



---

# **Universidad de Valladolid**

Campus de Palencia

Facultad de Ciencias del Trabajo

Grado en Relaciones Laborales y Recursos

Humanos

**ROBOTIZACION Y DIGITALIZACION EN LA INDUSTRIA**

**CASO DE VW NAVARRA**

Presentado por:

Fernando Morales Cacho

Tutelado por:

Miguel Lamoca Pérez

Palencia, junio de 2023

## Índice

1.- INTRODUCCIÓN.....	3
1.1.- JUSTIFICACIÓN .....	3
1.2.- OBJETIVOS.....	4
1.3.- COMPETENCIAS DEL TÍTULO ADQUIRIDAS CON SU DESARROLLO .....	5
2.-INDUSTRIA 4.0: ROBOTIZACIÓN, DIGITALIZACIÓN.....	6
INDUSTRIA 4.0.....	6
2.1.- CONCEPTOS DE ROBOTIZACIÓN Y DIGITALIZACIÓN.....	8
2.2.- TECNOLOGÍAS HABILITADORAS DE LA INDUSTRIA 4.0 .....	15
2.3.- VENTAJAS E INCONVENIENTES DE ESTAS TECNOLOGÍAS .....	21
2.4.- RIESGOS LABORALES ASOCIADOS A ESTOS PROCESOS: IMPACTO SOBRE LOS TRABAJADORES .....	27
Riesgos sobre la salud laboral.....	27
Riesgos psicosociales. ....	28
Riesgos sobre el mercado laboral.....	29
Impacto sobre el sistema de protección social.....	31
2.5.- ACCIONES PREVENTIVAS Y DE CORRECCIÓN.....	31
Prevención en riesgos laborales.....	32
Financiación del sistema de seguridad social.....	32
Renta básica universal .....	33
Reducción de jornada laboral .....	33
Formación continua .....	33
3.1.- ROBOTIZACIÓN Y DIGITALIZACIÓN EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.....	35
3.2.- EFECTOS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.....	38
4.-EL CASO DE VOLKSWAGEN NAVARRA.....	39
4.1.- DATOS DE SITUACIÓN VOLKSWAGEN NAVARRA.....	39
4.2.- ROBOTIZACIÓN Y DIGITALIZACIÓN EN VOLKSWAGEN NAVARRA .....	41
4.3.- ENTREVISTAS: .....	45
Entrevista a David García Castaño, director de ingeniería de planificación VW Navarra...45	
Entrevista a Alfredo Morales Vidarte, presidente del comité de empresa VW Navarra.....54	
5.-CONCLUSIONES .....	61
6.-ANEXOS: GUIONES DE LAS ENTREVISTAS .....	66
7.-BIBLIOGRAFÍA.....	68
8.- WEBGRAFIA.....	68

## **1.- INTRODUCCIÓN.**

### **1.1.- JUSTIFICACIÓN**

La Cuarta Revolución Industrial, también conocida como industria 4.0, supone un proceso de transformación revolucionario; conecta técnicas avanzadas de producción y operaciones con tecnologías inteligentes que se integran en las organizaciones, las personas y los activos.

El impacto sobre el mercado laboral es una cuestión que genera inquietud y preocupación social. El hecho de que estos procesos de automatización y el uso de la inteligencia artificial puedan conllevar la pérdida de puestos de trabajo, provoca una alarma social, especialmente alentada por algunos medios de comunicación. Se apunta a posibles consecuencias sociales y económicas adversas, como las pérdidas o transformaciones de los puestos de trabajo, el aumento de la desigualdad, la exclusión social y la precarización del trabajo.

Sin embargo, por otro lado, es necesario valorar el planteamiento de métodos que puedan compensar los efectos de estas tecnologías en el mercado laboral. Es importante identificar las oportunidades y los desafíos que se presentan para el empleo en la industria. Estas tecnologías pueden crear nuevos puestos de trabajo en áreas como la programación, el mantenimiento y la gestión de robots y sistemas digitales. Además, pueden suponer una mejora en seguridad laboral, al eliminarse trabajos peligrosos y repetitivos.

En consonancia con lo expuesto, el tema principal tratado en este Trabajo Fin de Grado es la automatización de los procesos productivos mediante el uso de robots y de la digitalización. Se pretende valorar cómo esta nueva y creciente realidad está afectando a la industria, y cuáles son las repercusiones más significativas en el trabajo y en la sociedad en general.

El objetivo es analizar el grado de implantación de estas tecnologías en la industria. Asimismo, se pretende comprobar su efecto en el mercado laboral, valorando ventajas, inconvenientes y riesgos asociados.

Para poder analizar cómo afectan estas tecnologías al mercado laboral, se considerarán los conceptos de robotización, digitalización y las tecnologías habilitadoras de la industria 4.0; la inteligencia artificial, la visión artificial, la realidad aumentada, la fabricación aditiva, etc....

Se ha utilizado la metodología propia de una revisión e investigación bibliográfica en la que se tratarán de conceptualizar los términos relacionados con la industria 4.0.

Esta propuesta de investigación se centra en el sector de la industria automotriz, y más concretamente, en la fábrica de Volkswagen Navarra.

Este sector es cada vez más volátil y competitivo, una consecuencia directa de la renovación tecnológica producida por la electrificación de los vehículos y el cambio de las costumbres de los consumidores. Esta industria ha sido pionera en la automatización de los procesos productivos, debido a la gran competitividad que existe entre los distintos fabricantes.

Para contribuir al análisis y la valoración del contexto planteado, se realizarán dos entrevistas en la factoría Volkswagen Navarra; una de ellas al director de ingeniería de planificación de la fábrica y otra al presidente del comité de empresa.

## **1.2.- OBJETIVOS**

Los objetivos propuestos en la realización del presente Trabajo de Fin de Grado son:

1. Explicar los conceptos de robotización, digitalización y las tecnologías habilitadoras de la industria 4.0, para poder conocer cómo se están automatizando algunas partes de los procesos productivos en la industria.
2. Descubrir cómo están afectando la introducción de estas tecnologías al mundo laboral y analizar algunas acciones preventivas o de corrección.
3. Estudiar el caso de Volkswagen Navarra, una empresa que se dedica a la fabricación de automóviles, sector en el que la automatización es clave para mejorar la productividad. Para poder obtener información de primer mano se realizarán dos entrevistas; al director de ingeniería de planificación y al presidente del comité de empresa.

### 1.3.- COMPETENCIAS DEL TÍTULO ADQUIRIDAS CON SU DESARROLLO

Las competencias adquiridas tras realizar el presente trabajo de fin de grado son:

<b>COMPETENCIAS GENÉRICAS (CG)</b>
<b>INSTRUMENTALES</b>
<b>CG.1.</b> Capacidad de análisis y síntesis
<b>CG.2.</b> Capacidad de organización y planificación
<b>CG.6.</b> Capacidad de gestión de la información
<b>PERSONALES</b>
<b>CG.14.</b> Razonamiento crítico
<b>SISTÉMICAS</b>
<b>CG.16.</b> Aprendizaje autónomo
<b>CG.17.</b> Adaptación a nuevas situaciones.

<b>COMPETENCIAS ESPECÍFICAS (CE)</b>
<b>DISCIPLINARES (SABER)</b>
<b>CE.4.</b> Dirección y gestión de recursos humanos
<b>CE.10.</b> Economía y mercado de trabajo
<b>PROFESIONALES (SABER HACER)</b>
<b>CE.13.</b> Capacidad de transmitir y comunicarse por escrito y oralmente usando la terminología y las técnicas adecuadas
<b>CE.14.</b> Capacidad de aplicar las tecnologías de la información y la comunicación en diferentes ámbitos de actuación
<b>CE.15.</b> Capacidad para seleccionar y gestionar información y documentación laboral
<b>CE.19.</b> Capacidad para aplicar técnicas y tomar decisiones en materia de gestión de recursos humanos (política retributiva, de selección...)
<b>ACADÉMICAS</b>
<b>CE.33.</b> Capacidad para interrelacionar las distintas disciplinas que configuran las relaciones laborales
<b>CE.34.</b> Comprender el carácter dinámico y cambiante de las relaciones laborales en el ámbito nacional e internacional
<b>CE.35.</b> Aplicar los conocimientos a la práctica
<b>CE.36.</b> Capacidad para comprender la relación entre procesos sociales y la dinámica de las relaciones laborales.

## **2.-INDUSTRIA 4.0: ROBOTIZACIÓN, DIGITALIZACIÓN.**

### **INDUSTRIA 4.0**

La evolución industrial y la introducción de estas tecnologías la podemos entender si analizamos cómo hemos llegado a lo que se denomina la industria 4.0, desde el comienzo de la era industrial. La incorporación de tecnologías digitales, y la automatización de procesos mediante el uso de robots y la inteligencia artificial están provocando esta rápida transformación industrial, apoyándose siempre en las anteriores revoluciones industriales:

La primera revolución industrial se produce en la mitad del siglo XVIII y en las primeras décadas del siglo XIX en Inglaterra. Fue un proceso de transformación económica social y tecnológica. El cambio más importante fue el paso de una economía basada en el trabajo manual a una economía dominada por la industria manufacturera. Este cambio se produjo por el uso del ferrocarril y de la máquina de vapor, usando como fuente principal de energía el carbón.

La segunda revolución industrial comienza a finales del siglo XIX, basada en la producción en masa, que se alcanza gracias al concepto de división de tareas y al uso de la energía eléctrica. En esta etapa de la revolución industrial aparecen innovaciones tecnológicas, científicas y sociales. En el ámbito laboral se producen modificaciones en la forma de organizar los trabajos, pasando a la automatización y la especialización laboral. Se desarrollan las primeras líneas de montaje y de producción en masa. Los avances más destacables fueron el motor de combustión, el teléfono y la radio. Las principales fuentes de energía son el gas y el petróleo. (Joyanes L., 2017)

La tercera revolución industrial se desarrolla en la segunda mitad del siglo XX y se basa en la transición hacia la energía renovable, el uso de la tecnología de Internet y en la transición hacia los vehículos de motor eléctrico. En esta revolución predominan las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC), la descentralización de la producción y la utilización de nuevas fuentes de energía, especialmente las renovables. La tecnología se caracterizó por la microelectrónica, los computadores, internet, la energía atómica y la energía renovable. En cuanto a la sociedad y economía, se caracterizó por la globalización de los medios de comunicación y un aumento demográfico y de consumo (Riftkin J., 2011).

La cuarta revolución industrial o “Industria Digital” surge como consecuencia de la digitalización. Esta revolución se ha entendido como la aplicación de la automatización, siendo los robots el foco en los procesos productivos. Se crean redes de producción digitales que permiten aumentar la producción y utilizar los recursos de manera más eficiente. Adoptar estas ventajas tecnológicas, permite incorporar la personalización de las características de cada producto para un cliente.

Esta industria 4.0 se caracteriza por el internet de las cosas, a través del cual se consigue mejorar el mantenimiento predictivo y prevenir los fallos en los equipos antes de que ocurran; otra característica es la conectividad y la automatización que consiste en que las máquinas pasan de la actividad programada a trabajar de manera autónoma y flexible (Berger, 2016).

A estos avances tecnológicos se unen otros, como la inteligencia artificial, los vehículos autónomos, las impresoras 3D y la nanotecnología.

#### *DEFINICION DE INDUSTRIA 4.0*

Se empieza a hablar de la Industria 4.0 en el año 2011, en el salón de la tecnología industrial de la Feria de Hannover. El gobierno alemán describió la industria 4.0 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” (Blanco, 2017).

El término se empezó a utilizar para describir las nuevas tendencias en la industria. En esta iniciativa trabajaron el Gobierno Federal Alemán, el mundo académico y las empresas germanas, con el objetivo de mejorar la producción de las industrias. La definieron como “un medio para aumentar la competitividad de la industria manufacturera (de fabricación) de Alemania a través de la creciente integración de los sistemas ciberfísicos en los procesos de fabricación”. (Joyanes L., 2017)

Las principales características de la industria 4.0, según Alzaga y Larreina son:

- La flexibilidad, entendida como capacidad de producir de forma personalizada
- La re-configurabilidad, entendida como capacidad de adaptación de forma rápida y económica a los cambios en el producto.
- La digitalización de los procesos, conectando e integrando las diferentes fases y medios del proceso productivo
- La “Smartización” de los procesos y medios para responder de forma inteligente. Esto significa aprender de experiencias previas y responder de forma autónoma a situaciones imprevistas.

A estas características de la industria 4.0, se unen un conjunto de tecnologías que se pueden agrupar en dos bloques, sistemas ciber-físicos, (Big Data, analítica predictiva, Cloud Computing) y robótica colaborativa (simulación, realidad aumentada, visión artificial, fabricación aditiva). (Alzaga y Larreina, 2016)

## **2.1.- CONCEPTOS DE ROBOTIZACIÓN Y DIGITALIZACIÓN.**

### **ROBOTIZACIÓN.**

La robotización hace referencia al uso de robots en la industria para realizar tareas que anteriormente eran realizadas por trabajadores. El objetivo principal es optimizar el tiempo y el esfuerzo empleado en esas tareas, aumentando la productividad, la calidad del producto y reduciendo los costos laborales. La automatización también permite una mayor precisión reduciendo el margen de error humano en los procesos, lo que se traduce en una mejora de la calidad del producto final.

El término "robot" fue acuñado en 1920 por el dramaturgo checo Karel Čapek en su obra "Rossum's Universal Robots". En esta obra, los robots son representados como máquinas que pueden realizar trabajos humanos.

La definición de "robot industrial" sería la de un "manipulador multipropósito reprogramable y controlado automáticamente, programable en tres o más ejes, que puede fijarse en su lugar o fijarse a una plataforma móvil para su uso en aplicaciones de automatización en un entorno industrial". (ISO 8373:2021)

La robótica es la disciplina que estudia la concepción, diseño, fabricación y aplicación de robots, siendo la tecnología robótica el conocimiento de aplicación práctica, comúnmente utilizado en el diseño de robots o sus sistemas de control, especialmente para elevar su grado de autonomía, mediante el uso de algoritmos de percepción, razonamiento y planificación. (ISO 8373:2021).

Los últimos avances tecnológicos han permitido transformar los robots industriales, reduciendo los costes de automatización y proporcionando nuevas habilidades de percepción, movimiento y aprendizaje. La robotización se encuentra en una etapa de desarrollo continuo, gracias a la evolución de la inteligencia artificial y la robótica avanzada.

Los robots son capaces de realizar tareas cada vez más complejas, y su utilización se ha extendido a una amplia variedad de industrias, como la medicina (trasplante de pulmón mediante el uso de



robots), la agricultura (uso de drones para el control de cultivos) o la logística (automatización en el almacén).

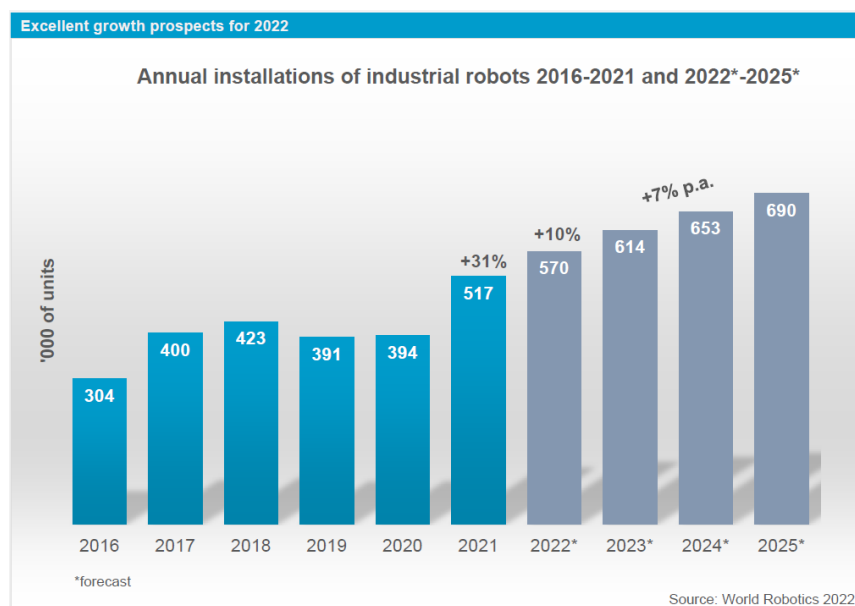
Los robots industriales han pasado de estar confinados en zonas a las que los trabajadores no podían acceder para garantizar su seguridad, a ser “compañeros de trabajo”, compartiendo espacios físicos. Los robots colaborativos o cobots son creados para interactuar físicamente con humanos en un entorno colaborativo de trabajo. Tienen que saber interpretar los deseos e intenciones de las personas y así poder complementarse y coordinarse. (Rodal, 2020).

Los cobots (robots colaborativos) también pueden ser móviles, a diferencia de los “robots industriales”, que tienen que trabajar en zonas aseguradas para los trabajadores, lo que plantea un reto para la prevención de riesgos, la seguridad y salud en el trabajo.

### **Informe mundial sobre robótica industrial 2022 de la Federación Internacional de Robótica.**

La Federación Internacional de Robótica (IFR) ha publicado su informe mundial 2022 sobre la robótica industrial. En 2021 se instalaron 517.000 nuevos robots en el mundo, llegando el número total de robots instalados en la industria a superar los 3 millones. Los suministros de robots industriales se expanden a gran velocidad, con una previsión de un aumento del 7% anual hasta 2025.

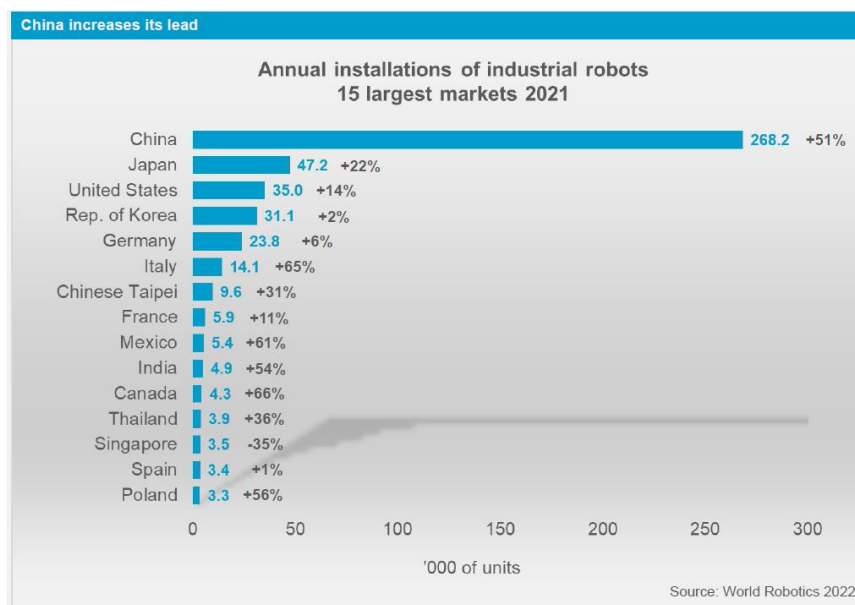
El número de robots colaborativos ha aumentado en un 50% con respecto a 2020, esto, unido al actual boom que está teniendo la inteligencia artificial, va a provocar el aumento del uso de este tipo de robots.



