



1.2 INDUSTRIA 4.0

La era de la transformación digital en la industria

No es casual que escuchemos cada vez más el término “Industria 4.0”. Estamos en la antesala de este fenómeno que se llama la cuarta Revolución Industrial, en la que las tecnologías están cambiando radicalmente las formas de producción y los modelos de negocio. Esta guía pretende abrir las puertas de este complejo concepto para ayudarte a entender una realidad que, como alumno/a, será fundamental en tu futuro profesional. De hecho, la Industria 4.0 no es sólo conectividad entre máquinas; va más allá, ya que plantea una transformación global total de los negocios y los procesos productivos, mejorando notablemente aspectos como la eficiencia, la personalización y la sostenibilidad.

Evolución de la industria

Para entender mejor la **Industria 4.0** es imprescindible echar la vista atrás y recordar las grandes transformaciones de la industria a lo largo de la historia. La primera Revolución Industrial, **Industria 1.0**, comenzó a finales del siglo XVIII, hacia 1718, con la invención de la máquina de vapor, mecanizando la producción y convirtiendo los pequeños talleres en grandes fábricas. Después, a finales del siglo XIX, a partir de 1870, vino la **Industria 2.0**, de la mano de la electricidad y las cadenas de fabricación en serie, permitiendo la producción masiva con sistemas como el Fordismo. En la segunda mitad del siglo XX, a partir de 1969, se desarrolló la **Industria 3.0**, trasladando la automatización y robótica a las fábricas mediante ordenadores y primeros controladores lógicos programables (PLC). Por último, tenemos la actual **Industria 4.0**, que viene ganando peso a partir de 2018, basada en la digitalización, la gestión de datos y la interconectividad de los sistemas, creando procesos productivos más inteligentes y autónomos.

Principales pilares de Industria 4.0: La base de la transformación

Esta cuarta Revolución Industrial se basa en una serie de pilares tecnológicos y filosóficos que trabajan conjuntamente de forma sinérgica:

Primero tenemos **la automatización**. A pesar de la automatización de la Industria 3.0, en Industria 4.0 se traslada a un nuevo nivel. No se trata sólo de delegar tareas repetitivas en máquinas, sino de crear sistemas automatizados inteligentes, capaces de adaptarse a los cambios del entorno y de tomar decisiones con autonomía, en base a constantes flujos de datos.

El segundo pilar es **la conectividad**. Máquinas, productos, sistemas y personas están interconectados a través de redes digitales, compartiendo información en tiempo real. El IoT (Internet de las Cosas) es el principal posibilitador de esta conectividad, creando una amplia red de sensores y dispositivos inteligentes.

En tercer lugar, y quizá lo más importante, está la capacidad de **tomar decisiones basadas en datos**. Se recoge, procesa y analiza el enorme volumen de datos (Big Data) que genera la



conectividad para identificar patrones, hacer previsiones y optimizar continuamente los procesos productivos. Los datos se convierten en activos estratégicos de las empresas.

Principales tecnologías habilitantes: Las herramientas de la revolución

La industria 4.0 es posible gracias a la unificación y madurez de diversas tecnologías disruptivas. Estas tecnologías son los motores que impulsan esta transformación y su comprensión es fundamental:

