puede ser compartido por la falta de herramientas que lo permitan.

4.4 TECNOLOGÍAS A IMPLANTAR EN LA FÁBRICA

Tal como hemos visto anteriormente, en Galicia ya se están empezando a aplicar gran parte de estas nuevas tecnologías como método de apoyo al sector pesquero, es esto por lo que la planta debe reinventarse en algunos aspectos para mantener así la capacidad competitiva. La eficiencia de la fábrica puede verse muy beneficiada de la implantación de estas nuevas TIC's y demás tecnologías pertenecientes a la industria 4.0. De entre todas las diferentes tecnologías analizadas previamente en este estudio, considero que en la actualidad las siguientes serían las de mayor utilidad para mejorar el modelo de planta:

En primer lugar, instalar un **sistema MES (Manufacturing Executive System)** en la planta. Considero de vital importancia la incorporación de un sistema de soporte. Su importancia se basa en será de gran ayuda a la hora de cumplir las siguientes expectativas:

- Ayudar en tiempo real a la toma de decisiones, que cuantifique y clasifique de forma objetiva las pérdidas, y permita establecer tanto medidas correctivas a corto y de mejora a medio plazo.
- Al mismo tiempo, ha de ser lo suficientemente flexible para llevar de forma sencilla los cambios de la configuración productiva que pueda acarrear la implantación de este sistema.
- Disponer de una mayor autonomía para poder afrontar dichos cambios sin recurrir a proveedores externos.

Este sistema funciona como una extensión del sistema ERP ya instalado en la planta, de forma que ayuda en el proceso productivo a la hora de planificación y ejecución de las funciones. En añadido, este procedimiento adapta el plan empresarial creado por el ERP a los recursos reales disponibles en la fábrica para llevar a cabo un plan de ejecución de la producción. Entre las decisiones que este sistema ayuda a tomar destacan la asignación de personal, el control del flujo de materia prima, reprogramación de la maquinaria, etc. Se puede decir que este sistema aporta un feedback de la producción al sistema ERP.

La implantación de este nuevo sistema aportaría una gran cantidad de ayudas y ventajas competitivas para esta planta, ayudando a reducir los costes de producción y los tiempos y contribuyendo a aumentar la eficiencia de la planta. La integración de un sistema MES al ERP ya existente en planta significaría un avance significativo para la compañía, promoviendo de esta forma la gestión activa de la planta e involucrar a los operarios en la mejora, avanzando hasta ser lo que se conoce como fábrica digital avanzada.

Por otro lado, la revisión de los productos a ojo provoca que numerosas veces el producto contenga alguna especie de residuo, ya sea plástico del envoltorio en el que fue transportado a su llegada a fábrica o por trazas de algún otro producto o material. En las líneas principales 1, 2 y 3 son los operarios de línea quienes revisan que el producto no tenga ningún tipo de contaminante, pero el error humano es inevitable en muchas situaciones.

Para evitar estos problemas sería muy recomendable la instalación de un sistema de **visión artificial** para llevar a cabo este control de calidad. Mediante la visión hiperspectral es posible detectar contaminantes en el producto, medir la calidad de este y clasificarlos según la misma. Entre los beneficios de la aplicación de esta tecnología resalta la disminución de los costes de control y la mejora de la seguridad alimentaria. En el sector de la alimentación su uso resulta de gran interés, pues permite el análisis de los productos de forma colectiva o individual y al no ser destructiva supone una menor generación de desechos. Son muchas las ventajas derivadas del uso de este tipo de tecnologías, destacando las siguientes:

- Las muestras no requieren de preparación previa.
- El análisis se lleva a cabo de forma no destructiva ni invasiva, analizando el producto sin alterar las muestras.
- Una vez finalizada la implantación y calibración del sistema, resulta muy sencillo y rápido de usar.
- La resolución espacial permite el análisis de varias muestras de forma simultánea.
- Resultaría idóneo para este proyecto, pues su uso es perfecto para una línea de producción.