*Fuente de datos: International Federation of Robotics(IFR).*

Es interesante analizar que la instalación de robots está aumentando de forma considerable en China. Este país cuenta con más de la mitad de las unidades instaladas en el mundo, aumentando el número de robots instalados en un 51%. Esta tendencia indica el paso hacia la automatización de los procesos de producción para aumentar su competitividad.

La previsión en Asia es de crecimiento, y se habla de 448.000 robots en 2023, 484.000 en 2024 y 525.000 en 2025. Por el contrario, la tendencia en Europa y América es hacia una disminución progresiva del número de robots instalados.



*Fuente de datos: International Federation of Robotics(IFR).*

## Conclusiones del informe

- Determinantes del mercado de robots industriales a corto plazo.

La tendencia sobre la instalación de robots disminuye en América y Europa, debido a la alta inflación, el reforzamiento de la política monetaria y la desaceleración de la economía China. También, las tensiones geopolíticas derivadas de la guerra en Ucrania conducen a la incertidumbre.

Al mismo tiempo existen políticas que favorecen la introducción de robots en la industria, como los fondos NextGeneration, o el cambio en el tipo de producción de automóviles, pasando a la electrificación del 100% de los vehículos para 2035. Esto unido a la escasez de mano de obra en algunas economías desarrolladas, genera un clima propicio hacia la automatización de la producción.

- Las tendencias de mercado.
  - Relocalización y deslocalización cercana de la producción para asegurar las cadenas de suministro e incrementar la resiliencia y la flexibilidad (logística, política).
  - “Democratización” de la robótica; la robótica de bajo costo abre nuevos segmentos de clientes, la fácil configuración e instalación (soluciones listas para usar) y los nuevos canales de distribución.
  - Creciente demanda de productos altamente personalizados y la producción totalmente digitalizada desde la recepción de pedidos hasta la entrega.
  
- Tendencias tecnológicas.
  - Desarrollo sostenible: reducción de la huella de carbono de la producción.
  - Avances en tecnologías adyacentes.
  - Tecnologías de visión y conciencia espacial.
  - Nuevo software para una gama diversificada de tareas.
  - Inteligencia Artificial que ofrece nuevas aplicaciones.
  - Colaboración humano-robot en constante desarrollo con una ampliación de la gama de productos con mayores aplicaciones.
  
- Impulsor de crecimiento a largo plazo: Cambio demográfico

Las bajas tasas de natalidad (< 2,1 hijos por mujer en las economías desarrolladas), unido al envejecimiento de la población, las numerosas jubilaciones y la creciente necesidad de cuidado de ancianos en las principales economías, hace de esperar una escasez masiva de mano de obra.

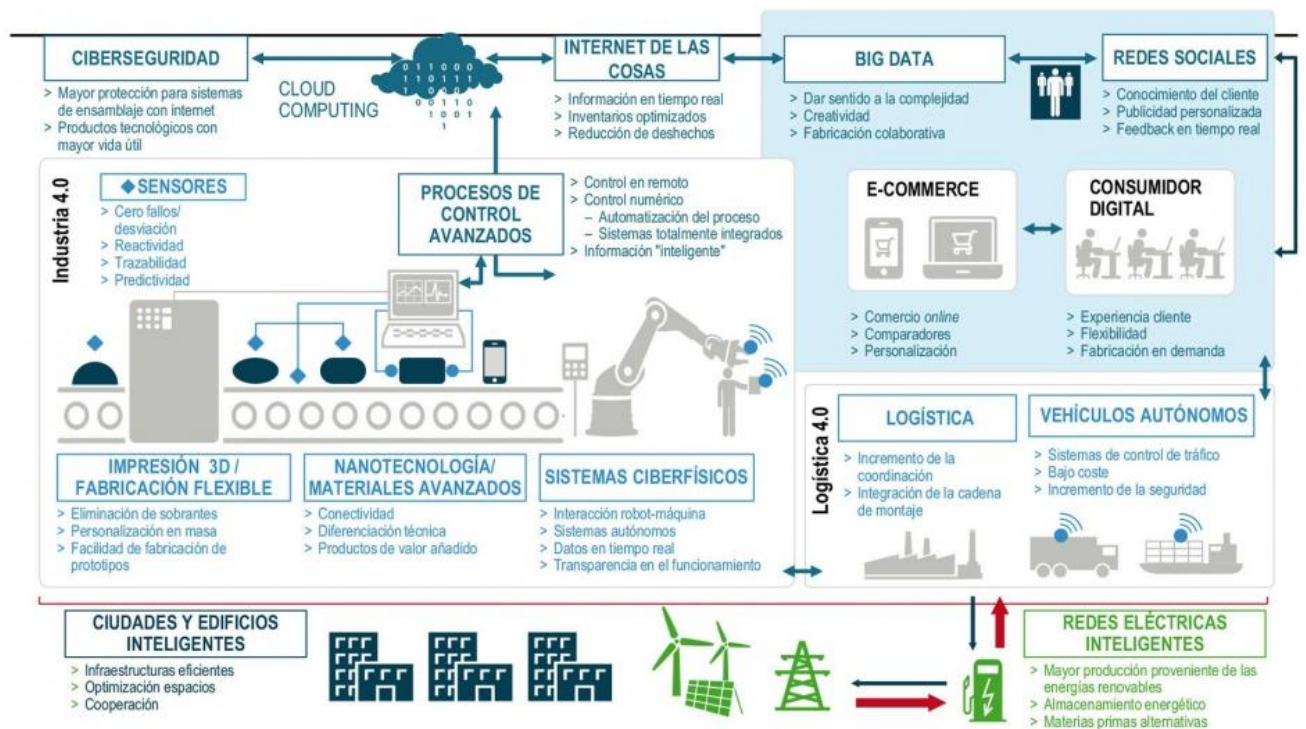
## **DIGITALIZACIÓN.**

La definición de digitalización industrial se puede entender si previamente se analiza lo que supone la digitalización en la economía.

El informe de la consultoría Ronald Berger para la empresa Siemens, ofrece una visión sobre la digitalización:

“La OCDE define la digitalización como una tecnología de utilidad general, que sirve de apoyo a todos los sectores de la economía. La transformación digital es la adaptación de las cadenas de valor de los distintos sectores de la economía a ese efecto disruptivo que comienza con el consumidor

digital. La transformación digital es la conexión integral de las distintas áreas de la economía y la manera en la que los agentes de cada sector se adaptarán a las nuevas condiciones que imperan en la economía digital.”

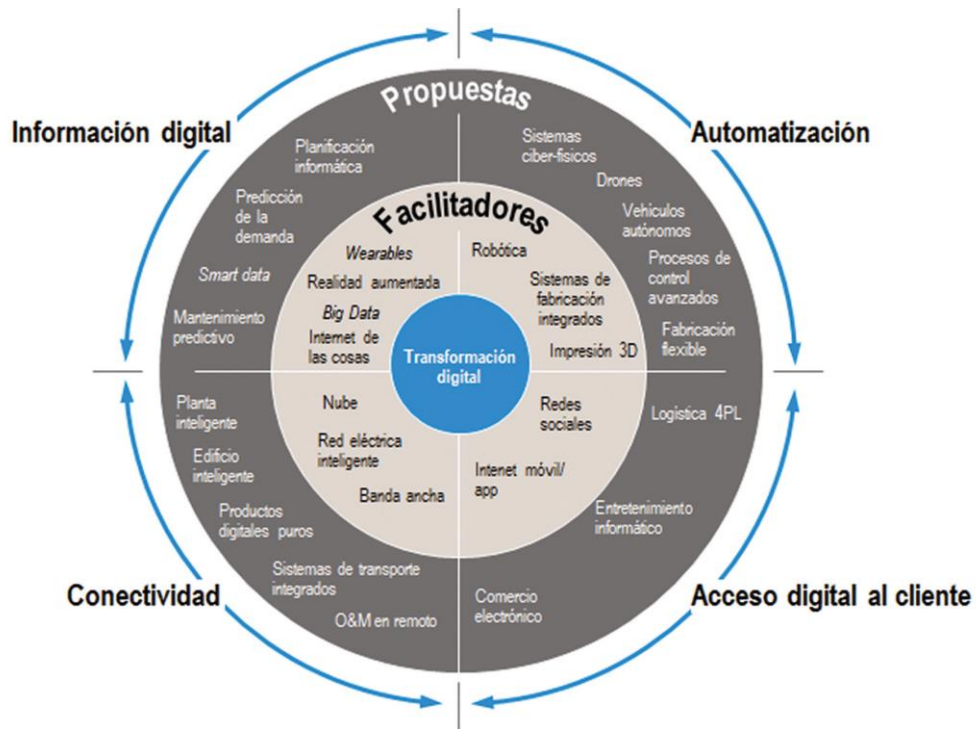


*Ejemplo de un ecosistema de digitalización. Fuente: Roland Berger.*

Según este informe, existen una serie de palancas o facilitadores para la transformación digital, que están redefiniendo modelos de negocio y reorganizando industrias enteras:

- **Información digital:** la captura, procesamiento y análisis de la información digital permite mejorar las predicciones y toma de decisiones. Supone tener información de todo el proceso productivo y su análisis para dar respuesta al mercado.
- **Automatización:** la combinación de tecnología tradicional e inteligencia artificial genera sistemas que pueden trabajar de forma autónoma y organizarse a sí mismos (reduciendo errores, actuando con más rapidez y recortando costes operativos. Permite ganar autonomía y facilita la flexibilidad productiva.
- **Conectividad:** la interconexión de toda la cadena de valor vía móvil o banda ancha permite sincronizar cadenas logísticas, acortar plazos de entrega y ciclos de innovación. La conectividad facilita la comunicación entre los procesos y miembros de la empresa dando mayor agilidad al proceso productivo.

➤ Acceso digital al cliente: internet (móvil y de alta velocidad) permite a nuevos intermediarios dirigirse a consumidores a los que pueden ofrecer transparencia total y nuevos servicios. Se trata de dar respuesta a la experiencia del cliente, debido al cambio en la forma de comprar y vender los productos. (Berger, 2016)



*Palancas propuestas y facilitadores de la transformación digital. Fuente: Roland Berger.*

El foco de la transformación digital ha estado muy ligado a la llamada Industria 4.0. Ésta se ha entendido como la aplicación a escala industrial de sistemas automatizados, con el foco puesto en los procesos productivos, la aparición de sistemas ciber-físicos y la interconexión de unidades productivas, consiguiendo crear redes de producción digitales que permiten acelerar la producción y utilizar los recursos de manera más eficiente.

La digitalización de la industria se podría definir como una transformación digital de la industria para aprovechar las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías, creando procesos industriales interconectados mediante la integración de dispositivos *IoT* (Internet de las cosas), tecnologías *cloud computing* (Computación en la nube), el uso del *big data* combinado con la Inteligencia artificial, ciencia de datos y *machine learning*. Estas tecnologías han conseguido una mayor flexibilidad e individualización de los procesos productivos. (Joyanes, 2017)

## **Digitalización en Europa.**

En 2016 se aprobó en el seno de la Comisión Europea el Dictamen del Comité Económico y Social Europeo sobre “La Industria 4.0, la transformación digital, y el camino a seguir en Europa”.

La Comisión Europea considera que la digitalización y la Industria 4.0 afectan profundamente a los modelos de negocio y a todo el entorno en el que operan actualmente las empresas, y considera urgente la transformación digital en la industria.

Las empresas europeas tienen que competir contra compañías de Estados Unidos o China, países donde existen importantes planes específicos para el fomento de la digitalización (Smart America y Made in China 2025). La Comisión Europea propone una serie de medidas para fomentar la digitalización:

- Impulsar el desarrollo tecnológico, la capacidad industrial y la captación de la inteligencia artificial en toda la economía.
- Prepararse para los cambios socioeconómicos que puede suponer la incorporación de la inteligencia artificial en el sector industrial.
- Asegurar un marco ético y legal adecuado vinculado con el uso de la inteligencia artificial.

La Comisión Europea en junio de 2019 publicó “A vision for the European industry until 2030”, en el documento expertos de alto nivel han diseñado las bases del que será el nuevo modelo industrial en Europa en 2030. En el informe se apuesta por un modelo industrial que conecte el progreso económico con los retos sociales y medioambientales. La industria europea será un líder mundial que proporcionará valor de forma responsable para la sociedad, el medioambiente y la economía, conectando el modelo industrial europeo con los desafíos medioambientales y sociales. (Rodal, 2020).

## **Digitalización en España**

España ocupa el puesto 24 entre los 25 países del mundo que están mejor preparados para afrontar esta cuarta revolución industrial según un estudio publicado por el Foro Económico Mundial.

Según el estudio de PwC, las empresas industriales españolas se pueden dividir en cuatro grupos en función de su nivel de digitalización. El 21 % de las compañías industriales españolas son digital novatas (se encuentran en una fase incipiente de digitalización), un 47 % son digital seguidoras digitales (cuentan con algunas áreas funcionales digitalizadas y conectadas), y un 27 % son digital o innovadoras. Tan solo un 5 % pueden considerarse como o digitalmente avanzadas. (PwC, 2018)

La Asociación Española de Normalización, UNE, ha desarrollado la especificación UNE 0061 (Industria 4.0. Sistema de gestión para la digitalización. Criterios para la evaluación de requisitos), donde se recogen los requisitos mínimos para poder considerar una empresa u organización como industria digital. La UNE 0061 establece un total de 92 requisitos clasificados en dos categorías: obligatorios (61) y valorables (31). Las empresas deben analizar periódicamente y con un enfoque de mejora continua la eficacia de la digitalización de sus actividades, procesos y productos, implantando acciones de mejora.

Además, las organizaciones deben utilizar tecnologías y técnicas que faciliten su transformación digital, como *data analytics* o *big data*, inteligencia artificial, Internet de las Cosas, *cloud computing* o fabricación aditiva, entre otras. (Rodal, 2020).

## **2.2.- TECNOLOGÍAS HABILITADORAS DE LA INDUSTRIA 4.0**

Se trata de tecnologías necesarias para realizar los procesos de automatización y robotización que propician la transformación digital de las industrias. Estas tecnologías habilitadas no tienen por qué estar presentes en todos los procesos de fabricación, cada industria debe elegir cuales pueden tener mayor impacto en sus procesos productivos, para mejorar los costes, la competitividad u optimizar los servicios.

### **Inteligencia Artificial**

“La inteligencia artificial se define como un software que es capaz de copiar las funciones cognitivas de los humanos para aprender y resolver problemas. La IA no aprende sola, hay que alimentar de datos e información a esa inteligencia artificial para que adquiera conocimiento y aprenda a discernir. La función del ser humano es fundamental a la hora de proporcionar esos datos a la inteligencia artificial y establecer en qué áreas o aspectos se va a centrar su aprendizaje.”

(Rodal, E. 2020)

Alan Turing es considerado el padre de la Inteligencia Artificial. En 1936, diseñó una máquina capaz de implementar cualquier cálculo que hubiera sido formalmente definido, pilar esencial para que un dispositivo pueda adaptarse a distintos escenarios y “razonamientos”. En 1950, Turing publicó “*Computing Machinery and Intelligence*” donde propuso el “Test de Turing”, uno de los grandes soportes de la actual inteligencia artificial.

El término IA fue acuñado formalmente en 1956 por los científicos John McCarthy, Marvin Minsky y Claude Shannon durante la conferencia de Dartmouth, para referirse a “la ciencia e ingenio de hacer máquinas inteligentes”, especialmente programas de cálculo inteligentes.

El auge de la inteligencia artificial se debe fundamentalmente a la mejora en las capacidades y la velocidad de computación de los procesadores y a la proliferación de los datos de dispositivos y máquinas interconectadas, que verifican su correcto funcionamiento.

El desarrollo de sistemas para el almacenamiento y gestión de datos (*cloud computing*), así como una mejora de la conectividad inalámbrica para enviar esos datos en tiempo real, unido al hecho de que las propias tecnologías de inteligencia artificial cada vez aprenden más rápido y son más eficaces en sus resultados, están provocando una gran expansión de su uso.

### **Tipos de inteligencia artificial**

La denominación de inteligencia artificial incluye diferentes tecnologías y procesos que varían en función de la complejidad de los algoritmos utilizados, el tipo de datos a interpretar y la forma en la que la IA adquiere sus conocimientos. Los tipos de inteligencia artificial relacionados con la industria son:

- *Machine learning*. Se centra en los sistemas de aprendizaje autónomos por parte de las máquinas. Son programas y software capaces de generalizar comportamientos a partir de una información suministrada (dato). Se introducen los datos y el sistema se encarga de validarlos, limpiarlos, enriquecerlos si fuese necesario, y se queda con la información más relevante. El algoritmo aprende de su experiencia y va mejorando sus decisiones. Cuantos más datos se le introduzcan, más inteligente se vuelve y aumenta su capacidad para tomar las decisiones oportunas que correspondan a cada caso. Los humanos tenemos que corregir de forma manual las desviaciones en esos datos ya que podemos detectar errores en serie. Gran parte de las aplicaciones de IA en el ámbito industrial están basadas en sistemas de este tipo.
- Los *bots* son programas informáticos que efectúan automáticamente tareas repetitivas, generalmente a través de Internet.



## Usos de la inteligencia artificial.

Los casos de uso de la Inteligencia Artificial en la industria 4.0 son innumerables, destacando mayoritariamente en las áreas de producción, calidad y logística. Algunos ejemplos son:

- **Mantenimiento predictivo:** utiliza análisis avanzado para determinar el estado de un activo o un conjunto de activos. El objetivo es predecir cuándo se debe realizar el mantenimiento. El mantenimiento predictivo generalmente combina varias lecturas de sensores y realiza análisis predictivos sobre miles de datos registrados.  
  
La técnica más avanzada para predecir la vida útil restante de un activo es el *Machine Learning*. Se pueden evitar averías anticipando la sustitución de piezas desgastadas en función del control constante de su estado.
- **Control de calidad mediante la Inspección Visual Automática.** Una cámara visualiza de forma autónoma el elemento en cuestión (piezas o productos fabricados, materias primas, etc.) en busca de fallos, desviaciones o defectos de calidad.
- **Optimización de las cadenas de suministro:** la previsión de la demanda en la gestión de las cadenas de suministro es clave. A través del análisis predictivo pueden optimizarse una gran variedad de tareas relacionadas con la gestión de inventarios como, por ejemplo, anticipar mejor los cambios en la demanda y en consecuencia ajustar de forma óptima los programas de producción.
- **Optimización de los procesos de fabricación:** la forma más habitual para optimizar procesos es el uso de máquinas autónomas capaces de replicar tareas monótonas (y sin valor añadido) en los procesos de fabricación. Antes de incorporar las máquinas o robots autónomos a estos procesos se les entrena con Inteligencia Artificial, principalmente con *Machine Learning*, hasta que alcanzan la precisión requerida para su función. Un ejemplo, es dotar a las máquinas y unidades de producción de la capacidad de «auto optimizarse», ajustando sus parámetros en tiempo real mediante un análisis y aprendizaje continuo a partir de sus datos generados (históricos y actuales). En el sector del metal utilizan la IA para que los hornos se ajusten de forma autónoma, identificando la temperatura más baja para trabajar, garantizando la calidad del proceso y a su vez consumiendo el mínimo de energía para ahorrar costes. En todos los entornos del sector industrial, los fabricantes pueden utilizar la Inteligencia Artificial para reducir costes, aumentar la velocidad y, por tanto, mejorar su productividad. Con la Inteligencia Artificial es posible afrontar complejidades de la

producción, como por ejemplo en la fabricación de productos personalizados para un cliente específico.