- **IoT (Internet de las Cosas):** Esta tecnología es fundamental para construir el pilar de la conectividad. El IoT permite conectar cualquier "cosa" u objeto físico (desde una máquina hasta un producto de consumo) a Internet mediante sensores, actuadores y capacidades comunicativas. De esta forma, estos objetos pueden recoger, enviar y recibir datos interactuando con el entorno y otros sistemas. Un dispositivo IoT integra básicamente un objeto físico, electrónica de procesamiento de datos y un módulo de comunicación. Los datos generados por estos dispositivos se envían a una plataforma IoT en la que se almacenan, analizan y gestionan para posteriormente lanzar órdenes o acciones.
- **Big Data y analítica de datos:** el flujo constante de datos que generan los dispositivos IoT y otras fuentes digitales alimenta el fenómeno Big Data. Hay varios factores que caracterizan el Big Data: **Volumen**, que representa una cantidad enorme de datos, pudiendo ser millones de fotografías, vídeos, lectura de sensores y mensajes; **Diversidad**, porque los datos pueden ser de múltiples formatos (texto, imágenes, vídeos, audios, datos estructurados y no estructurados); **Variabilidad**, porque los datos surgen y cambian continuamente y a gran velocidad, por ejemplo, predicciones meteorológicas o mensajes en redes sociales; **Almacenamiento** en la nube, se hace imprescindible para almacenar estas grandes cantidades de datos de forma accesible y escalable, ya no sólo en ordenadores locales; **Complejidad**, porque muchos datos están interrelacionados y es un reto gestionar las relaciones entre ellos; **Globalidad**, porque los datos pueden proceder de fuentes de todo el mundo, no sólo de nuestro entorno; **Diversidad de fuentes**, porque la información proviene de diferentes dispositivos y plataformas (teléfonos, sensores industriales, redes sociales, sitios web); y **La ambigüedad de datos**, porque no son complejos, interpretaciones complejas. Se utilizan técnicas de análisis de todos estos datos (analítica de datos) para extraer información oculta y conocimiento valioso.
- **Inteligencia artificial (IA):** La inteligencia artificial utiliza algoritmos y modelos computacionales para proporcionar a las máquinas capacidades cognitivas similares a las de los humanos, como aprender, razonar, resolver problemas y tomar decisiones. En Industria 4.0, la IA es fundamental para extraer conocimiento de grandes conjuntos de datos y optimizar automáticamente los procesos. Las empresas pueden crear sus propios modelos de inteligencia artificial para fines específicos. Las aplicaciones de IA en la industria son múltiples: por ejemplo, los sistemas de visión artificial pueden detectar errores en las cadenas de producción en tiempo real; los sistemas pueden contar



elementos para gestionar el inventario; clasificar automáticamente productos o componentes en función de diferentes características; y comprobar la calidad con mayor precisión y velocidad que la supervisión humana.

- **Robótica avanzada:** Aunque los robots de Industria 3.0 eran rígidos y de programación fija, los robots de Industria 4.0 son mucho más avanzados. Sus principales características son: **Adaptabilidad**, por su capacidad de adaptación a los cambios y situaciones imprevistas del entorno, gracias a sensores avanzados e IA; **Inteligentes**, porque pueden aprender y tomar decisiones por sí mismos; **Colaborativas** (llamadas "cobots" o "collaborative robot"), porque están diseñadas para trabajar de forma segura con los humanos en un mismo espacio, sin necesidad de barreras físicas; **Móviles**, porque pueden moverse con autonomía en espacios de fábrica o almacén (AGV - Automated Guided Vehicles, AMR - Autonomous Mobile Robots); y **Autónomos**, porque son capaces de llevar a cabo tareas complejas con una mínima intervención humana.
- **Gemelos Digitales (Digital Twins):** El gemelo digital es la réplica virtual exacta de un producto, proceso o sistema físico. Con los datos recibidos de los sensores que existen en la realidad física se alimenta constantemente, lo que permite que el modelo virtual refleje en todo momento el estado del sistema físico. La lógica y las simulaciones desarrolladas en los gemelos digitales se pueden aplicar después en el sistema real. Esta tecnología tiene múltiples aplicaciones: Permite la puesta en marcha virtual (Virtual Commissioning), es decir, antes de poner en marcha físicamente una nueva máquina o instalación, para probar y optimizar virtualmente su funcionamiento; Es una herramienta muy valiosa para la educación y la formación, ya que el alumnado puede experimentar en un entorno seguro y controlado; Facilita la mejora de los diseños, ya que se pueden probar virtualmente los cambios y evaluar su impacto antes de la fabricación física; y en otros ámbitos como el mantenimiento predictivo o la monitorización de procesos.
- **Ciberseguridad:** En la medida en que todos los sistemas están conectados y digitalizados, la ciberseguridad se convierte en un reto crítico. Las fábricas están cada vez más digitalizadas, lo que supone un gran movimiento de datos sensibles a través de las redes, tanto internas (OT - Operational Technology) como externas (IT - Information Technology). Desafortunadamente, los hackers están atacando cada vez más fábricas con la intención de robar datos, secuestrar sistemas (ransomware) o bloquear máquinas de producción. Un ciberataque puede tener consecuencias catastróficas, como parar por completo la producción, causar grandes pérdidas económicas, dañar la reputación de la empresa o incluso poner en peligro la seguridad de los trabajadores.
- Entre los principales riesgos está **el uso de contraseñas débiles**, que facilita a los hackers el acceso a los sistemas; la falta de **conexiones seguras** conlleva el riesgo de que los datos sean robados en la vía; los trabajadores pueden cometer **errores involuntarios**, como conectar una USB contaminada o abrir mensajes sospechosos de phishing; y las **máquinas conectadas en la red** pueden ser interceptadas mediante un ataque.



