

# La Industria 4.0 o cuarta revolución industrial

- Manuel José López Morales
- [manueljose.lopez.morales@alumnos.upm.es](mailto:manueljose.lopez.morales@alumnos.upm.es)
- Estudiante de Máster habilitante (posgrado) en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid

Todos los profesionales del sector TIC y de los distintos tipos de industria, sobre todo los de la industria manufacturera, están hablando y trabajando en torno a este concepto. Todos los días aparece una nueva noticia en las secciones de “Tecnología” o incluso en las de “Economía” de muchos periódicos digitales. Se puede deducir por tanto, de acuerdo al *Hype Cycle of Gartner*, que esta Industria 4.0 se encuentra en el pico de expectativas sobredimensionadas (*Peak of Inflated Expectations*, en Ingles). Pero, ¿qué es la Industria 4.0?

El concepto Industria 4.0 (también señalado como “Industria Inteligente”) corresponde a una nueva forma de organizar los medios de producción. Se pretende poner en marcha un gran número de “fábricas inteligentes” capaces de una mayor adaptabilidad a las necesidades y a los procesos de producción, así como de una asignación más eficaz de los recursos, abriendo la vía a una “Cuarta Revolución Industrial”. Este concepto nació en Alemania, pertenece a las políticas industriales alemanas y trata de conseguir que las tecnologías como el *Big Data*, el *Cloud Computing* o el *3D printing*, entre otras, sean aplicadas en las empresas, sobre todo en las pequeñas y en las medianas. Según un estudio realizado por Accenture en Enero de 2015, esta nueva revolución industrial podría aumentar en 14.2 billones de dólares la economía mundial en los próximos 15 años.

Las bases tecnológicas en las que se apoya esta nueva revolución industrial son: el *Internet of Things*, los *Cyber-Physical Systems*, el *Internet of Services*, la *Maker Culture* y la Fábrica 4.0. Pero la Industria 4.0 es más que eso, enfatizando la idea de una creciente y adecuada digitalización y coordinación cooperativa en todas las unidades productivas de la economía.

La llamada Industria 4.0 implica, en buena medida, un grado de automatización y de digitalización de las fábricas. Recurriendo a Internet y a los *Cyber-Physical Systems*, es decir recurriendo a redes de comunicaciones capaces de controlar objetos físicos, se pueden ir modernizando las plantas fabriles hasta transformarlas en fábricas inteligentes caracterizadas por una intercomunicación continua e instantánea entre las diferentes estaciones de trabajo que componen las propias cadenas de producción, de aprovisionamiento, y de empaque y despacho. Las modernas tecnologías de la información y la comunicación ayudarán a predecir las posibilidades de aumentar la productividad, la calidad y la flexibilidad en la industria manufacturera y de este modo entender las ventajas dentro de la competencia. La utilización de sensores aporta a las máquinas y herramientas de la planta, una capacidad de autodiagnóstico de su situación actual que permite un control a distancia asegurando tanto su posible retirada de servicio como su mejor integración en el sistema productivo global.

Agregando inteligencia a las herramientas y máquinas de una fábrica así como a otros elementos tales como depósitos y existencias de materias primas y de productos semielaborados, y asegurando enlaces y comunicaciones a través de una red interna estando también conectada con el exterior, se introduce gran flexibilidad en el proceso productivo y gran capacidad de adaptación a situaciones fortuitas, todo lo cual puede contribuir al aumento y a la mejora de la producción.

Las particulares necesidades y conveniencias de consumidores finales o clientes, así como de intermediarios, proveedores, y asociados, que de alguna manera se encuentren relacionados o involucrados con el proceso productivo en sí, pueden contemplarse mejor a través de un cierto grado de personalización o de adaptación. Por ejemplo, modificando algunas características de los productos que les van a ser entregados, o asegurando ciertas fechas de entrega o ciertos plazos de entrega. Por lo tanto, así es posible manejar una producción a gran escala, con productos bastante personalizados según las necesidades particulares, no siendo necesario mantener stocks exageradamente voluminosos, y pudiendo asegurar un buen grado de satisfacción a todos o a la mayoría de los clientes. Un ejemplo que existe actualmente similar a esto, aunque no de manera tan desarrollada como plantea esta nueva revolución industrial, es el de las zapatillas personalizadas de Nike. Esta empresa permite que los usuarios, a través de su aplicación web, personalicen un par de zapatillas a su gusto, para luego recibirlas en su casa listas para usar.