- Diseño automatizado de componentes o productos. Es la aplicación en I + D más habitual desarrollada con Inteligencia Artificial, que elabora de forma independiente una variedad de diseños diferenciados según un conjunto de parámetros o restricciones predefinidas. Los algoritmos exploran todas las soluciones posibles de diseño en base a unos objetivos o limitaciones definidas. Tras realizar estas pruebas, se selecciona el diseño óptimo.
- Gestión de datos automatizada: las industrias almacenan gran cantidad de datos en múltiples sistemas. Acceder a ellos, analizarlos, clasificarlos y gestionarlos de forma eficiente no es una tarea fácil. Por ello, el sector industrial está empezando a utilizar soluciones automatizadas de gestión de datos.
- Privacidad y ciberseguridad: son dos aspectos muy delicados para las empresas del sector industrial. Para la detección de amenazas cibernéticas, el control de la infraestructura y análisis del tráfico de red, entornos limitados de malware, etc. se utilizan soluciones desarrolladas con IA.
- Vigilancia y seguridad automatizada: la inteligencia artificial también es aplicada como medida de vigilancia para detectar posibles amenazas físicas en tiempo real, ya sea en las instalaciones donde pueden darse riesgos de seguridad o bien amenazas de seguridad física para los trabajadores. Sabemos que gran parte de los accidentes laborales se dan en el sector de la industria, por ello, un aspecto absolutamente prioritario es controlar el uso correcto de los equipos de protección. (ENAI, 2023)

### **Internet de las cosas (IoT)**

Internet de las Cosas o IoT (*Internet of Things*) alude a dispositivos capaces de captar y generar información sobre su entorno, sobre el funcionamiento de las máquinas o los procesos de fabricación y enviar esa información de forma inalámbrica en tiempo real sin intervención humana. En Industria 4.0 estos aparatos se identifican con sensores, PLC, *beacons*, sistemas SCADA, cámaras de videovigilancia, contadores inteligentes, sensores eléctricos de proceso para plantas o dispositivos de localización en tiempo real.

Hasta la llegada del Internet de las Cosas en la industria, las tecnologías de operación (máquinas de producción) no estaban conectadas a las tecnologías de información, sino que permanecían aisladas en la planta de producción y así protegidas de ataques del exterior. La digitalización de los procesos

y la llegada del Internet de las Cosas, estos dispositivos ya tienen una conexión con el exterior (a través de Internet u otras redes), surgiendo nuevos problemas que afrontar vinculados con la ciberseguridad.

El IoT es capaz de monitorear (temperaturas, movimientos, velocidad), controlar (encender o apagar dispositivos, enviar o recuperar información), optimizar (analizar la información y utilizar los recursos cuando sean estrictamente necesarios) y automatizar (actividades rutinarias).

El IoT describe objetos que pueden comunicarse a través de Internet. Los objetos van desde entradas de sensores hasta actuadores que controlan objetos físicos con nuevas interacciones que requieren avances en interfaces humanas y de máquinas.

### **La fabricación aditiva o impresión 3D**

La fabricación aditiva o impresión 3D es un proceso industrial utilizado en la fabricación de un objeto mediante la adición de capas de un material. A medida que ese material se va solidificando, se van añadiendo nuevas capas hasta que se crea todo el objeto. El objeto es previamente diseñado en un formato 3D digital de manera que permite producir objetos tridimensionales a partir de modelos virtuales facilitando crear prototipos o fabricar productos personalizados, pudiendo ser una producción descentralizada con las ventajas que conlleva.

Existen diferentes tipos de fabricación aditiva o impresión 3D en función de los materiales que se utilizan para fabricar los objetos (como filamentos termoplásticos, hilos y barras de metal, polvos, líquidos o resinas) y la manera de unir y compactar estos materiales (mediante calor, haz de luz, láser, soldadura o adhesivos entre otros).

### **Realidad aumentada, Realidad Virtual y Gemelo digital.**

La Realidad virtual o VR (*virtual reality*), consiste en la recreación virtual de un entorno y la posibilidad de visualizarlo, sea a través de una pantalla, monitor o mediante unos visores, gafas o cascos especiales. Pueden ser usados en la formación de trabajadores a para aprender el uso de diferentes máquinas, antes de un uso real.

La realidad aumentada o AR (*augmented reality*) consiste en diferentes capas de información que se superponen a la imagen real que estamos viendo, por lo que se nos muestra información adicional al mundo real. Algunos de los usos de la realidad aumentada pueden ser: formar

trabajadores o mantenimiento de máquinas. También permite desarrollar prototipos y maquetas a escala, extremadamente costosas si se fabrican en la realidad.

La posibilidad de incorporar en tiempo real información virtual a la información física disponible sobre cualquier elemento u objeto, crea un efecto mixto capaz de incrementar la percepción que disponemos de dicho elemento u objeto.

Un gemelo digital o *digital twin* es una réplica digital de activos físicos, procesos, espacios, sistemas y dispositivos que se pueden usar para varios propósitos. Por una parte, tenemos el sistema u objeto real y por otro una réplica virtual que contiene toda la información del sistema físico, basada en sus características técnicas y sus datos de funcionamiento. En el desarrollo de un gemelo digital intervienen diferentes tecnologías: los sensores y dispositivos IoT que captan los datos sobre su situación en el mundo real, la inteligencia artificial aplicada a analizar toda la información captada, la realidad virtual a la hora de recrear el entorno que estamos estudiando, y la realidad aumentada para disponer de información en tiempo real de distintos elementos o dispositivos.

Aunque los gemelos digitales aún están en su etapa incipiente, se calcula que su utilización estará generalizada dentro de cinco a diez años.

### ***Cloud computing***

El *cloud computing* o la computación en la nube es un conjunto de tecnologías que permiten el acceso remoto a software, a almacenamiento de archivos y a procesamiento de datos, generalmente por medio de Internet. Permite ejecutar diferentes tipos de programas sin la necesidad de instalarlos localmente en nuestros ordenadores o dispositivos móviles gracias a la conexión a la red. Cuando utilizamos un servicio basado en *cloud computing* tan solo tenemos que conectarnos al servidor, introducir un usuario y contraseña, y personalizar nuestro entorno de trabajo.

### ***Big data***

Consiste en la recolección, gestión y análisis a alta velocidad de grandes, dinámicos y heterogéneos volúmenes de datos generados por usuarios y máquinas, que debido a su tamaño y complejidad superan las capacidades de procesamiento de las herramientas de software tradicionales, por lo que requieren técnicas innovadoras para su procesamiento y tratamiento.

En concepto *data mining* está relacionado con el Big data y consiste en el proceso de identificación de toda la información que es relevante y es extraída de grandes cantidades de datos. El objetivo de esta extracción es descubrir patrones y tendencias estructurando la información que se ha obtenido de una manera que sea comprensible para su utilización. Reúne las ventajas de varias áreas como la inteligencia artificial, la estadística, las bases de datos, la computación gráfica y el procesamiento masivo. (Rodal, 2020)

### **2.3.- VENTAJAS E INCONVENIENTES DE ESTAS TECNOLOGÍAS**

#### **LA ROBOTIZACIÓN.**

Los robots industriales emparejados con la automatización de la inteligencia artificial y otras tecnologías de la industria 4.0, se han convertido en una parte imprescindible del proceso productivo de muchas industrias.

Los diseñadores de robótica pueden equipar los brazos robóticos con pinzas diseñadas a medida para sujetar objetos frágiles y levantar cargas pesadas simultáneamente. Los brazos robóticos se pueden equipar con casi cualquier herramienta para garantizar una precisión, velocidad y exactitud en el proceso productivo.

Si los brazos robóticos se equipan con diferentes sistemas de visión y sensores para facilitar la visualización de imágenes. La retroalimentación de la visión y los sensores puede funcionar en línea con la Inteligencia Artificial para tomar decisiones lógicas sobre el comportamiento de los brazos robóticos.

La robótica se ha convertido en una de las tecnologías más utilizadas en la actualidad para mejorar la eficiencia y la productividad en la industria. Al mismo tiempo la automatización de los procesos productivos tiene consecuencias en el mercado laboral.

Estas son algunas de las principales ventajas e inconvenientes de la robotización en la industria:

#### **Ventajas de la robotización.**

-Minimizar el riesgo potencial de lesiones repetitivas: al sustituir las tareas repetitivas mediante la automatización, la robótica industrial puede reducir las lesiones relacionadas con los movimientos físicos repetitivos.

-Aumento de la eficiencia y la productividad: los robots son capaces de realizar tareas repetitivas y monótonas con gran precisión y velocidad, reduciendo el tiempo necesario para completar ciertas

tareas, lo que aumenta la eficiencia y la productividad. Pueden trabajar 24 horas 7 días a la semana. No se cansan ni se distraen, lo que significa que pueden trabajar indefinidamente sin cometer errores ni necesitar descansos.

-Reducción de costos: la automatización reduce los costos de producción al reducir la necesidad de mano de obra humana y mejorar la eficiencia en la producción. La introducción de robots en los procesos de producción puede reducir el costo de mano de obra y aumentar la eficiencia y rentabilidad.

-Mejora de la calidad: Los robots pueden realizar tareas con una precisión y constancia que puede ser difícil de lograr para los trabajadores humanos. Esto puede mejorar significativamente la calidad del producto final y reducir el número de defectos. Los robots pueden realizar inspecciones y pruebas de calidad, lo que ayuda a detectar y corregir errores en el sistema productivo.

-Flexibilidad: Los robots pueden ser programados para realizar diferentes tareas y adaptarse a diferentes productos o situaciones, lo que significa que pueden ser utilizados en una variedad de industrias y en diferentes etapas de la cadena de producción. Esto puede permitir a las empresas adaptarse rápidamente a los cambios en la demanda del mercado o a la introducción de nuevos productos.

-Mejora de la seguridad: pueden ser utilizados para realizar tareas en ambientes peligrosos o insalubres sin poner en riesgo la salud y seguridad de los trabajadores.

Estos peligros no se eliminan por completo, ya que los propios robots pueden introducir peligros específicos por su propio funcionamiento. Hay debate sobre si la robótica ofrece más protección que riesgo. Cuando las operaciones se realizan en una zona "sin contacto", mejora especialmente la seguridad de los trabajadores.

-Mayor capacidad de monitoreo y análisis: pueden ser equipados con sensores y sistemas de monitoreo que les permiten recopilar datos en tiempo real sobre el rendimiento y la calidad de producción, lo que supone una toma de decisiones que optimiza la eficiencia y la calidad.

### **Inconvenientes de la robotización.**

-Impacto en el empleo: La introducción de robots en los procesos de producción puede llevar a la eliminación de ciertos puestos de trabajo que pasarían a ser realizados por máquinas. Esto supondría un impacto en el empleo y en la economía en general. Es posible crear nuevos puestos de trabajo en áreas como la programación y el mantenimiento de robots, labores que requieran habilidades diferentes a las de los trabajadores que perdieron sus trabajos debido a la robotización.

-Necesidad de capacitación: los trabajadores deben estar capacitados para trabajar junto a ellos y para utilizar nuevas tecnologías. Esto puede suponer una inversión en capacitación y desarrollo de habilidades.

-Costo de implementación: supone una inversión significativa en maquinaria y tecnología. Esto puede ser un desafío para las empresas más pequeñas o para aquellas con recursos limitados. La robotización en la industria puede ser costosa debido a la inversión inicial en la adquisición y configuración de los robots, así como en la formación y capacitación de los trabajadores para trabajar con ellos. Además, requieren mantenimiento y reparaciones periódicas, lo que aumenta aún más los costos a largo plazo.

-Seguridad: se presentan nuevos riesgos para la seguridad de los trabajadores. Es importante garantizar que se implementen medidas adecuadas para garantizar la seguridad de los trabajadores que trabajan junto a robots. Los robots pueden ser peligrosos si no se utilizan correctamente o si no se mantienen adecuadamente y se toman las medidas oportunas.

-Integración con sistemas existentes: pueden requerirse cambios en los sistemas y procesos existentes para garantizar una integración adecuada. Esto puede ser un desafío técnico y requerir una planificación cuidadosa.

- Fallos técnicos: Los robots pueden experimentar fallos técnicos, lo que puede interrumpir la producción y aumentar los costos de mantenimiento y reparación. También pueden requerir actualizaciones y mejoras periódicas para mantener su eficiencia y productividad.

- Dependencia tecnológica: La robotización en la industria puede generar una mayor dependencia de la tecnología y la automatización, lo que puede ser problemático si los robots no funcionan correctamente o si hay problemas en el suministro de energía o en la conectividad a internet.

- Impacto en el medio ambiente: el impacto en el medio ambiente puede ser negativo si los robots no están diseñados teniendo en cuenta los principios de sostenibilidad y eficiencia energética. Los robots pueden consumir grandes cantidades de energía y generar residuos y emisiones que contribuyen al cambio climático.

Es importante señalar que muchos de estos inconvenientes pueden ser mitigados o incluso eliminados si se toman las medidas adecuadas. Por ejemplo, la formación y capacitación adecuadas de los trabajadores puede reducir el riesgo de accidentes y lesiones, mientras que el diseño y la configuración adecuados de los robots pueden reducir su impacto en el medio ambiente y mejorar su adaptabilidad a cambios en la producción.

## **LA DIGITALIZACIÓN.**

La transformación digital es un proceso en constante evolución, ya que día a día sigue alimentándose de las últimas novedades tecnológicas para mejorar los procesos productivos.

Algunos de las ventajas e inconvenientes de la de digitalización son similares a los vistos en el caso de la robotización, pues derivan de los procesos de automatización de tareas, producidos por la unión de la robotización y de la transformación digital.

### **Ventajas de la digitalización.**

-Disponibilidad de información, permite a las empresas adaptar y optimizar sus procesos de acuerdo con diferentes criterios como el coste, la disponibilidad y el consumo de recursos.

-Aumento de la productividad y de la eficiencia.

-Reducción de errores o fallos, que deriva en una reducción de los costes.

-Agiliza la reacción a la demanda, respondiendo rápidamente ante cambios de demanda que requieran una rápida reprogramación de la producción.

-Cohesión interna en la empresa; la información es completa y está disponible en tiempo real.

-Nuevas oportunidades de negocio; los nuevos sistemas posibilitan la producción de nuevos productos o servicios que antes eran inviables para la industria.

-Ventaja competitiva. Aumento de la calidad de los productos, al mejorar los sistemas de control y calidad.

-Mejora de la capacidad de uso de los datos; la toma de decisiones basada en datos recopilados por herramientas tecnológicas es más profunda y rápida. Además, permite realizar previsiones y recomendaciones para el futuro.

### **Inconvenientes de la digitalización.**

-Ciberseguridad. Uno de los mayores problemas a los que se enfrenta la digitalización son los derivados de los ataques informáticos que pueden sufrir las industrias como consecuencia de la conectividad. Puede provocar desde la paralización del sistema productivo al robo de información sensible o datos valiosos para las empresas.

- Conectividad de banda ancha (5G). Necesidad de contar con unos buenos niveles, que permitan que la información fluya en tiempo real.

- Elevado desembolso económico en equipos y programas informáticos.



-Transformar a las personas. En la actualidad, la evolución tecnológica va más rápido que las personas. La digitalización de procesos implicará que muchas de las tareas que venían siendo desempeñadas por personas, pasen a ser realizadas por máquinas o robots. Esto no significa que vayan a destruirse puestos de trabajo, pero sí que implica una transformación.

Habrá una necesidad de nuevos perfiles, capacitados para gestionar las nuevas tecnologías. Será imprescindible la formación y cualificación de los empleados.

Modificación de los procesos internos actuales de las empresas; empleados y directivos tendrán que cambiar sus métodos actuales para adaptarse a la nueva realidad.

-Perdidas de puestos de trabajo. Igual que sucede con la robotización, la introducción de la digitalización puede hacer desaparecer algunos puestos de trabajo, o los puede transformar.

### **TECNOLOGÍAS HABILITADORAS**

Las tecnologías habilitadoras de la industria 4.0, aportan una serie de beneficios para el sistema productivo.

-Inteligencia artificial: cabe destacar el uso de la inteligencia artificial, actualmente muy presente en los medios de comunicación, a veces dando una visión optimista de sus capacidades.

Dentro de la inteligencia artificial existen aplicaciones como el mantenimiento predictivo, usado en las industrias de procesos, que puede prevenir o avisar acerca de las averías de los activos productivos. Estas averías pueden provocar grandes pérdidas de ventas en caso de rotura de los activos de producción.

Otro uso es aplicar inteligencia artificial al funcionamiento y mantenimiento de determinadas máquinas. Con datos sobre el funcionamiento de una máquina y, basándose en tablas históricas y otras variables, es capaz de ofrecer conclusiones sobre cuándo puede sufrir un problema o cuándo hay que llevar a cabo un mantenimiento (mantenimiento predictivo y proactivo).

El control de calidad por Inspección visual automática sería otro uso de la inteligencia artificial. Su principal beneficio es la reducción de costes en las plantas de fabricación, especialmente en la disminución en el volumen de productos defectuosos, que se traduce en grandes ahorros económicos. En estas aplicaciones, la tecnología no deja de aprender (*continual learning*), con lo que su rendimiento aumenta continuamente y se va perfeccionando a medida que es usada.

Asimismo, puede hablarse de vigilancia y seguridad automatizada por inteligencia artificial. Mediante la combinación de analítica avanzada y el aprendizaje automático aplicados al

procesamiento de imágenes, es posible detectar si los empleados están usando correctamente los equipos de protección, en tiempo real.

La inteligencia artificial aplicada en la industria parece amenazar al empleo, sin embargo, tal y como sucede con la robotización y la digitalización, existen informes en todos los sentidos.

-Fabricación aditiva o 3D. Entre sus ventajas cabe destacar la posibilidad de elaborar todo tipo de piezas. Posibilita crear geometrías muy complejas que hasta ahora era imposible fabricar mediante procesos tradicionales como el forjado y el mecanizado. La fabricación aditiva permite unificar conjuntos de piezas y fabricarlas en una sola pieza, limitando la necesidad de postprocesos o eliminando muchos ensamblajes y, por tanto, acortando los plazos de producción.

-Realidad aumentada. Usada en proyectos orientados a la formación de trabajadores y el mantenimiento de máquinas. En la formación permite ofrecer información sobre la función de los diferentes botones o actuadores de una máquina, que se pueden completar con manuales de funcionamiento. En lo referido al mantenimiento de máquinas, gracias a los visores, un experto puede guiar de forma remota a un operario en tareas de reparación o mantenimiento de una máquina desde cualquier parte del mundo.