Por otro lado, también presenta una serie de desventajas a tener en cuenta a la hora de implantarlo en la planta:

- Genera una gran cantidad de información redundante, lo que conlleva un gran coste computacional a la hora de procesar toda esa información.
- Su uso en línea requiere de la realización de un filtrado (Martínez, 2015)

En añadido, la compañía siempre ha defendido su completa integración vertical, pues se encarga de todo el ciclo de vida del producto, desde su pesca hasta que cae en manos del consumidor final. Es decir, se encarga de la pesca, elaboración, transformación y distribución del producto. Es por esto por lo que, al tratar con productos congelados, deben tener en cuenta que no se rompa en ningún momento la cadena de frío, pues el producto se estropearía y podría acarrear grandes gastos para la compañía. De entre los diferentes problemas que este suceso puede acarrear al producto destaca el deterioro de forma prematura del alimento envasado, la pérdida de propiedades como el sabor y apariencia, y la aparición de bacterias y diferentes microorganismos nocivos para el consumo humano cuya proliferación en temperaturas más altas resulta más sencilla.

Por todo esto sería de gran ayuda la implantación de **envases inteligentes** creados a partir del uso de la nanotecnología. Esta especie de envases permitiría detectar con rapidez si un producto ha llegado a romper su cadena de frío y retirarlo del mercado, evitando así que un producto en mal estado llegue al consumidor final. Su funcionamiento consiste en que monitorizan las condiciones del alimento envasado en su interior, ofreciendo información de la situación del producto tanto durante el transporte como en el proceso de almacenamiento de este. Los puntos más críticos donde este tipo de envases serían de gran utilidad para los productos congelados son la carga y descarga, el almacenaje, el transporte y durante el proceso de distribución.

Para finalizar, recomendaría también el uso del **Big Data** por parte de la compañía para optimizar el proceso productivo de la planta. Como se ha citado anteriormente en este proyecto, el Big Data consiste en una nueva tendencia en el avance de la tecnología que se emplea para describir la gestión de volúmenes de datos tan grandes que superan los límites y capacidades de las herramientas tecnológicas que habitualmente se emplean para capturar, gestionar y almacenar dichos datos; por lo que no pueden ser tratados de forma tradicional.

El uso de esta tecnología permite a la llamada “fábrica inteligente” analizar el comportamiento del cliente para tomar decisiones acertadas. De forma que durante el proceso productivo se pueda adaptar la oferta a los gustos y necesidades del consumidor final. En añadido, el tratamiento de estos datos proporcionará información relevante sobre el aprovisionamiento y producción de la planta, contribuyendo a aumentar la eficiencia de esta de forma realmente importante.

Es necesaria la implementación de esta tecnología en todas las fases del negocio para facilitar el análisis de toda la información generada. Esto permitirá a la compañía optimizar y predecir el comportamiento del producto a lo largo de la cadena de producción en la planta.

CONCLUSIÓN

Como se indicaba al principio de este trabajo, cada revolución industrial trae consigo una serie de innovaciones tecnológicas que provocan una serie de importantes cambios en la sociedad. La cuarta revolución industrial está teniendo lugar en estos momentos y al igual que sus predecesoras va a tener un impacto importante tanto en la industria como en la sociedad. La importancia de la Industria 4.0 recae en que tiene una gran capacidad para incrementar el rendimiento y la gestión efectiva de las empresas, por lo que adaptarse a los cambios que está provocando puede significar la diferencia entre la supervivencia o desaparición del mercado para una compañía.

Como hemos visto, el Sector Agroalimentario Gallego es de vital importancia tanto para la economía española como para la economía gallega. El uso de estas tecnologías ayudará a crear una industria más sostenible, rentable y eficiente; y provocará importantes cambios dentro del Sector Agroalimentario y en el funcionamiento de todos los agentes que se incluyen en el mismo. Debido a la importancia de este sector, se ha de asegurar su competitividad a través de la implantación de las nuevas TIC's surgidas de esta nueva revolución industrial.

Tras haber hecho un listado de las nuevas tecnologías que empresas del mismo sector ya están aplicando y haber descrito la planta y sus diferentes limitaciones en cuanto a captación, procesamiento y utilización de información; he llegado a la conclusión de que un sistema MES, la visión artificial, los envases inteligentes y el análisis del Big Data son aquellas que más se adaptan a las necesidades actuales de la fábrica. La implantación de estas nuevas tecnologías aportará una mayor capacidad

competitiva a la planta y contribuirá a mejorar su eficiencia, asegurando su supervivencia en un mercado cada día más competitivo.