El uso de robots humanoides en las fábricas para realizar las labores físicas que actualmente realizan las personas (transporte de cajas, apilamiento de productos...), de impresoras 3D para elaborar los productos (o las piezas de los productos finales) y de drones para realizar el transporte de productos desde la fábrica donde se produzcan hasta los clientes que los hayan comprado serán los tres aspectos que mayor impacto tendrán a nivel de logística y cadena de suministro en esta 4ª Revolución Industrial.

Las tecnologías de impresión aditiva van a jugar un papel muy activo en esta nueva revolución industrial, pues facilitan la personalización de productos y procesos. La impresión 3D permite fabricar productos y, más importante aún, partes de productos que contribuyen a personalizar otros productos y servicios. No hace falta que todo el producto sea nuevo, basta con poder fabricar partes del producto que permitan la diferenciación del mismo, vía prestaciones técnicas, o por medio de diseños que se adecúen a la personalidad del cliente. Esta modalidad de fabricación supone una nueva revolución industrial, íntimamente relacionada con la informática y es la pieza angular de la fábrica de la era digital y del futuro industrial de los países desarrollados al permitir, entre otras ventajas, prescindir de herramientas y utillajes de fabricación, reproducir cualquier geometría que el ser humano pueda imaginar, ofrecer una respuesta inmediata a las cambiantes necesidades del mercado, y atender a la creciente demanda de diferenciación y personalización de los productos.

Industria 4.0 e Impresión 3D forman un matrimonio de éxito, beneficioso para ambos: más allá de la personalización de productos y servicios, la fabricación aditiva abre un abanico de nuevas posibilidades para la nueva industria, facilitando nuevos diseños antes inimaginables con las tecnologías clásicas de fabricación.

Este nuevo paradigma industrial se ha producido gracias al uso de las nuevas tecnologías. Las fábricas se están convirtiendo en plantas digitalizadas y robotizadas. Ya no es algo “futurista” ver cómo los diferentes procesos están interconectados y las máquinas interactuarán entre sí y con las personas.

En la Industria 4.0, las personas siguen siendo esenciales. Por un lado, serán las encargadas de conceptualizar y diseñar el producto, además de decidir la forma de producirlo (simulan y comparan las diferentes opciones de producción) y proponer la opción más apropiada. Como paso final, tendrán que seleccionar el modelo de producción e implementarlo.

Y ahora que sabemos qué es la industria 4.0, ¿cuál va a ser la tecnología de comunicaciones disruptiva que va a permitir que todos estos componentes y tecnologías innovadoras se interconecten y comuniquen entre sí de manera efectiva y eficiente? Pues una de las tecnologías de comunicaciones que va a ser clave en el futuro de estas industrias es el sistema de comunicaciones móviles de quinta generación o 5G.

Este sistema proveerá de “ubicuidad virtual”, “ancho de banda ultra grande” y “conectividad” no solo a usuarios individuales sino también a objetos conectados a la red. En la Industria 4.0, los negocios dinámicos y los procesos de la ingeniería permiten cambios de última hora en la producción y favorecen la capacidad a la hora de responder a las interrupciones y a los fallos en nombre de los proveedores. Por ejemplo, la transparencia extremo a extremo está provista sobre el proceso de fabricación, lo que facilita la toma de decisiones optimizada.

Las tecnologías de transmisión de la información como el 5G llegarán en el momento justo para posibilitar que se haga realidad el internet industrial, y con ello la Industria 4.0. Es un punto importante el de las comunicaciones, y el movimiento de datos es una parte importante de ellas. Debido a la gran cantidad de dispositivos conectados y en comunicación de este nuevo paradigma industrial, las cantidades de datos generadas y transmitidas van a ser enormes. Habrá que manejar datos de control, de monitorización, de información, de peticiones de clientes, de operarios en las fábricas... Hay muchísimos “agentes” en un entorno industrial perteneciente a la industria 4.0, entendiendo al agente como un elemento generador de datos e información y que comunica con otros agentes. Está claro que conforme la tecnología de comunicaciones sea mejor seremos capaces de crear más innovación. Es una tecnología crítica sin duda.

Lo importante a resaltar de esta tecnología de quinta generación es que es óptima para la Industria 4.0 y va a ayudar a la implantación de la misma a mayor velocidad, por los grandes anchos de banda que maneja (altas velocidades de transferencia de datos), las bajísimas latencias (que permiten realizar tareas en tiempo real), la capacidad de direccionamiento de muchísimos equipos (IPv6), la virtualización (que permite altísimas capacidades de procesamiento de información al encontrarse los equipos en granjas de servidores) y la optimización para el uso de estas tecnologías para el *Internet of Things*. Una de las aplicaciones básicas que tendrá este 5G son las comunicaciones máquina a máquina (como hemos comentado anteriormente), que es el pilar fundamental de la Industria 4.0.