Por ello, es imprescindible implementar medidas de ciberseguridad sólidas como:

- **Utilizar contraseñas fuertes** (combinando al menos 12 caracteres, números, mayúsculas y caracteres especiales)
 - **Se debe implantar MFA** (Multi-Factor Authentication) para el control de acceso; se recomienda utilizar gestores de contraseñas (Bitwarden, 1Password, KeePass...)
 - Conectarse a redes privadas a través de **VPN (Virtual Private Network)**
 - Utilizar **la encriptación de datos** (algoritmos como AES-256, TLS 1.3)
 - El uso de **HTTPS en sitios y servicios debe ser obligatorio**
 - **Formar en seguridad** a todo el personal
 - Se deben establecer **filtros para la detección de phishing**
 - Se debe establecer un **control y bloqueo de accesos USB** cuando sea necesario
 - Instalar y mantener actualizados los sistemas **Firewall e IDS/IPS** (Intrusion Detection/Prevention Systems) (por ejemplo, pfSense, Snort, Suricata)
 - Por último, **la segmentación de las redes OT e IT** es muy importante para dificultar el despliegue de un ataque de una red a otra.
-
- **Computación en la nube (Cloud Computing):** Tecnología que permite almacenar y procesar datos y aplicaciones en servidores por Internet sin necesidad de que las empresas gestionen su propia infraestructura informática. Esto implica flexibilidad, escalabilidad y reducción de costes.
 - **Realidad virtual (VR) y realidad aumentada (AR):** la VR sumerge al usuario en un entorno creado por ordenador y AR proyecta información digital (texto, imágenes, modelos 3D) sobre el mundo real. Ambas tecnologías tienen aplicaciones interesantes en la industria, como la formación de los trabajadores, la ayuda guiada para el mantenimiento, el diseño de productos y prototipos virtuales.

Extensión del concepto Industria 4.0 a otros sectores

Los principios y tecnologías de Industria 4.0 no se limitan exclusivamente al sector de fabricación, sino que se están extendiendo a otros muchos ámbitos, dando a cada uno su versión “4.0”. Por ejemplo, **Agricultura 4.0** utiliza sensores, drones, GPS y análisis de datos para optimizar la gestión de los cultivos y hacer más eficiente y sostenible la producción de alimentos. El concepto de **Construcción 4.0** incluye tecnologías como BIM (Building Information Modeling), robótica y prefabricación para hacer los procesos constructivos más eficientes, seguros y de mayor calidad. **La educación 4.0** utiliza las tecnologías digitales para personalizar los procesos de aprendizaje, fomentar la interactividad y desarrollar competencias digitales. Y ya hemos empezado a hablar del concepto de **Industria 5.0**, donde la estrecha colaboración entre el trabajador humano y las máquinas inteligentes y el bienestar de las personas se ponen en el centro, poniendo la tecnología al servicio del ser humano de una forma más sostenible e inclusiva.



Ventajas y retos: las dos caras del cambio

La implantación de Industria 4.0 ofrece muchas ventajas a las empresas y a la sociedad, pero al mismo tiempo plantea importantes retos y la búsqueda de un equilibrio entre ambos aspectos es fundamental.

