

Mario Buisán*

Fernando Valdés**

LA INDUSTRIA CONECTADA 4.0

Este artículo aborda las implicaciones del concepto Industria 4.0 y sus efectos en el conjunto de la economía, y en particular, en la industria española. Comenzando por una explicación de lo que es la Cuarta Revolución Industrial, se profundiza, a continuación, en sus distintas dimensiones y en los resultados que la transformación digital puede suponer para nuestras empresas industriales. Finalmente se analizan los retos fundamentales que afronta la industria en su digitalización, examinando las respuestas que desde la Secretaría General de Industria y de la Pyme se están dando para afrontar dichos retos, siguiendo la líneas establecidas por el marco de actuación de la estrategia Industria Conectada 4.0.

Palabras clave: digitalización de la industria, Cuarta Revolución Industrial.

Clasificación JEL: O33, P160.

1. Introducción: la Industria 4.0

Empieza a existir un consenso generalizado sobre el hecho de que estamos viviendo tiempos de cambios profundos, acelerados, y sobre todo disruptivos, que están afectando y van a afectar de manera radical a la industria española, a todos sus sectores y a todas las empresas que forman nuestro tejido empresarial industrial. Cambios que vienen provocados por la revolución tecnológica y digital que se viene desarrollando desde finales del Siglo XX y que están haciendo que tecnologías como la impresión 3D, la realidad virtual,

el *big data*, el Internet de las cosas, la robótica avanzada y colaborativa o la sensórica, se estén combinando para dar lugar a la Cuarta Revolución Industrial. Una revolución, cuya diferencia frente a las anteriores radica, por un lado, en que esas tres revoluciones previas introducían mayores o menores mejoras en los procesos productivos a lo largo de la cadena de valor y, sin embargo, ninguna de ellas demostró la capacidad transformadora que supone la interconexión de máquinas, productos, proveedores y millones de consumidores; y por otro lado, porque la transformación que se está produciendo tiene como signos también distintivos la gran velocidad con la que se está desarrollando y el marco de conectividad integral en el que está teniendo lugar.

El término Industria 4.0 se refiere a la denominada Cuarta Revolución Industrial, impulsada por la

* Director General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa.

** Subdirector General de Digitalización de la Industria y Entornos Colaborativos.

transformación digital, y significa un salto cualitativo en la organización y gestión de la cadena de valor del sector. La Primera Revolución Industrial vino marcada por el paso de la producción artesanal al desarrollo de la maquinaria y la fabricación en mayor escala. La segunda, por la utilización de la energía eléctrica y la producción masiva en cadenas de montaje. La tercera, por la automatización de la fabricación y la informatización de las empresas industriales. Esta Cuarta Revolución Industrial consiste en la introducción de las tecnologías digitales en la industria.

La Industria 4.0 surge por tanto como una nueva revolución industrial, y consiste, en síntesis, en incorporar las nuevas tecnologías o habilitadores digitales a la industria. En este sentido, la transformación digital supone todo un desafío para la industria española, pero debe señalarse que también ofrece una gran oportunidad para mejorar nuestra posición competitiva.

La industria está por tanto abocada a una transformación digital que afectará a todas las empresas. Todas tendrán la necesidad de adaptarse y cambiar hacia un modelo industrial en el que la innovación sea colaborativa, los medios productivos estén conectados, las cadenas de suministro estén integradas y los canales de distribución y atención sean digitales. En definitiva, se han de convertir en industrias inteligentes y conectadas.

2. Los efectos de la transformación digital en la industria

La adaptación hacia el nuevo modelo industrial debe comenzar por considerar la digitalización como una oportunidad para adaptar o crear nuevos procesos, productos y modelos de negocio.

La digitalización constituye por tanto una inaplazable ocasión para la mejora de la competitividad de la industria española en un mercado cada vez más global. La digitalización de los procesos industriales incrementa la competitividad de las empresas a través del aumento de su productividad: en este sentido,

debe destacarse el papel que ha adquirido la digitalización como nuevo factor de competitividad de la industria, posiblemente el más determinante en el actual contexto económico.

La transformación digital puede impactar en numerosas áreas de desarrollo y funcionamiento de las empresas, de las que se pueden citar algunas, como las siguientes:

— La posibilidad de realizar mantenimiento predictivo, lo que reduce la frecuencia e impacto negativo de los fallos en la producción.