-Gemelos digitales tienen infinidad de usos con grandes ventajas como:

- Mantenimiento predictivo y proactivo. Los gemelos digitales se emplearán para la predicción de fallos o errores antes de que ocurran. Gracias a la recopilación de datos e información, los gemelos digitales proporcionan a los fabricantes representaciones digitales de sus productos en tiempo real. Si una máquina se calienta, se para o falla, ese error se trasladará al entorno virtual con capacidad para predecir qué va a ocurrir a partir de ese momento si no se toman las medidas oportunas.
- Colaboración inteligente. Al implementar redes de inteligencia de activos, las empresas garantizan que los conocimientos recopilados a partir de datos de gemelos digitales se almacenan en un repositorio central. Los fabricantes pueden, a su vez, conectarse y compartir información sobre su funcionamiento con otras empresas asociadas para prevenir problemas
- Mejorar el rendimiento. Las redes de información ofrecen a los fabricantes la capacidad de corregir preventivamente los problemas actuales de los productos, y les ayudan a desarrollar

productos de mejor desempeño para el futuro. A través de gemelos digitales, las empresas tienen una comprensión visual, basada en datos, de cómo y por qué los productos fallaron. Con este análisis, tienen el poder de mejorar el rendimiento y el diseño del producto en el futuro.

- Simulación y prueba de productos. Es mucho más barato y eficaz desarrollar y testar productos desde el gemelo digital que hacerlo con el producto real, ya que se pueden crear infinitas copias del modelo virtual y probar diferentes escenarios con parámetros extremos.

-*Cloud computing*. La principal ventaja de esta tecnología es que elimina la necesidad en las empresas de tener que disponer de ordenadores para cada empleado, un espacio para los servidores, empleados de mantenimiento de la red, etc. La consecuencia directa de todo esto es que el gasto de la empresa se reduce considerablemente.

#### **2.4.- RIESGOS LABORALES ASOCIADOS A ESTOS PROCESOS: IMPACTO SOBRE LOS TRABAJADORES**

Las consecuencias derivadas del desarrollo tecnológico detectan como principales problemas para la seguridad y salud en el trabajo, los cambios en los métodos, procesos y organización del trabajo, el deterioro de la salud física, los riesgos ergonómicos y los problemas relativos a la interacción persona-máquina, dentro de cuyos efectos más significativos se encontraría, entre otros, el incremento de la carga cognitiva y psicológica en el trabajo. (González, 2021)

##### **Riesgos sobre la salud laboral**

La introducción de robots en la automatización de los procesos productivos provoca la aparición de riesgos para la salud de los trabajadores, si bien una Resolución del Parlamento Europeo, de 16 de febrero de 2017 constata el aspecto positivo de la robótica en relación con la salud y seguridad en el trabajo, dado que pueden mejorar las condiciones de trabajo, asumiendo los robots las tareas perjudiciales y peligrosas que desempeñan los trabajadores. (Dorna, 2018).

También es cierto que su uso conlleva ciertos riesgos. Estos son algunos:

- Peligro de instalación: la instalación incorrecta de un sistema robótico y el hecho de no tener en cuenta las medidas de comprobación constituyen riesgos potenciales y hacen que el entorno de trabajo sea peligroso.

- Peligro del sistema eléctrico. A medida que aumenta la interacción humana con los robots, también aumenta el riesgo de exposición a las corrientes eléctricas.
- Errores de control. Como las interferencias electromagnéticas y los fallos de software, pueden provocar movimientos involuntarios, imprecisos y contraproducentes del robot, que puede llevar a accidentes.
- Error humano. Los robots suelen eliminar el error humano del trabajo que se realiza. Pero si el error humano estuvo involucrado en la configuración robótica, tendrá un efecto indirecto en el trabajo que se realiza. Errores como un mal mantenimiento, una configuración incompleta y una programación redundante suelen crear accidentes robóticos.
- Peligro mecánico. Este tipo de peligro potencial también es inesperado, lo que hace que el entorno de trabajo sea más peligroso para el personal. La protección de las máquinas puede reducir los riesgos asociados a las piezas móviles de las máquinas. Pero con la robótica, aún pueden existir riesgos de golpeo, atrapamiento y otros similares.
- Peligro de acceso. En muchos casos, los trabajadores sin la debida autorización no conocen los parámetros de seguridad para entrar en la zona restringida y trabajar con los robots. La falta de formación o información crea desconocimiento sobre "cómo" colaborar con el robot, lo que a menudo conduce a incidentes graves.

### **Riesgos psicosociales.**

Uno de los problemas principales de la Industria 4.0 sería el aumento de riesgos psicosociales, derivados de una mayor carga mental y una mayor intensidad en los ritmos de ejecución.

La automatización y la robotización avanzada en los procesos productivos conllevan mayor aislamiento social y altas demandas cognitivas, pudiendo generar también estrés el uso de robots colaborativos, cuando el trabajador o trabajadora percibe que no tiene control sobre las operaciones, a lo que se añadiría la amenaza de desempleo por esta creciente automatización. (González, 2021)

Se produce entonces una reducción de las interacciones sociales en el trabajo y aparecen los riesgos de invasión a la privacidad. También surge la amenaza de perder el empleo por la robotización o mayores requerimientos de formación, lo que conjuntamente aumentaría las probabilidades de sufrir estrés laboral por los trabajadores.

La expansión de la Industria 4.0 vinculada a los entornos productivos, unido al mantenimiento preventivo y a las medidas de protección en los lugares de trabajo, aumentarán las interacciones persona-máquina y la complejidad en la organización del trabajo.

### **Riesgos sobre el mercado laboral**

La introducción de la robótica y la automatización en el ámbito laboral ha generado gran incertidumbre en cuanto a su impacto en el mercado laboral. Las habilidades tecnológicas de los robots y la automatización amenazan con reemplazar a los trabajadores en una variedad de sectores. Sin embargo, esto también puede abrir nuevas oportunidades de empleo en áreas relacionadas con la tecnología y la robótica.

Es importante que las empresas y los trabajadores se adapten a estos cambios y aprendan a utilizar la tecnología para mejorar su productividad y eficiencia evolucionando hacia el desarrollo de una fuerza laboral de cohabitación y cooperación.

Existe un debate sobre los efectos de la robotización y la digitalización en el trabajo, existen estudios como " *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?*" realizado por Carl Frey y Michael Osborne de la Universidad de Oxford en 2013, que estima que "el 47 por ciento del total del empleo de Estados Unidos se encuentra en la categoría de alto riesgo de automatización, lo que significa que las ocupaciones asociadas son potencialmente automatizables a lo largo de un número no especificado de años, probablemente una década o dos".

El informe de 2016 del World Economic Forum, "*The future of Jobs and Skills*" presentando en Davos, predijo para los próximos años la desaparición de 7,1 millones de empleos debido a la implantación de las tecnologías disruptivas que traería la cuarta revolución industrial, y especialmente la robótica, unida a la inteligencia artificial, al *big data* y el internet de las cosas.

También considera la creación de 2,1 millones de nuevos empleos en nuevos roles profesionales entre 2015 y 2020, debido a la automatización de tareas y la desaparición de intermediarios. Se habla de una pérdida de 5 millones de empleos para 2020, de los cuales dos tercios (4,76) se concentrarían en tareas de tipo administrativo y 1,61 millones en actividades productivas y manufactureras.

Davos llega a aventurar que la sociedad camina a un modelo 20-80 para su funcionamiento. El 20% de trabajadores cualificados serán suficientes para asegurar el control de las máquinas y procesos productivos, y el 80% restante de la población sólo tendrá acceso a empleos de bajísima cualificación, serviles, y en su mayoría se verá condenada al desempleo estructural.

Mckinsey Global Institute, elaboro un informe en 2017: *"A future that works: automation, employment and productivity"*. El estudio apunta que, en el peor de los escenarios, 800 millones de trabajadores serán sustituidos por robots en todo el mundo en 2030, la mitad en el caso de que el desarrollo tecnológico sea más lento. Al mismo tiempo, se indica que la inteligencia artificial y la robótica amenazan a 1,1 millones de trabajadores en el mundo, pero el ritmo de la automatización no podrá sustituir a los empleados tan rápido como auguran los pronósticos. Estas tecnologías se implantarán a medio plazo. Se prevé que la mitad de las actividades laborales de la actualidad podrían ser automatizadas para 2055.

Los argumentos que apuntan hacia las pérdidas de empleo se vienen repitiendo en medios de comunicación masiva y los resultados de diversos sondeos y barómetros de opinión, han sido asumidos por amplios grupos sociales, que temen los impactos de la nueva ola de automatización. Cerca de la mitad de las personas entrevistadas en España consideran que los procesos de robotización y de implantación de IA implican muchos riesgos, y temen por la sustitución de multitud de puestos de trabajo, que no serán recuperados con otros empleos.

También existen estudios en sentido contrario, indicando que aquellos países que tienen una mayor densidad de robots, por trabajador, generalmente tienen una menor tasa de desempleo, como es el caso de Japón o Corea del Sur.

Pasada ya casi una década desde el inicio de este debate, podemos sintetizar ya algunos argumentos que ponen en cuestión críticamente el fin del trabajo humano y del carácter inmediatamente disruptivo de las tecnologías de la Industria 4.0.: "El cambio tecnológico está simultáneamente reemplazando trabajos actuales y creando nuevos trabajos. No está eliminando trabajo totalmente". (Lahera, 2021)

## **Impacto sobre el sistema de protección social**

La industria 4.0 va a provocar rápidos cambios en los empleos y profesiones tradicionales y va a crear otros empleos que ahora desconocemos. Teniendo en cuenta algunos estudios que predicen la reducción de empleo, se generan dudas respecto a la viabilidad de los sistemas recaudatorios, tanto tributarios como de cotizaciones a la Seguridad Social, a corto y largo plazo (sostenibilidad del sistema público de las pensiones).

La destrucción de empleo provoca el aumento de las prestaciones por desempleo y una mayor dificultad a la hora de financiar las futuras pensiones de jubilación. Un dictamen del Comité Económico y Social Europeo se planteaba que “el fuerte incremento de las modalidades atípicas de empleo ocasionado por la digitalización implica que una parte cada vez mayor de la mano de obra dejará de contribuir y de beneficiarse de los sistemas establecidos de seguridad social, como los subsidios de desempleo, la sanidad pública y los seguros de pensiones...”.

El Parlamento Europeo pide a la Comisión que analice los posibles efectos y consecuencias en la viabilidad de los sistemas de Seguridad Social de los Estados miembros, ante el reto del envejecimiento de la población.

En el ámbito nacional, nuestro sistema de Seguridad Social se basa en un sistema de reparto y de prestación definida, en el que todos los trabajadores en activo tienen obligación de aportar para atender las pensiones y jubilaciones. Se rige por el principio de solidaridad, de manera que si descienden los ingresos del sistema de Seguridad Social deben de buscarse otras alternativas para su financiación. (Dorna,2018)

### **2.5.- ACCIONES PREVENTIVAS Y DE CORRECCIÓN**

En la medida en que algunas tecnologías habilitadoras de Industria 4.0 parten de un escenario de alegalidad o no regulación, una labor fundamental de las organizaciones y el sector tecnológico consistirá en orientar a los reguladores para que cambien o modifiquen las legislaciones oportunas. (Rodal, 2020)

## **Prevención en riesgos laborales**

Los robots utilizados en la industria deben tenerse en cuenta en los planes de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo (SST). Es importante realizar una evaluación de riesgos en cada proceso productivo.

Las mejores formas de reducir los incidentes con respecto a los robots industriales es dar prioridad a la formación en seguridad y seguir las normas de seguridad.

Para garantizar la seguridad de los trabajadores, se puede empezar por marcar claramente los espacios de trabajo y si es necesario, restringir el acceso mediante pantallas o vallas.

Los coordinadores de seguridad deben facilitar las protecciones, la formación adecuada e informar a los trabajadores sobre los espacios de trabajo y cómo trabajar con los robots.

En la seguridad de los robots industriales, el objetivo principal de los responsables de seguridad debe ser seguir las normas más relevantes de la OSHA (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo).

La prevención de riesgos laborales en el área de riesgos psicosociales deberá tener en cuenta aspectos relacionados con la gestión de la cooperación entre robots y humanos. Además, deberán considerarse los efectos de la robótica sobre la motivación y el bienestar de trabajadores.

## **Financiación del sistema de seguridad social.**

Ante una previsible falta de ingresos en el sistema la de Seguridad Social debido a la pérdida de puestos de trabajo, una opción podría ser el establecimiento de la obligación de las empresas a realizar aportaciones específicas al sistema de Seguridad Social. Ante estos planteamientos surgen dudas, como la definición del tipo de robots que debería de cotizar, ya que no todos los robots tienen el mismo impacto sobre el empleo en la empresa.

Otra alternativa sería establecer un tributo a las empresas que sustituyan a trabajadores por robots. Este razonamiento podría basarse en que el empresario, al emplear robots, pasa a tener más beneficios, debido a un aumento de la calidad de los productos y de la productividad y una disminución del gasto en salarios.

Sin embargo, surgen otros argumentos destacables; la robotización se implanta para mejorar la productividad, pero si se establecen gravámenes puede suponer un perjuicio para la innovación y el desarrollo tecnológico. (Dorna,2018)



## **Renta básica universal**

Los efectos de la robotización y la digitalización pueden provocar la desaparición del trabajo, pero al mismo tiempo tienen un efecto positivo sobre los beneficios extraordinarios conseguidos como consecuencia de un aumento de la productividad. Estos beneficios podrían ser destinados a una Renta Básica Universal. Esta solución planteada para realizar un reparto de la riqueza y permitir la subsistencia de las personas se define como “el pago por parte de la administración de una prestación monetaria a todos los ciudadanos, sin tener en cuenta su renta, su historial laboral o disponibilidad para el empleo, ni la composición de su hogar familiar”. Sería una prestación universal, individual e incondicional.

Todos los ciudadanos tendrían garantizado un umbral mínimo de ingresos, las actuales prestaciones asistenciales y no contributivas quedarían absorbidas por esta renta básica. (Noguera, 2014)

## **Reducción de jornada laboral**

La reducción de la jornada de trabajo de carácter estructural se deriva de varios factores como el aumento de la productividad, del desempleo estructural y las mejoras de las condiciones de trabajo. Se refiere a la disminución de las horas de trabajo en la jornada y la semana laboral.

La reducción de la jornada de trabajo, entendida como una forma de distribución de la renta, un elemento de bienestar social y también como reparto de la escasez de trabajo asalariado, consecuencia del incremento de la productividad y de altas tasas de desempleo, ha sido uno de los éxitos y demanda tradicional de la izquierda política y del movimiento obrero, que se materializó en la jornada de ocho horas. Se opone a la flexibilización del mercado de trabajo, propuesta tradicional de la derecha política.

El debate sobre la reducción de la jornada laboral afecta a gobiernos, empresas y trabajadores en todo el mundo ante los problemas de empleo, productividad, conciliación, salud y ecología.

## **Formación continua**

En la Resolución del Parlamento Europeo, de 16 de febrero de 2017, se insta a la Comisión para que preste apoyo en el desarrollo de las competencias digitales de los trabajadores, con el objetivo de mejorar la adaptación a la nueva situación laboral. La formación o conocimientos adquiridos en los

centros escolares no es suficiente, debido a que la velocidad de las nuevas tecnologías es muy rápida y, por tanto, el aprendizaje es continuo a lo largo de toda la vida. (Dorna,2018)

Uno de los principales desafíos de nuestra época consiste en determinar la forma de abordar el hecho de que no disponer de ciertas competencias digitales podría dejar fuera del mercado laboral a muchas personas. Los estamentos políticos, administraciones, el sector empresarial, los sindicatos, las organizaciones sin ánimo de lucro, los centros educativos y el sector público, deberían aunar esfuerzos para minimizar este impacto y tomar medidas correctoras.

El Foro Económico Mundial estima que para 2022 más de la mitad de los trabajadores tendrán que volver a capacitarse o aumentar su capacitación. El principal obstáculo, como advierte la OCDE en el informe *How's Life in the Digital Age? Opportunities and Risks of the Digital Transformation for People's Well-being*, supondría que en España, solo el 32 % de los trabajadores por cuenta propia, el 45 % de los temporales, y el 56 % de los empleados indefinidos y a tiempo completo participan en algún tipo de formación relacionada con adquirir nuevas competencias en materias vinculadas con la digitalización.

Los retos de la formación vinculados con el manejo de máquinas o la comprensión de procesos se pueden afrontar, como ya hemos visto, a través de herramientas de realidad virtual, realidad aumentada o sistemas de gamificación.

El sector industrial español necesitará 3,5 millones de profesionales especializados hasta 2025, según un estudio de Randstad. Tres millones corresponden a puestos para reemplazar a profesionales jubilados y medio millón a nuevas oportunidades laborales derivadas de las nuevas tecnologías. Este informe también revela que en 2020 en España faltarán 1,9 millones de profesionales altamente cualificados, coincidiendo con un alto nivel de desempleo en perfiles de menor formación académica o especializaciones con menores salidas profesionales.

Se deben fomentar las vocaciones STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) llevando a las aulas experiencias vinculadas con el uso de herramientas tecnológicas, como programación, robótica sencilla (*first lego league*), impresión 3D, campamentos tecnológicos, etc.

La escasa presencia de las mujeres en este tipo de carreras o grados puede estar relacionado con el hecho de que únicamente el 15 % de los empleos relacionados con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) están ocupados por mujeres en Europa.

Los centros educativos y de formación deben ser capaces de prever el futuro y adaptar el sistema educativo para formar los nuevos perfiles que la industria va a demandar en los próximos años.

Los rápidos cambios en el mundo tecnológico van a provocar que los puestos de trabajo relacionados con las nuevas tecnologías demanden un proceso constante de formación y adaptación a las nuevas necesidades laborales.

El Foro Económico Mundial declara en el informe *¿Cuáles son las habilidades que todos los estudiantes necesitan para el 2020?*, que las habilidades del futuro son la resolución de problemas complejos, el pensamiento crítico, la creatividad, la gestión de personas, la capacidad de coordinación con otros, la inteligencia emocional, la capacidad de juicio y toma de decisiones, las habilidades para orientar y negociar, y la flexibilidad cognitiva. Todas ellas son cualidades innatas de los seres humanos, que se antepone a tecnologías como la inteligencia artificial o la robótica. (Rodal, 2020)<sup>3</sup>.-LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

### **3.1.- ROBOTIZACIÓN Y DIGITALIZACIÓN EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ**

El sector automotriz suele tener trabajos pesados o peligrosos; la producción requiere un alto grado de precisión y estandarización máxima. La mayor automatización de los procesos de fabricación evita los fallos causados por la imprecisión generada por la mano de obra.

La robotización en la industria de la automoción se utiliza para realizar tareas repetitivas y peligrosas, lo que aumenta la eficiencia y la precisión de la producción. Los robots pueden ser utilizados para estampar piezas, soldarlas, pintar carrocerías o para la carga y descarga de materiales en la línea de producción. La robotización unida a la digitalización permite reducir los costos de producción y mejorar la calidad de los productos finales, permitiendo una trazabilidad y control de todo el proceso de fabricación.