Por un lado, existen notables ventajas: **aumentar la eficiencia** optimizando los procesos y mejorando el uso de los recursos; **reducción de costes** gracias a la automatización y reducción de errores; **calidad mejorada** mediante sistemas avanzados de monitorización y control; **tiempos más cortos** de lanzamiento de nuevos productos y servicios; permitir la **personalización masiva** de los productos adaptándolos a las necesidades específicas de los clientes; **tomar mejores decisiones** basadas en datos; y, en consecuencia, un **aumento de la productividad**.

Por otro lado, los retos tampoco son pequeños:

- Se necesita una **gran inversión económica** para el acceso e implantación de las nuevas tecnologías, especialmente para las pymes
- La **formación y adaptación de los trabajadores** es imprescindible, ya que se necesitan nuevas capacidades digitales
- Los **riesgos de ciberseguridad** aumentan con la interconectividad de los sistemas
- La necesidad de **integrar los diferentes sistemas y tecnologías** puede ser compleja
- y, por último, se necesita **un cambio cultural y estratégico** dentro de la empresa, promoviendo nuevas formas de trabajo y mentalidad digital

Implantación de la industria 4.0 en todas las empresas: ¿oportunidad universal o salto selectivo?

La pregunta clave es si Industria 4.0 se puede implantar en todas las empresas. La respuesta es sí, en principio se pueden aplicar los conceptos de Industria 4.0 a todos los tipos y tamaños de empresa, pero con matices importantes. No es un salto que tengan que dar todas las empresas al mismo tiempo y de la misma manera. El tejido empresarial del País Vasco, por ejemplo, está formado en gran medida por microempresas y pequeñas empresas que pueden tener mayores dificultades para asimilar estas tecnologías complejas y costosas.

Por ello, cada empresa debe plantearse una serie de preguntas importantes antes de iniciar el proceso de digitalización:

- **¿Qué problemas concretos quiero solucionar** a través de estas tecnologías? Definir con claridad los objetivos es fundamental.
- **¿Qué recursos (económicos, técnicos, humanos)** tengo para afrontar este proyecto?
- **¿Están los trabajadores, la dirección y otros agentes de la empresa dispuestos al cambio** y a participar en este proceso? La gestión del cambio es crítica.



- **¿Cuáles son mis prioridades en digitalización?** ¿Dónde conseguiré el mayor impacto para empezar con la menor inversión? Conviene ir paso a paso, empezando por los proyectos piloto.

Modelo Industria 4.0: Del modelo piramidal ISA-95 a la red interconectada

Tradicionalmente, la automatización industrial se ha organizado según el modelo piramidal ISA-95. En este modelo se distinguían, de abajo a arriba, los diferentes niveles: **Field Level** (sensores y actuadores); **Nivel de Control** (PLCs, DCS); **Supervisión** (sistemas SCADA); **Planificación** (sistemas MES/MOM); y **Gestión** (sistemas ERP). La comunicación entre estos niveles era jerárquica y a menudo limitada.

La Industria 4.0 transforma este modelo. La pirámide se aplana y se convierte en una red interconectada en la que se integran completamente los sistemas TC (Tecnologías de la Operación, sistemas de fábrica) e IT (Tecnologías de la Información, sistemas empresariales). Los datos se mueven con mayor libertad entre todos los niveles e incluso entre los sistemas, tanto en el local (On-Premise) como en los sistemas de Edge Computing (procesamiento de datos cerca del lugar donde se generan), como en la Nube Privada o Nube Pública. Este cambio aporta mayor flexibilidad, eficacia y capacidad de decisión.

Formación para el Futuro Digital

La industria 4.0 no es sólo una cuestión de futuro, está aquí y está transformando profundamente la realidad industrial y económica de nuestro entorno. Como alumno/a, es fundamental entender este nuevo paradigma, conocer sus tecnologías y desarrollar una actitud proactiva de aprendizaje y adaptación permanente. Vuestra formación y vuestras competencias digitales serán una de las claves para tener éxito en el mercado laboral del futuro.

(última actualización: 03/06/2025)

Viceconsejería de Formación Profesional del Gobierno Vasco. Este trabajo cuenta con la Autorización Internacional Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0).