— La reducción de los índices de frecuencia y la gravedad de los accidentes laborales, lo que a su vez reduce el absentismo laboral, permitiendo abordar desde ópticas novedosas la prevención de los nuevos riesgos en el trabajo derivados del auge de las nuevas tecnologías digitales y de los nuevos modelos de producción.

— El aumento de la hiperconectividad, que permite a los clientes tener acceso inmediato a la oferta de empresas industriales en cualquier momento y lugar.

— La producción de manufacturas más inteligentes y conectadas, con nuevas funcionalidades que incrementen el valor del producto puesto en el mercado.

La revolución que se deriva de la introducción de la Industria 4.0 en las empresas impacta en todas las dimensiones de la organización industrial. En primer lugar, en el *proceso*: la transformación digital aplicada a los procesos supone incorporar tecnologías 4.0 para hacerlos más eficientes y flexibles, ya sea mediante una optimización de los ya existentes o un cambio de los mismos. Un ejemplo sería la impresión 3D, que hace posible la producción de prototipos mucho más rápidamente y agiliza el proceso de diseño. Por otro lado, la robótica permite flexibilizar los procesos para que estos se adapten mejor a los requisitos de los clientes. Así, la aplicación de tecnologías digitales garantiza una mayor eficiencia (optimización de recursos energéticos o materias primas y reducción de costes), mayor flexibilidad (posibilidad de personalizar los productos) y la reducción de plazos (acortando el tiempo de espera del cliente para obtener su compra).

También redefine, en segundo lugar, el tipo de *producto* industrial: la digitalización de los productos de la industria puede suponer la incorporación de tecnología a los ya existentes, mejorando así sus funcionalidades, o permitir la aparición de otros nuevos. Un ejemplo que lo ilustra es el automóvil y su evolución hacia la integración con la electrónica y los componentes digitales, que en los nuevos desarrollos ya representa el 45 por 100, si no más, del valor del producto¹. Cada vez se hace más patente la servitización de los productos industriales como estrategia competitiva. Tal como afirma Bart Kamp, «La servitización se refiere, en su origen, a la tendencia entre las empresas industriales a ir basando sus negocios de forma creciente en los servicios para así ganar competitividad. Esto, en primer lugar, porque la servitización actúa como aglutinador y enlace entre varias de las megatendencias actuales, tales como la agenda digital, la innovación en modelos de negocio y la cocreación de valor. En segundo lugar, y aunque pueda sonar paradójico, porque servitización es un concepto muy apropiado para los actuales tiempos, en los que se reclama mayor atención y seguimiento de la industria. Se entiende, pues, que las empresas manufactureras no solamente tiendan a ofrecer cada vez más propuestas de valor al mercado, integrando una capa de servicios (mantenimiento, asesoramiento, formación, etc., sino que también busquen un mayor grado de interacción y complicidad entre el ofertante y el cliente»².

Finalmente, la digitalización afecta de manera muy especial al *modelo de negocio* de nuestra industria: la Industria 4.0 y sus tecnologías también posibilitan la aparición de nuevos modelos de negocio, al cambiar el modo en que se pone a disposición del cliente un producto o servicio. La transformación digital permite, por ejemplo, incorporar sensores a los vehículos,

habilitando un nuevo modelo de negocio que consiste en alquilar automóviles por horas. Se puede llegar a cambiar el negocio desde la «venta de activos» a la venta del «uso de activos».

Por otra parte, debe mencionarse el papel fundamental que en la transformación digital de la industria están jugando los habilitadores digitales, puesto que son los que hacen posible dicha transformación digital. Son a la vez origen de los retos de la industria y las herramientas para afrontarlos. Al hablar de habilitadores digitales, uno de los conceptos que más relevancia ha adquirido recientemente es el de Internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés). El IoT es un concepto muy amplio, pues engloba a varios habilitadores, como sensores, robótica, etc. En su definición sintética, IoT es una red que conecta los mundos físicos (dispositivos) y virtuales (sistemas), en los que millones de dispositivos y sistemas colaboran entre ellos y con otros para proveer servicios inteligentes (*smart*) a los usuarios. Si bien el concepto no es nuevo, está cobrando cada vez mayor relevancia debido a la creciente variedad de objetos conectados y al crecimiento exponencial de su número. En 2020 habrá más de 20.000 millones de dispositivos conectados.