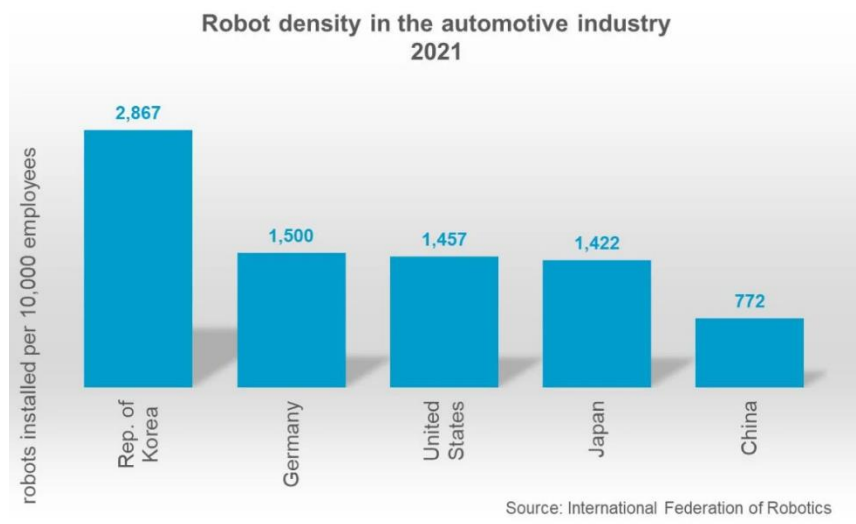
La industria automotriz es pionera en automatización, tiene la mayor cantidad de robots que trabajan en fábricas de todo el mundo, un millón de unidades en 2023. Esto representa alrededor de un tercio del número total de robots instalados en todas las industrias. Los robots son importantes en la transición que se va a producir en esta industria, de los motores de combustión a la energía eléctrica.

La densidad de robots en automoción es un indicador del nivel actual de automatización en las principales economías productoras de automóviles: en la República de Corea, 2.867 robots industriales por cada 10.000 empleados estaban en funcionamiento en 2021. Alemania ocupa el

segundo lugar con 1.500 unidades, seguida por Estados Unidos, que cuenta con 1.457 unidades y Japón con 1.422 unidades por cada 10.000 trabajadores.

El mayor fabricante de automóviles del mundo, China, tiene una densidad de robots de 772 unidades, pero se está poniendo al día rápidamente: en un año, las nuevas instalaciones de robots en la industria automotriz china casi se duplicaron y pasaron a 61 598 unidades en 2021, lo que representa el 52 % de la total 119.405 unidades instaladas en fábricas de todo el mundo. (IFR)

Las ventas de robots en el mercado español dependen en gran medida de la industria automovilística, siendo España el segundo mayor fabricante de vehículos en los últimos años, solo por detrás de Alemania. La densidad de robots en este sector se considera alta (1.051 robots instalados por cada 10.000 empleados en 2016). (Rodal,2020)



*Fuente de datos: International Federation of Robotics(IFR).*

### **Automatización de la producción de vehículos eléctricos**

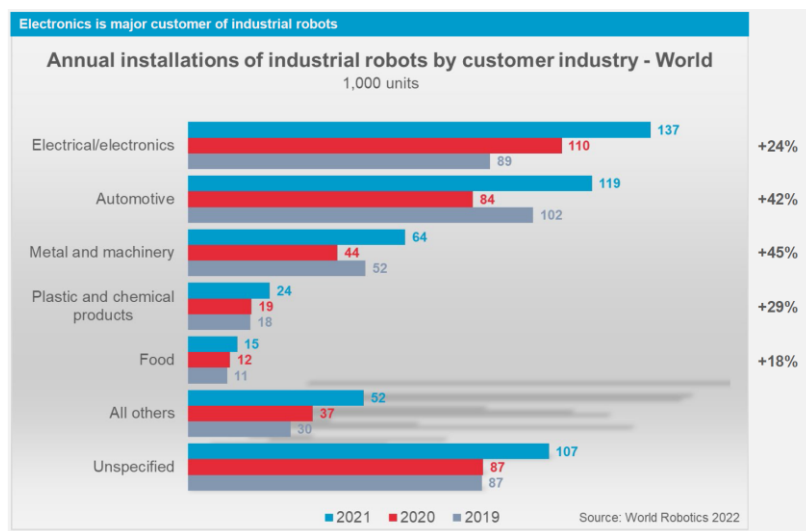
Los objetivos políticos con respecto a la contaminación están obligando a la industria automotriz a realizar un cambio en su sistema productivo, por lo tanto, a realizar inversiones para adaptar las factorías al nuevo tipo de vehículos eléctricos.

La Unión Europea ha anunciado planes para poner fin a la venta de vehículos que contaminan el aire para 2035. El gobierno de Estados Unidos habla de 2030. Todos los vehículos nuevos vendidos en China deben estar propulsados por “nueva energía” para 2035. La mitad de ellos deben ser eléctricos, de pila de combustible o híbridos enchufables; el 50 % restante, vehículos híbridos.

La inversión de los fabricantes había sido mayoritariamente en robots industriales. Actualmente también están invirtiendo en aplicaciones colaborativas, *cobots*, para el ensamblaje final y las tareas de acabado.

Los proveedores de repuestos para automóviles de segundo nivel, muchos de los cuales son PYME, tardan más en automatizar sus procesos, pero la evolución de los robots más fáciles de programar, menos costosos y de tamaño más reducido los hace más accesibles a estas empresas.

En el informe de 2022 de la *International Federation of Robotics* (IFR) se puede observar que los suministros de robots industriales han aumentado en un 42 % con respecto a 2020, año en el que la instalación de robots se vio frenada por los efectos de la pandemia COVID 19. Tradicionalmente la industria de la automoción era la que mayor número de robots instalaba, pero en la actualidad procesos como la miniaturización hacen que empresas relacionadas con la electrónica hayan aumentado su demanda.



Fuente de datos: *International Federation of Robotics*(IFR).

Es importante destacar que la robotización y la digitalización no solo se limitan a la producción de automóviles. También se utilizan en otras áreas de la industria automotriz como en la logística, el monitoreo en tiempo real de la producción, el análisis de datos de fabricación, la comunicación entre los equipos de producción y de diseño, la gestión de inventarios, etc.

### 3.2.- EFECTOS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

#### Impacto de la transformación digital en la industria automotriz

El ciclo de vida promedio de un vehículo solía ser de ocho años, mientras que hoy en día los fabricantes cambian y modifican sus modelos en un espacio de 3 años. Las tecnologías digitales en los vehículos representan al menos el 50% del valor total de un vehículo.

En los automóviles actuales ha aumentado el uso de software y hardware, siendo mayor la funcionalidad de un automóvil y su complejidad.

Hay aspectos que contribuyen a acelerar el proceso de digitalización del sector de la automoción, como la conectividad del conductor, los servicios basados en la localización y el tipo de conductor en función de sus gustos y preferencias, característica que no existía hace 20 años.

La digitalización trae mejoras significativas a la cadena de valor al aumentar la eficiencia, reducir los costos y generar una mayor colaboración e innovación.

Los servicios de mantenimiento en el sector de la automoción, que proporcionan mantenimiento predictivo, son sistemas de diagnóstico que necesitan de digitalización para permitir que los componentes inteligentes y la conectividad permitan que ciertos componentes envíen una señal cuando necesitan mantenimiento o reemplazo. La transformación digital en el mercado postventa facilita las actualizaciones tanto de hardware como de software, pero los fabricantes y proveedores deben hacer que sus sistemas sean compatibles.

Es necesario invertir en medidas adecuadas para la adaptación a la transformación digital, y los fabricantes acabarán teniendo mayores beneficios, productividad y competitividad. (Llopis-Albert, 2021)

Algunos efectos de la digitalización en la industria de la automoción son:

- **Fabricación cero defectos (*zero defect manufacturing*).** Una de las principales aspiraciones de la Industria 4.0. En sectores tan críticos como la automoción se requiere una mayor supervisión de cada una de las piezas y componentes que forman parte de los motores u otros elementos vitales que producen y que montan. Gran parte de las inversiones en I + D + i de este tipo de compañías están destinadas a erradicar el riesgo de posibles fallos de sus componentes más importantes. Se trata de supervisar todo lo que ocurre durante el proceso productivo: desde el diseño, corte de piezas, mecanizado, soldado y montaje. Si se ha cometido un error durante las primeras fases de producción, terminará afectando a las últimas.

- La servitización: se basa en la posibilidad de ofrecer servicios añadidos a los clientes gracias a la información que proporciona el producto vendido. El automóvil o vehículo que se comercializa proporciona datos sobre su funcionamiento y éstos llegan al fabricante en tiempo real. La información se recoge a través de sensores dotados de conectividad instalados en los vehículos. Estos modelos de servitización permiten conseguir ingresos añadidos ofreciendo nuevos servicios a los clientes aparte de la venta del propio vehículo. La relación comercial no queda únicamente supeditada a la compra de un producto.
- Ciberseguridad. Quizás sea uno de los mayores desafíos a los que se enfrentan las industrias de la automoción. La introducción de la digitalización en los procesos de producción hace que las máquinas de producción que antes tenían una conexión local dentro de la fábrica, ahora estén conectadas al exterior, con los riesgos que ello conlleva en cuanto a robos de información, ataques a los programas de softwares, etc.

#### **4.-EL CASO DE VOLKSWAGEN NAVARRA**

##### **4.1.- DATOS DE SITUACIÓN VOLKSWAGEN NAVARRA**

###### **Historia de VW Navarra.**

La historia de esta planta se remonta a 1960, cuando la empresa cántabra Nueva Montaña Quijano (a partir de ahora, NMQ), de Corrales de Buelna, junto a British Motor Corporation se asocian para llevar a cabo la producción de coches con la marca AUTHI (Automóviles de Turismo Hispano Ingleses S.A.). Desde 1967 comenzaron a producir los primeros Morris y MG 1100. El proceso de fabricación contaba con la chapa traída de Inglaterra, los suministros de las piezas con mayor valor –como los motores, cajas de cambios y transmisiones– procedían de la fábrica de NMQ en Corrales de Buelna (Cantabria) y otras piezas más pequeñas de fábricas de Barcelona. Tras un incendio en 1974 y los efectos de la crisis del petróleo en la década de 1970, AUTHI echa el cierre una década después de su apertura.

En 1975, la marca Seat (Sociedad Española de Automóviles de Turismo) y Fiat (Fábrica Italiana Automobili Torino) –la cual era accionista de la marca española–, se instalan en Navarra, comprando a AUTHI. Un año más tarde, la fábrica comenzó a producir el modelo Seat 124, posteriormente el Lancia Y en la década de los ochenta, el conocido Seat Panda.

A finales de esta misma década, las relaciones entre ambas empresas comenzaron a deteriorarse. El socio italiano de Seat decidió vender sus participaciones al Instituto Nacional de Industria ante la elevada deuda que presentaba la marca española. En 1983 se alcanzó un acuerdo con Volkswagen AG y Seat se convirtió en la tercera marca independiente del Grupo. En 1984, la planta de Landaben comenzó a producir el modelo Polo Volkswagen. En 1989 se implanta el sistema de suministro “*just in time*”.

En diciembre de 1993 la planta se desvinculó de la marca Seat, constituyéndose la Fábrica Navarra de Automóviles S.A. y un año más tarde, en diciembre de 1994, pasó a convertirse en Volkswagen Navarra S.A.

Dentro de la planta hubo cambios importantes en el diseño de nuevos materiales, la mecanización y robotización de varias partes de la cadena, la construcción de dos vías de montaje gemelas o la implantación del MOP (modelo de organización productiva).

Las transformaciones más significativas, no sólo para la empresa sino a nivel regional, fue la creación del parque de proveedores en 1998. Volkswagen Navarra comenzó a externalizar y fragmentar varias partes del proceso hasta convertirse en una planta básicamente ensambladora. La constitución de un parque de proveedores orbitando alrededor de ésta supuso la consolidación de un nuevo modelo productivo, donde la cadena de montaje pasó de estar centralizada en una fábrica. En 2011 se inició una segunda línea productiva de montaje de derivados del Polo, como GTI, los coches bifuel o los de techo descapotable. Esta nueva inversión permitió aumentar la capacidad productiva de la planta en 363 coches al día.

El Polo A07 comienza a producirse en 2017 y la adjudicación de un segundo modelo SUV, el Volkswagen T-Cross en 2018, llevó consigo un plan de inversión de 900 millones hasta 2019, destinados a cambios en las instalaciones, nuevas tecnologías y robótica, así como para la implantación de la Plataforma MQB.

En septiembre de 2021 comienza la producción en serie de un tercer modelo: el Volkswagen Taigo. (Ruiz-Gálvez, 2018)

Actualmente VW Navarra se encuentra inmersa en un proceso de cambio del tipo de vehículos a fabricar en el futuro.

El Gobierno foral acordó el 15 de febrero de 2023 declarar de interés Foral el proyecto de Volkswagen Navarra para la fabricación a partir de 2026 de dos modelos de vehículos 100% eléctricos. Requerirá una inversión que ha estimado en 1.024 millones de euros entre este año y



2027. Fabricará dos pequeños SUV, siglas en inglés de los vehículos utilitarios deportivos, de las marcas Volkswagen y Skoda.

### En números...

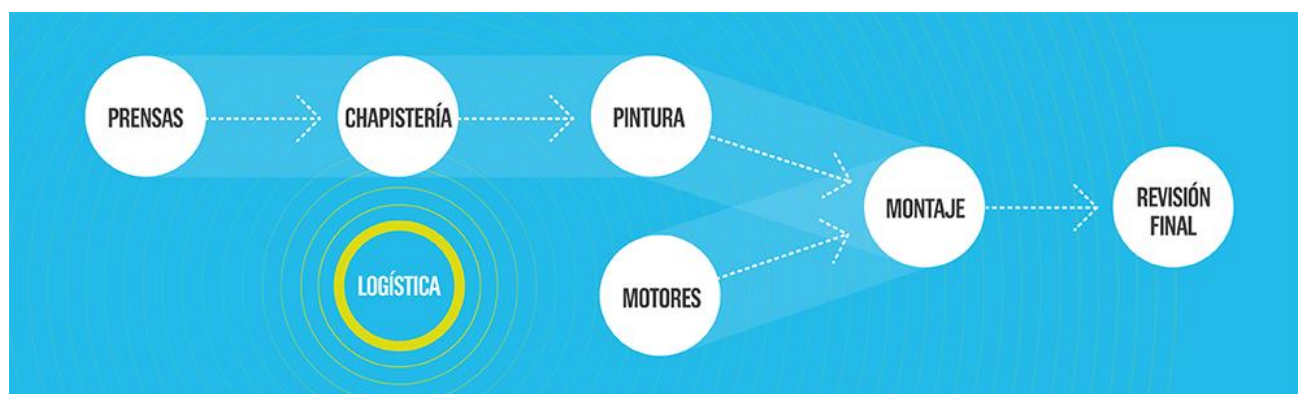
La producción acumulada en 2022 se situó en 288.088 vehículos, un 30% más que en 2021. Del total de coches fabricados, 154.151 fueron Volkswagen T-Cross, 96.991 Volkswagen Taigo y 36.946 Volkswagen Polo. Más del 90% de los coches producidos han sido exportados, principalmente a Alemania, Italia y Francia.

El pasado 4 de mayo de 2021, se alcanzaron 9.000.000 unidades de vehículos fabricados en esta planta. Cada 55 segundos sale un coche de la línea de producción y se producen 1438 coches al día. En fabricar un VW Polo se emplean 13.9 horas. El número de trabajadores en VW Navarra en 2021 era de 4625. Las instalaciones de la factoría ocupan una extensión de 1.630.199 m<sup>2</sup>. (vw-navarra.es)

## 4.2.- ROBOTIZACIÓN Y DIGITALIZACIÓN EN VOLKSWAGEN NAVARRA

En la factoría de VW Navarra parte de los procesos están automatizados mediante robots, AGV, o se han digitalizado para mejorar la calidad y la eficiencia.

Los procesos de producción que tienen introducidas algunas tecnologías relacionadas con la industria 4.0, se analizarán a continuación.



Esquema proceso productivo (www.vw-navarra.es)

-El taller de prensas de Volkswagen Navarra comenzó a trabajar en el año 1994 con la fabricación del Polo A03. En esta nave se inicia el proceso de producción con la estampación de las piezas de las carrocerías. La materia prima son los desarrollos de chapas con recubrimiento de zinc. Las prensas

son alimentadas automáticamente y la pieza estampada es recogida por un sistema de transferencia por las distintas estaciones de trabajo hasta depositarla en una cinta de salida. En esta cinta de control unos trabajadores revisan las piezas según las pautas establecidas.

- En el taller de chapistería se unen las piezas procedentes de las Prensas y de otros proveedores externos para formar las carrocerías de los vehículos. La actividad en este taller se caracteriza por su alto grado de automatización: más de 700 robots realizan aproximadamente el 95% del trabajo. Se utilizan distintos métodos de unión de las piezas que forman parte de la carrocería del vehículo, como son la soldadura por puntos y soldadura laser. Todas las piezas en su gran mayoría son manipuladas por robots. La colocación de puertas, capot, portón y aletas se realiza mediante manipuladores de geometría con equilibrado automático, con la línea en movimiento y sobre bandas de acompañamiento. Una vez montados todos los elementos, la carrocería pasa por la línea "finish" para realizar los ajustes necesarios y el control de calidad.

-El proceso de pintura aplica el "Proceso 2010", que se diferencia del proceso convencional por no tener imprimación y ser con base al agua. Los procesos de tratamiento, cataforesis, aplicaciones de masillas, lacas color y barniz están robotizados. Al final de la línea se realiza un control de calidad que está automatizado.

-En el taller de motores se incorporan los medios necesarios para montar todo el conjunto motopropulsor y el almacén secuenciador. También se monta el guarnecido de las puertas.

- En el taller de montaje se completa el vehículo, añadiendo a la carrocería ya pintada los componentes exteriores e interiores elegidos por el cliente. Esta parte del proceso se realiza en gran medida de manera manual, si bien algunos procesos de montaje esta automatizados, como por ejemplo el pegado de las lunas.

### **Fabricación de vehículos eficientes de la manera más eficiente (*Think Blue Factory*)**

Una línea estrategia de la factoría es producir vehículos cada vez más eficientes y que procedan de una producción eficiente. Para 2025 pretende reducir en un 45% el consumo de energía y agua por cada coche fabricado, la generación de residuos no recuperables y las emisiones de disolventes y CO<sub>2</sub>.