Como el 5G aporta bajísimas latencias (podemos hablar de capacidad en tiempo real) y anchos de banda enormes, será muy importante para otras aplicaciones actualmente muy relevante para muchos gobiernos y también englobables dentro de la industria 4.0 (si ampliamos el concepto al concepto del *Industrial Internet* manejado en EEUU) como los *smart cars*, que para prevenir un accidente deben tener tiempos de respuesta que sean casi cero, o las *Smart cities*, que necesitan una capacidad de direccionamiento de dispositivos y de movimiento de datos brutal.

Además de esto, 5G va a permitir conectar de manera muy eficiente una grandísima cantidad de sensores descentralizados y otros componentes también descentralizados como serán las impresoras 3D. Con estos se manejarán ingentes cantidades de datos, por lo que será necesario tener un grandísimo ancho de banda (mayor eficiencia espectral y mayor cantidad de espectro) y una grandísima capacidad de computación (*Cloud Computing*). Todo esto va, de nuevo, en relación con el *Internet of Things* y con las capacidades del 5G.

La última pieza podría ser la coordinación de múltiples fábricas, de múltiples centros de servicios, para automatizar y orquestar las diferentes partes. En el futuro, el cliente solicitará un producto en la web, incluso podrá diseñarlo, el sistema podrá conocer cuál es el mejor sitio para fabricarlo, lo calculará a partir de aspectos como el tipo de producto que el cliente pide, su localización, la capacidad de las diferentes fábricas, las actividades en que cada una de esas fábricas están especializadas y tomará la decisión.

Además de esta nueva tecnología de comunicaciones que es el 5G, ¿hay algún elemento más que se nos ha podido pasar por alto pero que va a ser muy importante a la hora de favorecer el desarrollo de la tan llamativa Industria 4.0? En efecto, no podemos olvidarnos del código abierto y el papel fundamental que va a jugar en este contexto de cuarta revolución industrial.

El desarrollo e implantación de la Industria 4.0 se van a ver muy favorecidos con los estándares abiertos, el código abierto y la interoperabilidad. Debido a que las interacciones entre los elementos de la industria producirán un intenso intercambio de datos e información, será necesario crear estándares abiertos de comunicación, así como estándares en cuanto al formato de los datos, su almacenamiento y análisis.

Una arquitectura abierta y el soporte para un amplio rango de software y hardware son beneficios cruciales en un ambiente de investigación e innovación. Esto posibilitará que cualquier empresa o grupo de interés del sector industrial europeo pueda utilizar libremente los estándares para integrar su máquina o equipo en la red proporcionada por otro proveedores, a fin de construir un sistema integrado completo de fabricación, conservando el margen suficiente para invertir, innovar y ofrecer empleos de calidad a sus trabajadores. Los estándares deben por lo tanto ser una infraestructura abierta, común para todo el sector europeo industrial y para uso de todos: fabricantes de equipos, integradores, usuarios y operadores de mantenimiento.

En el Workshop "*Innovation in Digital Manufacturing*" organizado en enero de 2015 por la DG CONNECT, A3 de la Comisión Europea se llegó a la conclusión de que es necesaria la

creación de una plataforma paneuropea para la manufactura digital. La clave del desarrollo de la Industria 4.0 es la creación de aplicaciones para la misma, a través de la creación de una plataforma base que puede ser propietaria, y el uso del código abierto para la creación de estas aplicaciones (como es el caso de la plataforma Android), ya que con esto cualquier usuario que sepa desarrollar aplicaciones podrá hacerlo de forma gratuita, contribuyendo así al avance de la Industria 4.0. Es decir, el término *OpenSource* es muy importante en esta Industria 4.0.

Los cuatros avances tecnológicos que más están impactando en los nuevos modelos de producción, fabricación, organización y distribución industrial son:

- El espectacular crecimiento en los volúmenes de datos, la potencia de cálculo y la conectividad, especialmente de las nuevas redes de bajo consumo y de amplio rango.
- El surgimiento de la capacidad de análisis y de inteligencia de los negocios.
- Nuevas formas de interacción hombre-máquina, tales como interfaces táctiles y sistemas de realidad aumentada.
- Las mejoras en la transferencia de instrucciones digitales al mundo físico, como la robótica avanzada y la impresión 3D.