Esas nuevas tecnologías digitales permiten la hibridación entre el mundo físico y el digital, es decir, posibilitan la vinculación del mundo físico (dispositivos, materiales, productos, maquinaria e instalaciones) al digital (sistemas). Supone la integración de la capa de comunicaciones y la de fabricación en todo proceso productivo. Esta conexión habilita el hecho de que dispositivos y sistemas colaboren entre ellos y con otros sistemas, para crear una industria inteligente.

Se han identificado tres grandes categorías de habilitadores. Los habilitadores de hibridación del mundo físico y digital permiten poner en relación el mundo físico con el digital mediante sistemas de captación de información o de materialización de la información digital en el mundo físico. Esta información se canaliza y procesa con el segundo grupo de habilitadores, de comunicaciones y tratamiento de datos; y alimenta a la tercera capa

¹ MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO (2015). *La transformación digital de la industria española*. Con la colaboración del Banco de Santander, Telefónica e Indra.

² KAMP, B. (2016). «La servitización como estrategia para la evolución competitiva de la industria». *Economistas*, nº 150, diciembre de 2016.

de habilitadores aplicando inteligencia a los datos así recibidos en aplicaciones de gestión. Cada uno de los habilitadores puede tener efecto en uno o en varios de los tres niveles de impacto de la Industria 4.0: pueden optimizar o cambiar el proceso; mejorar los productos existentes o crear productos nuevos; y permitir la aparición de nuevos modelos de negocio.

La sensórica, por ejemplo, puede afectar a los tres niveles: los sensores se incorporan a los medios productivos aumentando su eficiencia o funcionalidades, optimizando así el proceso. El sensor también puede ser incluido en el producto para mejorar sus funcionalidades. Si se incorpora a una camisa se puede medir la frecuencia cardíaca u otra constante vital. Finalmente, un sensor también permite la creación de un nuevo modelo de negocio. El uso de este para reconocer una tarjeta o un teléfono móvil permite abrir un automóvil y habilita la aparición del modelo de negocio de vehículo compartido³.

3. Los beneficios de la Industria 4.0 para el sector industrial español

Son muchos los informes que ya empiezan a anticipar los efectos de la Industria 4.0 en el conjunto de la economía internacional, y también, de la economía española. Así por ejemplo, el Plan Digital 2020 de la CEOE establece que: «España debe situarse entre los países que lideran la digitalización y, para ello, se propone realizar un esfuerzo para alcanzar, en el año 2020, (...) que España mejore su posición relativa en dos índices, uno de carácter global, y otro a nivel europeo. Se trata, concretamente, del NRI —Networked Readiness Index— y del DESI —Digital Economy and Society Index—. Son objetivos ambiciosos, si se tiene en consideración que el resto de países también se plantean o pueden plantearse planes de refuerzo digital, lo que mejoraría, en consecuencia, sus resultados en los índices. Tras realizar un análisis de diversas

variables y estudios, se puede concluir que posicionar a España en los niveles de digitalización incluidos en el Plan significaría un incremento de la digitalización en el año 2020 superior al 10 por 100, lo que supondría que el PIB de ese año sería un 3,2 por 100 mayor, que implicaría un incremento del PIB de aproximadamente 35.000 millones de euros. La tasa de crecimiento real prevista del PIB sería un 40 por 100 superior al consenso estimado por los analistas. Por el lado del empleo, este sería un 1,3 por 100 mayor en el año 2020 respecto al escenario de ausencia de avances mayores en la digitalización, lo que implicaría casi 250.000 empleos netos adicionales». Siguiendo con las referencias a los efectos de la transformación digital sobre el empleo, y según el estudio de 2016 de Randstad Research «La digitalización: ¿crea o destruye empleo?», España podría generar un potencial de 1.250.000 empleos hasta 2022 entre los empleos asociados con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), los inducidos por este tipo de empleos y los puestos indirectos.