Para poder llevar a cabo esta estrategia el programa tiene cinco pilares:

- 1.- Metodología de medición estandarizada: medición regularmente de sus resultados sobre la base de cinco indicadores medioambientales, el consumo energético, las emisiones de CO<sub>2</sub>, el consumo de agua, los residuos no reciclables y la emisión de disolventes, con la finalidad de reducirlos un 25%.
- 2.- Implantación sistemática: reorientación sistemática de su estrategia ecológica utilizando métodos comunes y planes de desarrollo individuales para cada fábrica del grupo en función de sus particularidades.
- 3.- Tecnología: desarrollo de innovaciones y tecnologías para optimizar procesos. Para poder aplicar los últimos avances en materia ecológica, se sigue un proceso de innovación integral y se invierte intensamente en I+D.
- 4.- Interconexión entre plantas productivas: *Think Blue Factory*. Es un proyecto colectivo que ha sido elaborado conjuntamente y que se implanta en las plantas productivas de vehículos y componentes de Volkswagen de todo el mundo. Uno de los principales instrumentos para fomentar la transferencia de conocimientos entre fábricas es el catálogo de medidas.
- 5.- Colaboradores: es necesario que trabajadores y colaboradores se involucren para garantizar el éxito del proyecto.

### **Volkswagen Academy Navarra**

Se trata de una de las principales líneas de actuación Volkswagen Navarra. Trata de promover, a través de la formación, el desarrollo profesional, y personal, de sus empleados.

Parte de la idea de que la formación continua de los trabajadores es necesaria para contribuir así a la competitividad de la compañía. Trata de dar respuesta a las necesidades formativas de las diferentes áreas, procurando una rápida respuesta a las innovaciones.

Se pretende que el programa de Formación Profesional Dual constituya la principal vía de entrada del personal técnico. Otro objetivo es atraer a los mejores alumnos universitarios y de Formación Profesional para la realización de prácticas, contribuyendo a su formación y desarrollo y poder incorporar su talento a Volkswagen Navarra.

Volkswagen Academy Navarra dispone de más de 3.200 m<sup>2</sup> de superficie, de los cuales 1.600 m<sup>2</sup> corresponden a un taller de formación técnica y el resto a aulas y oficinas.

## **Novedades: últimas inversiones**

Las últimas inversiones realizadas por VW Navarra relacionadas con los procesos de digitalización en 2022 son:

- Las aplicaciones en visión artificial de defectos en el proceso de TTS-KTL (pintura, fosfatación y cataforesis de la carrocería) o la aplicación de una tecnología similar para evaluar ajustes de elementos móviles en las líneas *finish* de chapistería.
- La digitalización. Han sido varios los proyectos destinados a la DPP (*Digital Production Platform*), como la mejora del sistema de monitorización de los pares de apriete del taller de Montaje.
- La planificación realizada para el uso de *Bots* como sustituto de tareas repetitivas, gracias a una estrategia de colaboración con AutoEuropa, que permitirá a los usuarios crear sus propias automatizaciones. (Informe cuentas 2022 VW Navarra)

## **Proyecto de electrificación de VW Navarra**

VW Navarra trabaja en la puesta en marcha de un proyecto de fabricación de dos nuevos modelos eléctricos a partir de 2026. Son de la gama small BEV (*Battery Electric Vehicle*), vehículos pequeños de baterías. Convivirán con los actuales modelos de combustión hasta su ciclo final de vida.

La inversión prevista para el periodo 2023-2027, que incluye actuaciones como la transformación de la planta y aumentar la eficiencia y la descarbonización de la planta es de 1.024 millones de euros. La capacidad máxima será de 400.000 coches, con una producción media de unos 300.000 al año, variable en función de la demanda.

Se plantean nuevas instalaciones, como una nave de montaje. Se construirá para almacenar y secuenciar las baterías y ocupará cerca de 10.800 m<sup>2</sup>. También se planea un puente de conexión de 187 metros de longitud. La inversión que se estima asciende a 31,9 millones, a ejecutar entre 2023 y 2025. Se ampliará la nave actual en 4.608 m<sup>2</sup> y se adaptarán 5.200 m<sup>2</sup> de su superficie actual que pasarán de uso logístico a producción. Para compensar las necesidades logísticas se instalarían 3 nuevas carpas de 5.250 m<sup>2</sup>, 3.175 m<sup>2</sup> y 7.000m<sup>2</sup>. La nave de pintura tendrá una superficie en planta de 1.296 m<sup>2</sup>. Pese a que los nuevos vehículos eléctricos se integrarán en las líneas existentes, será necesario ampliar el edificio en 240m<sup>2</sup> y trasladar la sala de descanso y aseos que se encuentran en dicha ubicación. Se cifra en 19,5 millones la inversión y se planea ejecutarla entre 2023 y 2024.

#### **4.3.- ENTREVISTAS:**

El pasado mes de noviembre (16/11/2022) VW Navarra recibe el *Automotive Lean Production Award*, un premio que reconoce la calidad y eficiencia de los procesos productivos de la planta y su capacidad para aprovechar las oportunidades de la Industria 4.0.

El presidente de Volkswagen Navarra, Markus Haupt, asegura que la planta debe prepararse para la mayor transformación de su historia; el cambio de fabricación de los modelos con motor térmico a vehículos eléctricos.

En este contexto de lo que parece serán cambios trascendentales, decido llevar a cabo una entrevista acerca del uso de la robotización, la transformación digital y la inteligencia artificial en este proceso, observando de cerca la implicación que estas tecnologías van a tener en los trabajadores.

Esta entrevista está diseñada en consonancia con el objetivo de este TFG, que no es otro que el análisis del impacto que están teniendo los procesos de automatización y digitalización en el trabajo. Asimismo, se pretende valorar el efecto de tecnologías como la robotización, la digitalización o el uso de la inteligencia artificial en las relaciones laborales y los puestos de trabajo.

#### **Entrevista a David García Castaño, director de ingeniería de planificación VW Navarra.**

El día 8 de mayo de 2023, me reúno con **David García Castaño**, director de ingeniería de planificación en VW Navarra. El propósito de este encuentro es conocer de primera mano detalles de la citada transformación, a la vez que obtener un punto de vista más subjetivo y personal a la vez que profesional.

Paso a exponer las preguntas planteadas y las respuestas dadas en la **entrevista**.

#### **P1.- ¿Cómo ha evolucionado la introducción de robots en el proceso de producción en la factoría VW de Navarra?**

Hoy las factorías están sufriendo una transformación; antes se soldaba con pinzas a mano en chapistería y se pusieron robots. El trabajo de pintura también era manual y ahora lo hacen robots y ahora se está trabajando en la transformación de los robots logísticos, los AGV que están sustituyendo a las carretillas.

Queda el área tecnológica de montaje; hoy en día hay robots que montan algunas piezas o hacen algunas aplicaciones a través de robots colaborativos, pero no de una forma tan masificada como pueden ser las zonas de chapistería o pintura donde gran parte de los trabajos los hace un robot. En algún momento, no se sabe cuándo, en el área de montaje primero suministrarán las piezas los AGV, y los robots se encargarán de montar las piezas. Aun así, habrá operaciones en el área de montaje que se tengan que hacer a mano igual que en chapistería o pintura. En un sector tan agresivo en costes, la automatización conforme aumenta competitividad, se va haciendo más necesaria.

**P2.- ¿Qué procesos de digitalización se utilizan en el proceso de producción? ¿Cómo afecta la digitalización de los procesos productivos a los trabajadores?**

Hoy estamos en lo que sería el principio de la digitalización, es complicada la separación entre la digitalización y la automatización, es una línea filosófica o teórica muy delgada. En pintura tenemos unos túneles que buscan las imperfecciones en la superficie, ¿Eso es una automatización o una digitalización?, porque esto era un trabajo que antes se hacía mano... Al final es cómo afecta, más que en la solución técnica, porque cada día se aplican diferentes tecnologías a tu proceso productivo. Es como integras en tu plantilla operadores, diseñadores o planificadores, en el uso de esa tecnología. Eso es la parte más complicada o que más esfuerzo nos va a requerir, el como si para un proceso productivo tenemos diferentes sistemas de producción, de información y sistemas que de alguna manera digitalizan un proceso. Esto o se hace medianamente sencillo o eso no hay persona humana que vaya a ser capaz de gestionar tanta tecnología. Hemos pasado una fase en la automatizábamos procesos físicos; montar, atornillar o soldar una pieza, y estamos empezando a automatizar procesos más de ciencia, de relacionar información. Por ejemplo, montamos un arco que mide las franquicias en ramses; en chapistería, montamos otro arco en la zona de montaje en el futuro y en algún momento ambos arcos ayudaran a relacionar que tengo que hacer en chapistería para que el ajuste de elementos móviles quede bien en montaje. Esa gestión de datos o de información que tenemos, creo que es el proceso más grande que tenemos o tendremos que abordar. La cantidad de información que tenemos del proceso es sinfín, ser capaz de gestionar eso de una manera más o menos razonable.

*Entrevistador: "Relacionado con este tema este año les han concedido un premio al grupo VW por el Road Test Predictor" ...*

Se trata de un caso de uso. Nosotros como grupo estamos con plataforma Digital Amazon, y queremos a través de la unificación o gestión de datos, intentar anticipar señales o comportamientos.

Hoy rodamos el 100% de los coches para ver si hay algún defecto de funcionamiento, y el programa de Pamela intenta anticipar qué coches pueden tener un riesgo de ruido en base a los datos que hemos coleccionado de su proceso. Es otro punto de la predicción.

*Condition Monitoring*; una maquina mide un parámetro, en su comportamiento normal se mueve en una franja de valores, se puede programar al autómatas para que cuando este fuera de un rango de valores avise, porque puede suceder algo. Eso, extrapolado al proceso de fabricación, es lo que se ha ido haciendo tradicionalmente.

Los modelos predictivos, lo que pretenden de alguna manera es que el sistema sea capaz de aprender dónde están esos límites que marcan lo que está bien o mal. Imagina que para todos los robots se determinara cuál es el rango corrector al que tiene que trabajar el reductor de una muñeca de uno de los robots. Si una persona tiene que determinar para cada uno de los movimientos los rangos en función del grado de envejecimiento, no se acabaría nunca.

Ahora se está intentando que las máquinas, en base a ese registro de datos y ese comportamiento, aprendan y evalúen donde estaría su franja de funcionamiento correcto y cuándo hay que dar un aviso y cuándo no. Por ejemplo, si la corriente cuando se está soldando es la correcta o no para decidir si el punto de soldadura es correcto.

### **P3.- ¿Está introducida de algún modo la inteligencia artificial en el proceso productivo?**

Si como inteligencia artificial nos hacemos la imagen visual de lo que sale ahora en los medios de un aparato que solo aprende y comunica o toma decisiones por sí mismo, no.

Es verdad que tenemos cierto grado de inteligencia artificial en los túneles, que al final programas el reconocimiento de unos defectos A, B o C o sistema de control de espesores de pinturas y se programan modelos y en base a esos modelos puedes detectar comportamientos.

Esos serían ejemplos de inteligencia artificial que tenemos, pero un centro de control que autogestiona el proceso de fabricación, no. Si se comparan los dos escenarios estaríamos en un estadio primitivo.

La idea, como sistema de producción, es que los datos que generamos son los mismos que los de cualquier otra planta y los sistemas usados son muy similares con la plataforma de AEPP. Es intentar que ese conocimiento creado, sea intercambiado entre nosotros lo más rápido posible.

**P4.- Ante un momento de cambio como el actual ¿qué planteamiento siguen para decidir los puestos de trabajo que se pueden robotizar, introducir elementos de digitalización o de inteligencia artificial?**

Si la anterior revolución industrial lo que hizo fue automatizar los procesos productivos, los trabajos físicos, ahora hay automatizaciones que ahorran los trabajos administrativos. Ahora, con los bots o con otros tipos de soluciones técnicas, permiten automatizar estos procesos, pero todavía el control no se ha perdido.

No soy capaz de imaginar un sistema en el cual nosotros no tengamos el control, el control sea de forma autónoma, el que diseña, el que produce o el que gestiona. Hoy en el 2023 no sería capaz de imaginármelo, en el 2030 no sé, pero lo veo muy lejos.

Es verdad que los sistemas y las automatizaciones, a base de relacionar datos o interactuar hoy entre diferentes sistemas, hacen poder tomar decisiones mucho más rápido de forma más ágil.

Hoy te puedes plantear lanzar la fabricación de un coche nuevo sin prototipos y hace 5 años eso no lo podrías plantear.

El proceso de digitalización o la democratización de la información es lo que más está ayudando; la gestión de la gran cantidad de datos, que todos podamos comunicarnos de la misma manera. Hace años era necesario un experto en CATIA que abriera un fichero en 3D, para poder ver si una pieza era montable o no montable en un proceso, eso ahora parece del pasado.

**Actualmente se están diseñando líneas de fabricación y podemos verlas mediante la realidad virtual o aumentada, ¿Esto afecta a los puestos de trabajo?**

Cuanto más somos capaces de simular lo que vamos a construir, más puedes hacer participar a todo el equipo en lo que se está diseñando, más fácil es no cometer errores. Antes tenías que mirar un plano de 2 D. Había gente que era capaz de entender bien, mejor o peor. Había gente que de un plano era capaz de deducir unos problemas, pero ese mismo proyecto visto en 3D o visto con realidad aumentada, seguro que hay más gente que va a encontrar déficits o problemas.

Hoy la democratización de la información creo que es la palanca que nos está ayudando a ganar velocidad.



## **A la hora de decidir qué puestos se pueden robotizar o en qué puestos se puede introducir la digitalización... ¿esto se decide en los procesos de diseño?**

Hay una parte que es el producto que te manda, hoy por ejemplo un proceso de ensamblado de la batería no se puede plantear hacer a mano, porque esa batería pesa 400 kg. Luego tienes el producto de origen, la batería, que antes de ensamblarla hay que verificar que no haya ningún tornillo encima de la batería o que no haya ningún problema porque eso puede provocar un incendio. Entonces se puede poner un control, no sé, por sistemas de guiado láser puedes buscar una solución tecnológica para el problema.

El producto marca en cierto modo qué procesos digitales puedes aplicar. Otro ejemplo sería la electrónica del coche; programar las centralitas como hasta ahora al final del proceso. Ahora se trata de ver si durante el proceso de ensamblaje se pueden ir haciendo pequeñas rutinas, la comprobación o calibrado.

El proceso por un tema más de tipo económico, un proceso manual... me cuesta tanto un proceso automático que soy capaz de imaginar. Me cuesta tanto, entonces el capex (gastos de capital) tanto es el opex (gasto operativo), me determinan dónde tiene sentido invertir y dónde no.

El diseño es una parte también importante a la hora de decidir, pues al automatizar mucho al final del proceso tienes un riesgo de cara a la operación, de que puedas tener más pérdidas de autoeficiencia y en otros puntos, igual es más interesante porque tienes más margen.

Luego hay operaciones que no se pueden digitalizar y lo que necesitamos, es pensar en cómo facilitamos el trabajo del operario, que le ayude para que no se equivoque o no genere errores, que no genere distorsión en el proceso.

La mezcla de las 3 cosas: el producto, el proceso y las personas. Entre los tres elementos hay que buscar la solución óptima.

## **P5.- ¿Qué implica el uso de estas tecnologías a la hora de diseñar un puesto de trabajo en el que máquinas y personas tienen que convivir en un mismo espacio físico?**

De entrada, pueden suponer retos tecnológicos nuevos que conforme avanzamos con la automatización o la digitalización van a más.

Un ejemplo significativo para explicarlo es el de los AGV (vehículo de guiado automático). Los AGV suministran piezas. Hasta ahora se encargaban de trasladar un contenedor desde el punto A hasta el punto B, en algún momento se ha decidido que también vayan a las instalaciones, que cojan una pieza de un punto A y la lleven a una instalación dónde esa instalación tiene la recogida en

automático. Hasta ahora la comunicación era de máquina con máquina, pero al interactuar con una instalación, tienen que formar parte de la misma, porque hay que asegurar el entorno de la instalación con personas. Hay que establecer comunicaciones de protocolos seguros entre AGV, instalaciones automáticas para, en caso de que haya un incidente y alguien pulse una parada de emergencia, se pare todo. Si además al AGV le planteamos poner un MRK...

Conforme se van relacionando tecnologías, cada vez salen retos tecnológicos o necesidades que hasta ahora las tecnologías por separado no necesitaban. Pero que al empezar a relacionarlas aparecen.

Sucede algo similar con los datos. Si quieres sacar provecho de los datos, de juntar información de los diferentes sistemas o tecnologías para generar un valor añadido nuevo, esto genera nuevos retos o inquietudes o complicaciones.

La automatización o la digitalización generan nuevos retos. Otro de ellos es la seguridad. Hoy en los periódicos, habitualmente salen noticias de que algún hospital o alguna fábrica está bloqueada por un ataque de ciberseguridad. Antes te tenías que preocupar de la valla de la factoría, ahora hay muchas puertas en las instalaciones por utilizar tecnología y conforme más tecnología usas, más expuesto a estas a nuevos retos tecnológicos que tienes que abordar.

**P6.- ¿Qué medidas están tomando para permitir la adaptación de los trabajadores a los puestos de trabajo en los que se introducen este tipo de tecnologías?**

Por ahora no se está haciendo una entrada masiva en el uso de estas tecnologías, se está haciendo una entrada paulatina. Si ahora pensamos en tecnología nueva que se vaya a introducir en los próximos 3 o 4 años, hay evoluciones en los sistemas de control de robots, hay nuevas instalaciones o nuevos sistemas, pero entran de forma paulatina.

Por un lado, hay un proceso de formación como tal, de formación teórica fuera de línea, de formación dentro de línea y luego también hay un proceso del producto.

Hasta ahora, el producto como tal, el coche, tenía alguna novedad tecnológica pero no cambiaba sustancialmente, había una evolución como tal de formas, de geometría, de diseño, pero no había unas funciones nuevas. Ahora tenemos un cambio, tanto en el proceso productivo como en el producto como tal.

Las dos cosas las tenemos acompañar a la vez, tenemos que realizar una transformación aprendiendo las dos cosas en paralelo. Ese sería ahora mismo el reto.

En principio, al coche eléctrico en prensas no le tendría que afectar nada, pero la carrocería de un coche eléctrico es más pesada, y por ejemplo, los hornos en pintura no se van a comportar de la misma manera.

El hecho de que el coche no haga ruido de por sí, no hay motor térmico, hace que sea más sensible a todo lo que tiene que ver con el sonido. Seguro que va a afectar a los procesos de chapa y pintura, con problemas que antes no se veían o no se escuchaban.

La parte de montaje va a ser la parte más fuertemente transformada, pero el resto vamos a tener que aprender del nuevo producto, todos estamos en más o menos grado afectados.

**P7.- ¿Qué impacto han tenido la introducción de este tipo de tecnologías en la eficiencia y la productividad de VW de Navarra?**

VW Navarra es como planta de las más productivas del grupo. Decir que sólo a través de la tecnología y del proceso no sería justo, porque es muy difícil cuantificar. Hay medidas organizativas, medidas de automatización, al final es la combinación de todas. No te puedes imaginar la planta así, productiva sin tecnología y sin digitalización, pero tampoco sería justo decir que sólo a través de la digitalización hemos llegado a este punto.

Cuando vino todo el boom de la digitalización; gafas de Google, las pantallas etc. buscamos aplicaciones para optimizar procesos, puntos del proceso dónde utilizar cacharros, se buscaba primero la solución y luego dónde aplicarla. Eso fue un error muy grande. Primero tienes que ver cómo quieres que sea tu proceso y qué herramientas necesitas a tu alrededor para conseguir ese proceso. Esa es la lógica, replantearte los procesos, definir dónde se quiere llegar. Puede que la solución técnica sea una digitalización, una automatización o algo de tipo organizativo. Algo que hay que tener en cuenta si se hace una inversión para automatizar un proceso. Y ahora mano de obra directa, pero a la vez necesito muchos mantenedores, mano de obra indirecta para mantener esa inversión.