Bibliografía

- AMETIC. (2016). *Pilares estratégicos de la comisión "Industria 4.0" de AMETIC*.
- Berenice, C. (2017). El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras. *Conciencia Tecnológica No. 54*, 33-45.
- Caixabank Research. (2019). *Informe sectorial agroalimentario 2019*.
- CCOO Industria. (2017). *La Digitalización y la Industria 4.0. Impacto industrial y laboral*. Madrid.
- Centro Tecnológico Naval. (2018). '*Informe de Vigilancia Tecnológica Blue Growth: IoT en el sector marino*'.
- Chaves, J. (2004). Desarrollo tecnológico en la primera revolución industrial. *Norba. Revista de historia*, vol.17 pags 93-109.
- Cipoletta, G., Pérez, G., & Sánchez, R. (2010). *Políticas integradas de infraestructura, transporte y logística: experiencias internacionales y propuestas iniciales*. Serie Recursos Naturales e Infraestructura.
- Cristeto, B. (2016). La Industria 4.0 en España. *AENOR: Revista de la normalización y la certificación*, pág. 15.
- del Val Román, J. L. (2016). Industria 4.0: la transformación digital de la Industria. *Conferencia de directores y decanos*, 2-10.
- Delgado, A. (2016). Digitalízate: como digitalizar tu empresa. *Barcelona: Libros de cabecera*.
- Dfki. (2011). Obtenido de Dfki: <https://m.eet.com/media/1201911/Indus-try-1-to-4-timeline.jpg>
- FoodDrinkEurope. (2021). *Annual report*.
- García, R. (2015). Retos de la industria española en el siglo XXI: la industria 4.0. En C. d. madrid, *La reindustrialización necesaria* (págs. 59-64). Madrid.
- Guerrero, M., Luque, A., & Lama, J. R. (2017). El nuevo paradigma de la Industria 4.0 y su aplicación a la industria. 50-55.
- Higonnet, P., Landes, D., & Henry, R. (1995). *Favorites of Fortune: Technology, Growth, and Economic Development since the Industrial Revolution*. Cambridge: Harvard University.
- Instituto Galego de Estatística. (2019). *Análise do sector agroalimentario*. Santiago de Compostela.
- Jiménez, L. G. (2001). La Digitalización de los Negocios. *Anales de mecánica y electricidad, ISSN 0003-2506, Vol. 78, Fasc. 5*, pags 21-32.
- López-Iglesias, E. (2019). O sector agrario e agroalimentario en Galicia; balance das transformacións desde a integración europea. *ECOAGRASOC*.

- Maluquer, J. (1992). Los pioneros de la segunda revolución Industrial en España. *Revista de historia Industrial*, 121-142.
- Martínez, E. I. (2015). Desarrollo de técnicas de visión hiperespectral y tridimensional para el sector agroalimentario. *Universidad Politécnica de Valencia*, 30-33.
- Méndez, K., Caicedo, M., Bedoya, S., Ríos, A., Zuluaga, R., & Giraldo, D. (2014). *Tendencias investigativas de la nanotecnología en empaques y envases para alimentos*. Revista Lasallista de investigación.
- Peña, F. (2004). *Sistemas ERP. Metodologías de implementación y evaluación de software*. A coruña: Universidad de A Coruña.
- Poch Torres, D. R. (2016). *Perspectivas económicas frente al cambio*. Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras.
- Poveda, R., Blanco, J., & Fontrodona, C. (2017). La industria 4.0: El estado de la cuestión. *Economía industrial, ISSN 0422-2784, Nº 406 (Ejemplar dedicado a: Prospectiva y vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva)*,, págs. 151-164.
- Rifkin, J. (2009). Liderando la Tercera Revolución. *Fundación ideas*.
- Rozo-García, F. (2020). *Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0*. Revista UIS Ingenierías.
- Tapscott, D. (2016). *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money*. Penguin Publishing Group.
- Villas, S. L. (2012). La primera revolución Industrial. *Boletín de la Academia Malagueña de Ciencias, ISSN 1885-1495, Nº. 14*, págs. 43-50.
- Xunta de Galicia. (2017). *Oportunidades Industria 4.0 en Galicia*.