Por su parte, el informe «España 4.0: el reto de la transformación digital de la economía», de Siemens y Roland Berger, anticipa que «la digitalización podría implicar un incremento de 120.000 millones de euros sobre el valor añadido bruto en 2025 en los principales sectores industriales del país». En su informe *Industry 4.0: Building Digital Enterprises*, la consultora PricewaterhouseCoopers informa que aquellas empresas que incorporan la digitalización a sus estrategias de negocio e implantan nuevas tecnologías ya están observando «un incremento medio anual de la facturación del 2,9 por 100 y una reducción media anual de costes del 3,6 por 100».

Pero no solo la digitalización incrementará los beneficios de las empresas industriales y será fuente de eficiencia y competitividad, sino que se convertirá en la principal palanca de incremento de productividad de nuestra economía. La mayoría de países de la OCDE han perdido productividad en términos comparados entre 1960 y 2010. España, en particular, muestra una

³ MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO (2015).

reducción sostenida de la productividad del factor trabajo desde la década de los años noventa, que ha sido más intensa, si cabe, durante los episodios de crisis económica y financiera. Efectivamente, según el estudio económico de la OCDE sobre España de marzo de 2017: «el crecimiento de la productividad ha mejorado ligeramente con posterioridad a la crisis, debido en parte al menor peso del sector de la construcción —que se caracteriza por una baja productividad— pero sigue siendo bajo, con un promedio de en torno al 0 por 100 entre 2008 y 2015. El sector empresarial se caracteriza por contar con una elevada proporción de microempresas de baja productividad (de uno a nueve empleados) y también pequeñas empresas».

Y frente a esta situación, se observa cómo la integración de las nuevas tecnologías digitales está generando incrementos de productividad entre el 10 y el 20 por 100 en todos los sectores industriales. Se estima, además, que el desarrollo de las fábricas inteligentes tenga el potencial de sumar más de 500.000 millones de dólares anualmente a la economía global en los próximos cinco años⁴.

Empezamos incluso a acuñar el concepto de *bonus* de productividad digital, como concepto asociado al impacto de la introducción de tecnología en la industria. Siemens, en su estudio «*The digitalization Productivity Bonus*» afirma, que, aunque las diferentes dimensiones de la productividad difieren entre las industrias y los países, el aumento de la productividad —entendida como la capacidad de producir el mismo número de productos por menos, o más productos con el mismo coste— tiene un efecto positivo claro y calculable en los costes y márgenes empresariales. Las tecnologías digitales de nueva generación —asociadas al concepto industria 4.0— permiten a los fabricantes de todos los sectores mejorar el rendimiento gracias a una mayor productividad en los procesos de

fabricación, a una planificación y previsión más precisas, a una mayor capacidad competitiva y, también, a una mayor sostenibilidad financiera. El análisis se centra en dos sectores en los que la tecnología tendrá un fuerte impacto: el de bebidas y alimentación por un lado, y el farmacéutico por otro. En el primero, el *bonus* de productividad de la digitalización de España se situaría entre 5.000 y 7.800 millones de euros. En cuanto al otro sector, el farmacéutico, volvería a repetirse, aunque con cifras mucho más discretas, esas ganancias, de manera que para España se cifraría en un intervalo entre 700 y 1.300 millones de euros.

Pero los efectos de la digitalización no solo pueden evaluarse desde un punto de vista macroeconómico, o como parte de la estrategia de las grandes empresas industriales. Esta revolución afecta a todas las empresas, grandes, medianas, pequeñas y microempresas, y es igual de determinante en las empresas industriales españolas de menor tamaño. Según se desprende de una serie de casos de éxito de medianas y pequeñas empresas que han completado el proceso de transformación digital, recopilados por la Dirección General de Industria y de la Pyme, el impacto de esta digitalización sobre las principales magnitudes organizativas es muy notable. Así, por ejemplo, es posible confirmar cómo en los casos analizados, lejos de reducir durante la crisis su inversión en infraestructuras, I+D y tecnología, se han volcado en un proceso de transformación digital de sus plantas productivas, sus centros logísticos y de distribución, sus procesos y su modelo de negocio, llevando a cabo un cambio significativo de su propuesta de valor y de los segmentos de clientes, y apostando por convertirse en referentes y proveedores de calidad en sus respectivos sectores. Una empresa como Fersa Bearings, dedicada al diseño, desarrollo, fabricación y distribución de soluciones completas de rodamientos de alta calidad, en 2008 era un fabricante desconocido e irrelevante para los clientes de grado 1/proveedor primario (Tier 1/OEM) del mercado de automoción, con apenas tres proyectos y 3.000.000 de euros de facturación en ese segmento.