**P8.- ¿Cómo ha afectado el uso de este tipo de tecnologías en la seguridad laboral?**

Está claro que cuanto más tecnología, tienes más riesgos. Un robot genera más riesgos que el que no haya robot en un proceso. Pero si miramos los números fríos, cada vez tenemos menos accidentes y cada vez tenemos más automatización y digitalización en los procesos. Con lo cual, mirando los números fríos, está ayudando a bajar la siniestralidad aumentando la seguridad.

Con la digitalización podemos prever problemas de ergonomía, podemos trabajar en soluciones de producto de proceso de ergonomía.

Por ejemplo, el uso de drones en el proceso productivo. Hoy en día no se utilizan, igual en algún momento del proceso se pueden utilizar, pero el volar drones conlleva nuevos riesgos a la vez que ofrece nuevas oportunidades. Somos bastante conservadores a la hora de meter tecnología nueva en el proceso productivo. Necesitamos un poco más de tiempo para adaptar esa tecnología a nuestro entorno, para que sea segura.

**P9.- ¿Cómo está cambiando el proceso de capacitación y desarrollo de habilidades para los trabajadores debido a estas tecnologías?**

Hay más necesidad de perfiles técnicos. La complejidad técnica en la fábrica cada vez es mayor. De momento la tecnología no es lo suficientemente intuitiva como para poder aprender sola, en base a estándares, pero por lo menos se consigue que hablemos todos el mismo idioma y a partir de ahí hacemos la formación específica de la aplicación en concreto.

En algún momento tiene que ir evolucionando, porque si necesitamos para cada tipo de PLC un programador, para cada tipo de programación de centralita un programador, sería gobernable.

Se necesita un perfil técnico y cada vez con mayor diversidad. Por ejemplo, antes tenías en el perfil de mantenimiento mecánicos puros o eléctricos puros. Desde hace un tiempo empezó la especialidad de mecatrónica que entiende un poquito de las dos cosas.

¿Se necesitan expertos en los dos extremos? Sí, pero se necesita cada vez más gente que entiende la tecnología de una manera más o menos fácil o intuitiva para adaptarse a la aplicación en concreto que tiene delante y cada vez la tecnología la tenemos que hacer más sencilla para que podamos utilizarla como tal.

Siempre habrá aplicaciones específicas que requieran una alta cualificación, por ejemplo, el que ajusta la cámara de visión para un proceso, tiene que ser un experto en visión. Pero el que programa un robot de un proceso tiene que ser capaz de programar otro robot. O que la forma de operar la instalación esté hecha siempre con la misma lógica, y si cambiamos una persona de puesto de trabajo lo pueda hacer.

Los cambios que se hacen en los puestos de trabajo tienen que ir acompañando el proceso con las medidas o soluciones tecnológicas, que permiten adaptarlo a nuestro personal.

### **¿Hay trabajadores a los que les cuesta a realizar un cambio para adaptarse a estas tecnologías?**

Si se tiene la motivación para hacerlo no creo que se tengan problemas para adaptarse, otra cosa es que te hagas especialista o no especialista.

Todos hemos vivido con la pandemia el reunirnos por Teams, por Skype o por otra plataforma. Si hubieras preguntado hace 2 años, la mayoría de la gente hubiera dicho imposible, y tuvimos la motivación externa, tuvimos una motivación y lo resolvimos.

Con la digitalización sucede algo parecido; hay un tránsito que tenemos que recorrer y hay que tener una motivación y creo que el 99.9% de la plantilla no tiene problema para adaptarse. Es un tema más de motivación que de barreras o capacidades.

### **P10.- ¿Cómo está cambiando el proceso de contratación y selección de personal debido a estas tecnologías?**

Nosotros como ingeniería pedimos los mismos perfiles que antes. Hasta hace 10 o 15 años la decisión de la persona a contratar dependía más de sus capacidades técnicas, que no de sus actitudes sociales. Actualmente hacen falta unas competencias técnicas, pero no es lo más importante, creo que lo más importante son las aptitudes de las personas.

La técnica que tú aprendes, dentro de 10 años no sabemos si es la técnica qué vamos a buscar. Es más importante la capacidad de aprender la nueva tecnología. Es más importante la capacidad de adaptarte o de relacionarte con el entorno y de construir juntos. La época en la que había una persona que lo sabía todo en su mesa con sus manuales ya pasó.

Dependiendo del área donde se está, se está pidiendo perfiles técnicos, porque al final se necesita tener unos conocimientos básicos, o entender la teoría para poder aprender, eso sucede en ingeniería, pero en el campo de la producción está más abierto.

Eso es ahora, pero igual dentro de un tiempo pues.... Por ejemplo, hace poco estaban buscando para departamentos de ingeniería de programación (desarrollo de centralitas) filósofos, alguien tiene que programar, cuando si tú activas el sensor A, a quien tiene que proteger el sistema.

### **P11.- ¿Cómo ve el futuro en el diseño de los procesos de fabricación de los automóviles?**

Ahora estamos en el proceso de democratización del coche eléctrico, que transformará nuestra planta o nuestros procesos. Al final somos un reflejo de la sociedad; que quieras un coche personalizado, que quieras un coche con más funciones eléctricas o que tu capacidad de esperar un producto no sea de meses.

El proceso de fabricación va a tener que adaptarse a la sociedad de una determinada manera o de otra, nosotros como sector hasta ahora sabíamos cómo era el producto, conocíamos nuestros procesos y no habíamos sufrido una revolución.

En el sentido que ahora el producto es nuevo, lo que quiere el cliente es nuevo y nosotros como fábrica nos tenemos que adaptar.

Teorías de cómo va a ser el proceso de fabricación hay miles, siendo muy futurista con una impresora 3D que me imprima un coche entero y si quieren vender más coches pues utilizan más impresoras, y coloco las impresoras donde voy a suministrar los coches, pongo una en cada ciudad y fabricó los coches a demanda, eso puede ser una hipótesis de futuro.

Otra opción puede ser que en lugar de tener líneas hacemos productos flexibles; se fabrica a demanda en función de lo que va pidiendo el cliente y lo que priorizamos no es la producción en serie o masiva, si no la flexibilidad como criterio.

Otra opción puede ser el uso de recursos naturales de forma extrema, producir solamente cuando hay energía solar o reducir los consumos de energía y de agua y llevarlos al extremo.

Probablemente ninguno de estos casos sea el correcto y no dejen de ser más que escenarios teóricos y en medio probablemente se encuentra la realidad, que conforme vayan pasando los años seguro que somos capaces de aplicar tecnologías que hoy no vemos, como aplicación en serie, como la impresión 3D, que se usa para prototipos, pero no para fabricar productos en serie, o nuestras líneas serán más flexibles, o la combinación de todo.

Aquí acaba la primera entrevista realizada.

### **Entrevista a Alfredo Morales Vidarte, presidente del comité de empresa VW Navarra.**

Aquí acaba la primera entrevista realizada.

Decidimos asimismo que este punto de vista expuesto se enriquecería con una nueva perspectiva más focalizada en el trabajador. Por ello, el día 17 de mayo de 2023, se llevó a cabo una entrevista a **Alfredo Morales Vidarte**, presidente del comité de empresa de VW Navarra.

Estas son las preguntas y las respuestas planteadas:

**P1.- ¿Cómo ha evolucionado la introducción de robots en el proceso de producción en la fábrica VW Navarra desde el punto de vista de los trabajadores?**

En este proceso de transformación que ha habido en los últimos años hacia la robotización y la automatización, hemos tenido que compaginar dos aspectos, la reducción de empleo, que es lo que ha conllevado este tipo de automatización y robotización, y por otro lado, la eficiencia y la mejora en las condiciones de trabajo. Hoy la robotización ha quitado puestos de trabajo de manera significativa. Por poner un ejemplo, chapistería era un taller que ha reducido su personal a la mitad, es un taller que está muy robotizado y automatizado y ha afectado en cuanto al número de empleados.

Por otro lado, lo que ha conllevado es una mejora de las condiciones; antes soldábamos con máquinas que pesaban 25 kg, se movían muchos pesos, ahora eso ha desaparecido porque sueldan los robots y los pesos los mueven las máquinas.

Hemos tenido que hacer frente a una reducción de empleo, pero por otro lado hemos tenido una mejora de las condiciones que es lo que ha conllevado que, a partir de ahí, también se ha producido una eficiencia productiva en la compañía. Hay un aumento de la productividad y la competitividad, que ha redundado en más volúmenes de producción, y ese factor ha hecho que mantengamos la empleabilidad. Merma de empleo, mejora de las condiciones de trabajo y el aumento de los volúmenes de producción y esa merma de empleo se ha solventado.

**¿En chapistería, antes de que empezara el proceso de robotización, cuántos trabajadores había?**

Antes había 700 personas y ahora estamos prácticamente 500, hemos mantenido la empleabilidad precisamente por los volúmenes de producción, pero si hablásemos de los mismos volúmenes de producción, 1/3 de la plantilla en chapistería habría desaparecido.

**P2.- ¿Qué procesos de digitalización se utilizan en el proceso de producción? ¿Cómo afecta la digitalización de los procesos productivos a los trabajadores?**

Está introducida la digitalización en dos procesos fundamentales: uno es la seguridad, es decir, aquellos puestos de trabajo que tienen que ver con la seguridad, se han establecido los sistemas automáticos necesarios para que se garantice esa seguridad. Por ejemplo, en temas que tienen que ver con los asientos, cinturones, volantes... hay un sistema establecido de digitalización para garantizar que aquellos elementos que van anclados en el vehículo, tengamos la garantía de que están bien anclados.

Otro ejemplo de digitalización sería aquello que tiene que ver con defectos y averías. Hay sistemas de inteligencia artificial en el taller de pintura; los vehículos entran por arcos de visión artificial y

automáticamente, a los operarios que están revisando en otro taller, se les están marcando los defectos que están saliendo de desconchados, pinturas, masillas, etcétera

Yo creo que esos son dos procesos importantes; la visibilización y señalización de defectos del propio vehículo y en los elementos que tienen que ver con la seguridad del vehículo de cara al conductor o los ocupantes del coche.

Los tornillos que se ponen para fijar las butacas de los asientos a la carrocería, esos tornillos están totalmente digitalizados, eso aparece en un panel y hasta que ese panel no da un Ok a que esos tornillos están anclados y bien anclados, no termina el proceso.

**P3.- ¿Está introducida de algún modo la inteligencia artificial en el proceso productivo? ¿Cómo está afectando a los trabajadores?**

En procesos que tienen que ver con la seguridad del viajero y en visualizar defectos tanto de chapa como en pintura.

**P4.- ¿Qué impacto tiene el uso de estas tecnologías en los trabajadores?**

Normalmente tienen un impacto positivo, los trabajadores que están trabajando con este tipo de herramientas deben tener un proceso formativo importante. Hay que tener en cuenta que el personal que tenemos en fábrica, la formación que tiene actualmente quizás no está muy desarrollada en estas nuevas tecnologías que van apareciendo. Eso requiere de un proceso formativo que se imparte aquí dentro de la fábrica.

Esto ha requerido que tengamos formadores precisamente para poder impartir esa formación y trabajadores que reciben esa formación. Ha tenido un impacto positivo, lo que ha hecho es avanzar en el aspecto formativo de los trabajadores.

**P5.- ¿A qué desafíos se enfrentan los trabajadores para adaptarse a estas tecnologías?**

El formativo esencialmente, la formación ha sido clave. Estos procesos de transformación requieren precisamente de la formación. Nuestra media de edad es de 50 años, hay chavales jóvenes que están entrando a través de la Academia, que vienen precisamente de centros de Formación Profesional y con ellos lo tenemos más fácil, vienen muy bien preparados, aunque hay que especializarlos también.

Pero yo destacaría el aspecto formativo, porque ha enganchado muy bien con nuestro personal.



**P6.- ¿Cómo está cambiando el papel de los trabajadores en la fábrica debido a estas tecnologías?**

Voy a volver a ensalzar el aspecto formativo; hasta hace unos años éramos más coloca tornillos, aprieta tornillos, pero de unos años a esta parte ha ido evolucionando.

Cuando se tenía una necesidad de tener un personal formado, lo contratábamos exteriormente. Ahora no, lo que hacemos desde hace unos 10 o 15 años, hemos iniciado un proceso de formación interna y eso ha servido para la motivación de nuestros propios trabajadores

Motivación porque están viendo que hay una carrera profesional más allá de la formación que tú puedes tener o no, que dentro de nuestra fábrica tienes también la posibilidad de poder formarte precisamente en estas nuevas tecnologías. Está sirviendo como elemento fundamental formativo, para la motivación del propio personal también y para tener una carrera profesional que hasta ahora era impensable para muchos trabajadores y trabajadoras.

Siempre nos hemos caracterizado por ser muy competitivos, productivos, por hacer productos con muy buena calidad y en ese sentido, a lo que la inteligencia artificial nos ha ayudado es a afianzar elementos que ya para nosotros eran fuertes.

**¿Puede haber trabajadores que sean reticentes a este tipo de cambios?**

Sí, especialmente los que ya tienen una media de edad bastante alta. Esos trabajadores están pensando ya en otro espacio de su vida, lo que se hace es que esos trabajadores, los últimos años los pasen de una manera normalizada, pero ellos no entran en periodos formativos.

Con carácter general los trabajadores nos adaptamos muy bien a los cambios, nosotros hemos pasado por muchos procesos de transformación, no solo a nivel tecnológico sino también a nivel de forma de trabajar. Hasta hace 15 años en esta fábrica tú entrabas, tenías un puesto, y ahí terminabas. Hace 15 años se introdujo el sistema de rotación, porque a nivel preventivo era mejor, la gente se adaptó y ahora en lugar de saber un puesto saben 8 puestos y la gente va cambiando de puestos. Abrimos los horizontes en cuanto a que hay otra forma de trabajar, que nos enriquece y nos hace pasar por este periplo laboral de una manera mucho más enriquecedora.

La gente nos adaptamos bien a los cambios, es cierto que los cambios y especialmente los tecnológicos, van en contra lógicamente del alto grado de empleo, pero todo eso tenemos que ser lo suficientemente inteligentes para suplirlo con altos volúmenes de producción.

**P7.- ¿Afecta el uso de este tipo de tecnologías en la seguridad laboral de los trabajadores?**

Hoy todos los cambios tecnológicos que ha habido han ido precisamente a tener unas mejores condiciones de trabajo. Sin duda, los robots lo que han evitado a nivel postural, a nivel de cargas de trabajo. Queda mucho por hacer evidentemente, hoy nuestro trabajo esencialmente afecta mucho a las extremidades, por los movimientos repetitivos etc.

El factor psicológico también nos afecta. El riesgo psicosocial es un riesgo a tener muy en cuenta en las fábricas como la nuestra, no por la fábrica en sí, sino por la sociedad en la que vivimos y el momento en el que vivimos.

La tecnología desde mi punto de vista siempre ha ido a favor de la mejora de las condiciones de trabajo.

**¿Los riesgos psicosociales cómo pueden afectar en la fábrica cómo está?**

Cada vez más, porque en las fábricas tienes que gestionar normalmente el estado psicológico externo, es decir cómo te afecta lo que estamos viviendo, ahora máxime cómo hemos vivido con una pandemia, con una gestión y una convivencia interna en un ámbito laboral, que cada vez es más complicado, con un trabajo cada vez más monótono, porque básicamente siempre haces lo mismo, aunque puedas saber más puestos y puedas cambiar. Pero el aspecto psicológico es cada vez más complicado.

**P8.- ¿Qué estrategias puede seguir el comité de empresa para ayudar a los trabajadores a adaptarse a estas nuevas tecnologías?**

La formación e información. En nuestro sector, a nivel nacional, sí que es cierto que nosotros aquí tenemos una particularidad con respecto a otras plantas, aquí hay partes del coche que no hacemos, y eso sí que va a sufrir un proceso muy transformador, que es el motor.

Esa tecnología, que va a desaparecer por otra que es eléctrica, sí que es cierto que por el camino va a dejar muchos puestos de trabajo.

Es cierto que, el sector a nivel nacional se está planteando precisamente esa convivencia de la tecnología, identificando el robot con el trabajador, y como el robot se va a convertir también en una especie de humano, que tenga también unas ciertas obligaciones, con respecto a lo que le rodea, con respecto al trabajador, porque si no estamos viendo que va a haber mucho desequilibrio. Vamos a perder muchos puestos de trabajo, los puestos de trabajo que van a quedar no van a ser suficientes para poder cubrir las expectativas. Se habla de un impuesto al robot, por ejemplo, para poder cubrir

las necesidades que se tienen, pero sí que es cierto que nuestra obligación va a ser convivir con esa tecnología. Aprender a convivir con ella.

Información y motivación tiene que ser fundamental para que la gente entienda que sin formación no hay transformación.

**P9.- El uso de estas tecnologías en ocasiones puede provocar la desaparición de puestos de trabajo o una transformación para la que algunos trabajadores no están preparados ¿Qué medidas adopta el comité de empresa en estas situaciones?**

Nosotros lo que siempre intentamos es establecer y ponerle obligaciones a la dirección de la empresa. La dirección de la empresa tiene que ser corresponsable con lo que tenemos, y lo máspreciado que tenemos es el capital humano.

No nos podemos desprender del capital humano y tenemos que buscar un equilibrio entre la tecnología y el capital humano, y a partir de ahí lo primero que le decimos y exigimos a la dirección de la empresa es que el primer capítulo sea garantizar los volúmenes de ocupación, no los puestos, porque los puestos cambian en base a esa transformación.

Y a partir de ahí la empresa tiene que buscar los volúmenes necesarios para garantizar esa empleabilidad. Eso es lo que hacemos con la dirección de la empresa, exigirle la garantía de los volúmenes de ocupación. A partir de ahí hay que buscar un equilibrio entre la tecnología y el personal. Es lo que hemos estado haciendo durante todo este tiempo y nos ha ido bien, ¿Cómo lo hacemos? Siempre a través del acuerdo del respeto de la colaboración, es nuestra seña de identidad, especialmente la mía, o sea, lo que yo represento en esta fábrica.

Nosotros entramos aquí intentando aplicar esta máxima, aplicamos lo que hacemos en nuestras casas básicamente, en el acuerdo está el éxito; si hay una parte que impone, eso es imposición. Yo no estoy aquí para reñir con nadie, a mí me han elegido para acordar, para garantizar, y hasta ahora nos ha ido bien y ésta es un poco la máxima que aplicamos.

***¿Qué sucede cuando un trabajador se niega a realizar un cambio en introducción de estas tecnologías?***

Puede pasar, de hecho, pasa en alguna ocasión, aquí tenemos la fortuna de tener diferentes puestos de trabajo para poder acomodar al trabajador.