En todos estos ámbitos el software y el hardware abiertos se han convertido en la fuerza impulsora de la innovación tecnológica. Sin embargo, es conveniente hacer hincapié en el papel que juegan las tecnologías abiertas en ámbitos tecnológicos claves para el desarrollo de la nueva fabricación avanzada, como el *Big Data*, el *Internet of Things*, el *Cloud Computing* o la Robótica. Por ejemplo, en el ámbito del *Big Data*, el *open source* está liderando el desarrollo de las soluciones más avanzadas. El código abierto es la base de varios sistemas operativos claves y componentes de software, y muchos centros de datos se están ejecutando en código abierto. Hagamos lo que hagamos en la Web, nos conectamos con código *open source*. El código abierto está revolucionando el futuro de la informática, la conectividad y el *Internet of Things*, ámbitos tecnológicos cruciales en el sector de la producción manufacturera.

Pero bien, ¿quiénes son los principales actores en esta nueva revolución industrial?

Como ahora mismo no existe ninguna plataforma ni ningunos estándares establecidos para los equipos y procesos de esta Industria 4.0, aquel que consiga ser el primero en crearlos, ganará un enorme ventaja competitiva respecto del resto. EEUU, Europa y China son los ejemplos más importantes de los participantes en el desarrollo de esta Industria 4.0.

Europa tiene más capacidad de obtener la victoria en esta “batalla” que el resto de competidores. Esto es debido a que países como Alemania, creador del término Industria 4.0, tiene un enorme conocimiento y experiencia dentro de la industria de la manufacturación. Aun así, como cada país de la UE vela por sus propios intereses, será EEUU el que probablemente gane la batalla ya que allí se encuentran empresas como Intel, IBM, Apple, Google... gigantes tecnológicos contra los que las empresas europeas no pueden competir. Además de esto, el gobierno de EEUU está promoviendo una serie de iniciativas a favor del desarrollo de la Industria 4.0 (que para ellos es el *Industrial Internet*), lo que sitúa a Europa en una clara posición de desventaja. La solución para que Europa consiga vencer a EEUU pasa por crear un mercado digital único en toda Europa, el actualmente conocido como “Mercado Único Digital”.

De esta forma será mucho más sencillo establecer relaciones de cooperación y desarrollo entre los países europeos y entre empresas europeas.

Es el momento de hacer que el mercado único Europeo se ajuste a la era digital, tirando barreras regulatorias y cambiando de 28 mercados nacionales a un único mercado internacional. Esto podría suponer un aumento de 415 billones de euros a la economía europea y la creación de cientos de miles de nuevos puestos de trabajo. La estrategia para el “Mercado Único Digital” está compuesta por 3 pilares fundamentales: mejorar el acceso de los consumidores y las empresas a los bienes y servicios digitales, crear el entorno en el que puedan prosperar las redes y servicios digitales, y crear una economía y sociedad digitales en Europa con potencial de crecimiento a largo plazo

Tras todo esto podemos llegar a una serie de conclusiones muy importantes, y que resumimos en los tres siguientes párrafos.

Se está produciendo un grandísimo movimiento en torno a las industrias y a la tecnología que está derivando en la aparición de un nuevo concepto de fábrica conocida como la fábrica digital. En esta fábrica digital van a jugar un papel fundamental una serie de tecnologías modernas, englobables todas dentro de las tecnologías de la Información y las Comunicaciones, muy novedosas y rompedoras como son las impresoras 3D, el *Big Data*, el *Cloud Computing*, los sistemas ciberfísicos y los robots humanoides, entre otras.

Además, muy probablemente, todas estas tecnologías van a estar en constante comunicación e interacción entre sí y con elementos externos de control, a través de las tecnologías de comunicaciones móviles de 5ª generación. Las fábricas se comunicarán entre sí y con los usuarios, para aumentar la eficiencia y permitir la fabricación de productos personalizables con una enorme eficiencia. Tan importante será la tecnología o tecnologías de comunicaciones empleadas como el esfuerzo por adoptar estándares abiertos que faciliten el desarrollo libre de productos y aplicaciones para las nuevas industrias digitales.

En este entorno de cambio hay una serie de actores que quieren sacar provecho, y únicamente el más rápido y el que mejor se adapte a los factores será el vencedor. Europa y EEUU son los principales actores en conflicto, y la victoria de Europa pasa claramente por la creación de un mercado único digital en el viejo continente. Unir fuerzas entre los países miembros de la Unión Europea es la clave del éxito para Europa. Veremos a ver qué ocurre.