**P10.- ¿Está cambiando el proceso de contratación y selección de personal debido a estas tecnologías? ¿Qué papel tiene el comité de empresa en este proceso?**

Nosotros lo que vemos es la fábrica que tenemos e intentamos captar el personal para las necesidades que tenemos, porque si no, podemos caer en la desmotivación de nuestro propio personal. Si se necesita personal técnico se contrata personal técnico, porque si necesitamos personal no cualificado y en la no cualificación metemos a personal técnico eso no es correcto, el personal técnico ha pasado un proceso formativo y necesita tener una proyección en esa carrera formativa.

El personal en la línea de cadena, qué es personal no cualificado, no es necesaria una formación, y cada vez está yendo a menos ese personal porque cada vez necesitamos más personal cualificado, con ciertas especialidades; los de Formación Profesional y formaciones superiores.

Con la transformación hacia el coche eléctrico, va a haber un gran salto. Hay que pensar que una gran parte de nuestros trabajadores van a trabajar bajo una plataforma de alta tensión y eso requiere de unas bases mínimas de formación.

**P11.- ¿Cómo ve el futuro del mundo laboral ante los cambios que vienen?**

Estamos trabajando para que sea muy bueno, ahora mismo no podría decirlo ni puedo asegurarlo porque estamos ante un periodo muy convulso, muy confuso.

Es cierto que VW Navarra tiene ahora mismo unas garantías que muy pocas fábricas lo pueden decir, ya tenemos identificado nuestro futuro a partir de 2027, que es la fabricación de 2 vehículos eléctricos de la gama SUV y tenemos ya consignadas inversiones para la transformación. Eso ya nos da tranquilidad.

Pero sí que es cierto que no hemos llegado a tener esas garantías absolutas de que podamos crecer. Nuestro reto es crecer y creo que hemos demostrado históricamente que somos una buena planta, que somos una planta competitiva, una planta llena de hombres y mujeres muy trabajadores y trabajadoras y la idea es que tengamos una justa recompensa.

No nos conformamos sólo con tener lo que tenemos, sino que queremos crecer.

La fábrica de ensamblaje de baterías es uno de los proyectos y propuestas que hemos hecho, porque eso nos daría ese salto cualitativo.

Este es el final de la segunda entrevista. Paso ahora a extraer las conclusiones finales tras el desarrollo de la parte anterior del trabajo.

## 5.-CONCLUSIONES

Los objetivos propuestos en la realización del presente Trabajo de Fin de Grado eran:

1. Explicar los conceptos de robotización, digitalización y las tecnologías habilitadoras de la industria 4.0, para poder conocer cómo se están automatizando algunas partes de los procesos productivos en la industria.
2. Descubrir cómo está afectando la introducción de estas tecnologías al mundo laboral y analizar algunas acciones preventivas o de corrección.
3. Estudiar el caso de una industria, VW Navarra, para poder obtener información de primera mano sobre cómo estas tecnologías están repercutiendo en esta empresa.

Del trabajo que he llevado a cabo con el propósito de alcanzar los citados objetivos, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

Es evidente que los cambios generados por la industria 4.0 están provocando una transformación en los procesos productivos de la industria y esta transformación está afectando al mercado laboral. Estamos ante un reto que consiste en aprovechar el progreso tecnológico y orientarlo hacia un trabajo más seguro y productivo.

El impacto que está teniendo la automatización mediante el uso de robots y de la transformación digital, así como tecnologías habilitadoras de la industria 4.0, está obligando a adaptar los esquemas y planteamientos de las organizaciones industriales para poder obtener el máximo rendimiento a su implantación.

Es un hecho que la transformación digital ha puesto en marcha una nueva revolución industrial. Cada vez se puede obtener más información del proceso productivo y estos datos se utilizan para poder mejorar la calidad de los productos, detectar problemas de calidad con mayor rapidez o mejorar los procesos de mantenimiento de los activos de la industria.

La gestión de la cantidad de datos recogidos en el proceso y la ciberseguridad, plantean retos a las industrias que antes no tenían. La cantidad de datos obtenidos por los sensores, distribuidos por la maquinaria que participa en la producción, puede generar un problema si no se analizan de la forma adecuada. En cuanto a la ciberseguridad, el hecho de tener máquinas conectadas a internet provoca

que las empresas puedan recibir ataques cibernéticos que ponen en riesgo el funcionamiento de la propia empresa o el robo de información sensible de los clientes o del proceso productivo.

Las tecnologías habilitadoras de la industria 4.0 tienen una repercusión clara en la industria y en la sociedad en general. En los últimos meses, la inteligencia artificial ha aparecido en las noticias como una tecnología que en un futuro puede provocar importantes transformaciones en la industria, pero la verdad es que, en la actualidad, su uso está limitado a algunas operaciones muy concretas.

Por otro lado, cabe destacar que los avances de estas tecnologías habilitadoras, como la inteligencia artificial, son tan rápidos y revolucionarios que están provocando que en algunas áreas urja elaborar una nueva legislación para controlar su uso.

Al automatizar los procesos en la industria, se debe evaluar, además de la cantidad de puestos que se van a destruir o modificar, la calidad del puesto de trabajo afectado, con respecto a criterios de condiciones del trabajo y salud laboral.

Existen numerosos estudios que auguran una pérdida masiva de puestos de trabajo. Por otro lado, se habla de transformación en los puestos de trabajo.

El estudio "The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?" realizado por Carl Frey y Michael Osborne de la Universidad de Oxford en 2013, estima que el 47 por ciento del total del empleo de Estados Unidos se encuentra en la categoría de alto riesgo de automatización. Se desprende de esta afirmación que, si la automatización hubiese avanzado tan rápidamente, gran cantidad de empleos estarían afectados actualmente. Pero este escenario todavía no ha llegado.

Existe el riesgo de que, si en un futuro los procesos de automatización y digitalización llegaran a suponer una pérdida masiva de empleo, se produciría como consecuencia inmediata un descenso de las cotizaciones sociales y por lo tanto, una menor cantidad en la caja del sistema de Seguridad Social.

Como mecanismos de compensación, hay planteamientos que apuntan hacia el establecimiento de gravámenes fiscales o deberes de cotización a los robots. Asimismo, se sugiere la creación de la renta básica universal o la reducción de la jornada laboral como formas de reparto de empleo.

La introducción de estas tecnologías también está afectando a la salud laboral. Los trabajadores ya no tienen que mover pesadas cargas o realizar movimientos repetitivos. Los robots pueden trabajar en ambientes insalubres o que puedan generar riesgos para la salud de los recursos humanos.

Por contrapartida, el hecho de trabajar con este tipo de tecnologías puede provocar un mayor riesgo psicosocial derivados de una mayor carga mental y un aumento de los ritmos de trabajo.

Antes de realizar una transformación de un puesto de trabajo, se debería realizar una evaluación de riesgos, con el fin de adecuar el puesto y minimizar los efectos negativos que afectan a los trabajadores.

Los datos de la *International Federation of Robotics* indican que cada vez se instalan más robots en la industria, especialmente en la industria de la automoción.

También destaca el hecho de que economías como la de China, están incrementando notablemente el uso de robots en su sistema productivo, para poder mejorar la competitividad. Actualmente el desarrollo de la robótica hacia los robots colaborativos está abriendo nuevos usos. Esto unido a la bajada de precios puede provocar que en un futuro su uso aumente.

Así, queda patente que uno de los sectores pioneros en el uso de la robotización y la digitalización es la industria automotriz, por las exigencias en cuanto a estandarización, competitividad en el sector y la renovación constante de sus productos. La automatización de esta industria está muy extendida en todo el proceso de fabricación, siendo pionera en el uso de robots, llegando en 2023 al millón de robots trabajando en las fábricas de todo el mundo.

El caso de VW Navarra es un ejemplo de empresa dedicada a la fabricación de coches, que utiliza tecnologías que permiten la automatización de algunos puestos de trabajo. Es un claro exponente de las subsiguientes repercusiones en la empresa y en sus empleados.

Las conclusiones extraídas de las entrevistas realizadas serían las siguientes:

- Existen áreas de la fábrica donde la mayor parte de los procesos están robotizados, como es el caso de la zona de prensas, chapistería o pintura. La introducción de robots supone una transformación en los procesos productivos, que lleva a una reducción de puestos de trabajo. Sin embargo, al aumentar el volumen de producción, la empleabilidad se ha mantenido.
- Los procesos de digitalización se encuentran introducidos para ayudar a mejorar la seguridad en el montaje de las piezas o para poder detectar fallos de pintura mediante sistema de visión artificial, entre otras aplicaciones.

- El impacto que tienen estas tecnologías sobre los trabajadores se valora como algo positivo. El cambio genera un movimiento constructivo, ya que conlleva una mejora en la formación de los trabajadores, que deben adaptarse a los puestos modificados. Por otro lado, el uso de las tecnologías facilita la labor en los puestos de trabajo, eliminando tareas repetitivas o físicamente más costosas. Además, permite el diseño de nuevos productos o de las líneas de producción.
- La formación es una cuestión clave cuando se introducen modificaciones en el proceso productivo. Esta formación debe realizarse sobre el producto (ahora se está en un momento de cambio con el paso a la fabricación de coches eléctricos). Asimismo, esta formación debe considerar el proceso de fabricación, antes de pasar al puesto de trabajo y en el puesto de trabajo.
- Los puestos de trabajo que se deciden automatizar dependen del producto a fabricar, de la posibilidad de automatización en cuanto a rentabilidad y de las personas que tienen que participar en el proceso.
- La introducción de estas tecnologías ha provocado un aumento de la productividad y de la calidad de los productos, pero este incremento no sólo se debe a las tecnologías, también hay medidas organizativas, está el factor humano.
- Al introducir tecnología, aumentan los riesgos de que se puedan sufrir accidentes, pero los registros de siniestralidad indican que el número de accidentes disminuye y la introducción de tecnología aumenta. Al mismo tiempo, el uso de la tecnología mejora las condiciones laborales a nivel postural, de levantar cargas, o realizar movimientos repetitivos. Están apareciendo riesgos psicosociales derivados de factores relacionados con el trabajo, como la monotonía, y como consecuencia de la situación vivida durante la pandemia.
- En cuanto a la adaptación de los trabajadores a los puestos de trabajo modificados, se produce en la mayoría de los casos sin ningún problema. La motivación que tienen los trabajadores favorece la participación en los procesos de formación y en la posibilidad de aumentar su



formación dentro de la empresa. Los pocos trabajadores que no se adaptan encuentran acomodo en otros puestos acordes a su perfil.

- En la contratación de trabajadores con perfil técnico, se valoran las aptitudes de las personas, la capacidad de adaptarse a los cambios, relacionarse con el entorno o trabajar en equipo. En puestos de producción, los perfiles que se piden son los adecuados para el puesto, tratando de evitar una desmotivación del trabajador.

- Actualmente VW Navarra se encuentra inmersa en un periodo de cambio de su proceso productivo, la fabricación de modelos de vehículos electrificados supone un reto para la empresa en su conjunto, pues implica a todos sus trabajadores. La forma en la que afectarán las nuevas tecnologías al proceso productivo es una incógnita, pues dependerá de factores como la demanda de los consumidores, las normativas anticontaminación, o del desarrollo y aplicación de otras tecnologías, que hoy no se contemplan o se encuentran todavía inmaduras.

El uso de la tecnología en los procesos productivos traerá cambios que hoy ni siquiera somos capaces de imaginar, igual que alguien que vivió hace 200 años no podría haber imaginado la tecnología con la que hoy en día convivimos. Eso sí, los efectos del uso de esta tecnología deberán estar regulados, para poder avanzar hacia un futuro con mayor bienestar ético, personal y profesional para todos y todas.

## **6.-ANEXOS: GUIONES DE LAS ENTREVISTAS**

### **Entrevista director de ingeniería de planificación.**

- 1 ¿Cómo ha evolucionado la introducción de robots en el proceso de producción en la factoría VW de Navarra?
- 2 ¿Qué procesos de digitalización se utilizan en el proceso de producción? ¿cómo afecta la digitalización de los procesos productivos a los trabajadores?
- 3 ¿Está introducida de algún modo la inteligencia artificial en el proceso productivo?
- 4 Ante un momento de cambio como el actual ¿qué planteamiento siguen para decidir los puestos de trabajo que se pueden robotizar, introducir elementos de digitalización o de inteligencia artificial?
- 5 ¿Qué implica el uso de estas tecnologías a la hora de diseñar un puesto de trabajo en el que máquinas y personas tienen que convivir en un mismo espacio físico?
- 6 ¿Qué medidas están tomando para permitir la adaptación de los trabajadores a los puestos de trabajo en los que se introducen este tipo de tecnologías?
- 7 ¿Qué impacto han tenido la introducción de este tipo de tecnologías en la eficiencia y la productividad de VW de Navarra?
- 8 ¿Cómo ha afectado el uso de este tipo de tecnologías en la seguridad laboral?
- 9 ¿Cómo está cambiando el proceso de capacitación y desarrollo de habilidades para los trabajadores debido a estas tecnologías?
- 10 ¿Cómo está cambiando el proceso de contratación y selección de personal debido a estas tecnologías?
- 11 ¿Cómo ve el futuro en el diseño de los procesos de fabricación de los automóviles?

## **Entrevista presidente comité de empresa VW Navarra.**

- 1 ¿Cómo ha evolucionado la introducción de robots en el proceso de producción en la fábrica VW Navarra desde el punto de vista de los trabajadores?
- 2 ¿Qué procesos de digitalización se utilizan en el proceso de producción? ¿cómo afecta la digitalización de los procesos productivos a los trabajadores?
- 3 ¿Está introducida de algún modo la inteligencia artificial en el proceso productivo? ¿cómo está afectando a los trabajadores?
- 4 ¿Qué impacto tiene el uso de estas tecnologías en los trabajadores?
- 5 ¿A qué desafíos se enfrentan los trabajadores para adaptarse a estas tecnologías?
- 6 ¿Cómo está cambiando el papel de los trabajadores en la fábrica debido a estas tecnologías?
- 7 ¿Afecta el uso de este tipo de tecnologías en la seguridad laboral de los trabajadores?
- 8 ¿Qué estrategias puede seguir el comité de empresa para ayudar a los trabajadores a adaptarse a estas nuevas tecnologías?
- 9 El uso de estas tecnologías en ocasiones puede provocar la desaparición de puestos de trabajo o una transformación para la que algunos trabajadores no están preparados ¿Qué medidas adopta el comité de empresa en estas situaciones?
- 10 ¿Está cambiando el proceso de contratación y selección de personal debido a estas tecnologías? ¿qué papel tiene el comité de empresa en este proceso?
- 11 ¿Cómo ve el futuro del mundo laboral ante los cambios que vienen?

## **7.-BIBLIOGRAFÍA**

- Dorna, E. I. (2018). Industria 4.0: ¿ Cómo afecta la digitalización al sistema de protección social?. Lan harremanak-Revista de relaciones laborales, (40).
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?. Technological forecasting and social change,
- González, J. M. (2021). Factores de riesgo psicosocial en la" Industria 4.0" y en las nuevas formas de organización del trabajo. Seguridad y salud en el trabajo
- Joyanes, L. (2017). Industria 4.0: la cuarta revolución industrial. Alpha Editorial.
- Llopis-Albert, C., Rubio, F., & Valero, F. (2021). Impacto de la transformación digital en la industria automotriz. Previsión tecnológica y cambio social.
- Montero, E. R. (2020). Industria 4.0: Conceptos, tecnologías habilitadoras y retos. Ediciones Pirámide.
- RIFTKIN, Jeremy (2011). La Tercera Revolución Industrial. Cómo el poder lateral está transformando la energía y cambiando el mundo. Barcelona: Paidós.
- ROLAND BERGER/SIEMENS (2016). España 4.0: El reto de la transformación digital de la empresa. Madrid: Roland Berger, 2016.
- Ruiz-Gálvez Juzgado, M. (2018). Los modelos de organización productiva y sus efectos sobre las condiciones laborales: el caso de VW Navarra y su entorno productivo 2000-2015.
- Sánchez, A. L. (2021). Digitalización y robotización del trabajo del futuro: ¿demasiadas grandes esperanzas? Una propuesta para la evaluación empírica de la calidad del trabajo digitalizado). Panorama social, (34), 9-28.
- World Economic Forum. (2016). The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. Global Challenge Insight Report.

## **8.- WEBGRAFIA**

- Alzaga, Aitor y Larreina, Jon, (2016), "¿Qué es la industria 4.0?", interempresas.net, recuperado de <http://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/150900-Que-es-la-Industria-40.html> (acceso:22-04-2023)
- Blanco, R., Fontrodona, J. y Poveda, C. La Industria 4.0: el estado de la cuestión. <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/Revi>

- [staEconomiaindustrial/406/BLANCO,%20FONTRODONA%20Y%20POVEDA.pdf](#) (Acceso 22-04-2023)
- ENAIA, 2023 <https://enaia.ai/es/sectores/inteligencia-artificial-aplicada-en-la-industria/> (acceso: 26-04-2023)
- Foro Económico Mundial: ¿Cuáles son las habilidades que todos los estudiantes necesitan para el 2020?, <https://es.weforum.org/agenda/2016/09/cuales-son-las-habilidades-del-siglo-21-que-todos-los-estudiantes-necesitan/> (acceso: 26-04-2023)
- <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages>
- IFR, <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/one-million-robots-work-in-car-industry-worldwide-new-record> (acceso: 01-05-2023)
- IFR, [https://ifr.org/downloads/press2018/2022 WR extended version.pdf](https://ifr.org/downloads/press2018/2022_WR_extended_version.pdf) (acceso:22-04-2023)
- IFR, <https://ifr.org/industrial-robots> (acceso:22-04-2023)
- McKinsey Global Institute: Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages> (acceso 3-05-2023)
- Navarra. es, <https://www.navarra.es/es/-/nota-prensa/la-presidenta-chivite-celebra-la-declaracion-de-interes-foral-del-proyecto-de-electrificacion-de-la-planta-de-volkswagen-navarra> (acceso: 2-05-2023)
- Noguera, José Antonio, (2014), “La renta básica universal: razones y estrategias”, Fundación Centro de Estudios Andaluces, Junta de Andalucía, recuperado de [https://www.centrodeestudiosandaluces.es/datos/factoriaideas/policypaper\\_5.pdf](https://www.centrodeestudiosandaluces.es/datos/factoriaideas/policypaper_5.pdf) (acceso: 27-04-2023)
- PwC: Industria 4.0: Global Digital Operations Study 2018, <https://www.pwc.es/es/productos-industriales/industria-4-0-global-digital-operations-study-2018.html> (Acceso 26-04-2023)
- Randstad: Previsiones empleo para 2020. <https://www.randstad.es/nosotros/sala-prensa/previsiones-empleo-para-2020/> (acceso: 28-04-2023)
- Safesite: <https://safesitehq.com/es/industrial-robotica/> (acceso: 28-04-2023)
- VW-Navarra.es: <https://vw-navarra.es/> (acceso: 27-04-2023)
- Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Reducci%C3%B3n de la jornada de trabajo](https://es.wikipedia.org/wiki/Reducci%C3%B3n_de_la_jornada_de_trabajo) (acceso: 01-05-2023)