⁴ CAPGEMINI (2017). «*Smart Factories: How can Manufacturers Realize the potential of Digital Industrial Revolution*», en <https://www.capgemini.com/resources/smart-factories-how-can-manufacturers-realize-the-potential-of-digital-industrial/>

Sin embargo, en 2016 estaba desarrollando más de 90 proyectos con los principales actores Tier 1/OEM de ese mercado de automoción y ha superado los 15.000.000 de euros de ventas en ese segmento. Y esto, gracias a un proceso de transformación del modelo de negocio junto con la incorporación de habilitadores tecnológicos que han resultado en efectos tangibles, como así lo demuestra el crecimiento rápido en ventas. Si antes de 2008 Fersa solo contaba con una planta en Zaragoza, y unos 60 empleados, en 2017 se ha consolidado, a través de una importante expansión internacional, su presencia comercial en 85 países, con centros de trabajo y operaciones en Austria, Brasil, China, España y Estados Unidos, y más de 450 empleados. La apuesta continua por el I+D y el desarrollo tecnológico es uno de los elementos a destacar del caso de Fersa Bearings, como así lo demuestra el hecho de que dedica el 4,2 por 100 de las ventas a inversiones y gasto en I+D, y un 10 por 100 de sus inversiones en activos fijos a la introducción del Internet de las cosas dentro de los procesos de producción y logística de la compañía.

Otro caso similar es el de ITV Ice Makers, una pyme española líder dentro del sector industrial de la hostelería y de la fabricación de máquinas de hielo, en el que destaca el acompañamiento que la introducción de las metodologías *lean manufacturing* ha tenido con el proceso de digitalización y eliminación del papel del proceso productivo, así como con la incorporación de un almacén inteligente que facilita el ahorro de costes y la reducción en los tiempos de entrega. Gracias, fundamentalmente, al proceso de transformación digital, se ha observado cómo en 2013, la compañía contaba con tan solo 76 trabajadores, y en la actualidad cuenta con más de 130, y además se ha conseguido aumentar la facturación desde 11.000.000 de euros hasta cerca de 19.000.000 (como previsión en 2017), duplicando su EBITDA (*Earnings Before Interest Taxes Depreciation Amortization*) bruto.

En lo relativo a los beneficios de la digitalización en nuestra industria, es preciso mencionar asimismo la importancia de esta transformación a la hora de

incrementar la participación de la industria en la generación de riqueza y creación de empleo en nuestro país. Frente a la equivocada percepción, que ha imperado desde los años sesenta, y que identificaba a la industria con un sector de la economía de baja cualificación, con altas tasas de contaminación, y que apenas aportaba valor para la competitividad y el desarrollo de un país, esta última crisis ha demostrado que los países o regiones con un mayor peso de su industria en el PIB son más resistentes a los ciclos económicos adversos, pierden menos empleo, y el que se genera es de más calidad. Y esto porque la industria ha demostrado ser un sector dinámico, con altas tasas de inversión en I+D+i y con una participación creciente en la internacionalización de nuestra economía. En este contexto, la digitalización se constituye como una palanca fundamental de competitividad de nuestra industria y puede contribuir decididamente al compromiso de nuestro país de alcanzar el 20 por 100 de participación de la industria en el producto interior bruto.

4. Los retos de la Industria 4.0 y la estrategia nacional Industria Conectada 4.0

Muchos son los desafíos a los que se enfrenta la industria española del Siglo XXI: desde la amenaza de un replanteamiento de las reglas de la globalización y el libre comercio e inversiones internacionales, hasta la profunda transformación de nuestro sistema económico hacia una economía «descarbonizada», más sostenible y con un mayor peso de las energías renovables.

Los retos, por tanto, que acompañan el despliegue de la Industria 4.0 son numerosos, pero si analizamos con detenimiento el acelerado progreso tecnológico en curso, y los efectos que plantean las actuales innovaciones disruptivas en la industria, podríamos destacar cuatro retos como los principales, en el proceso de digitalización: *i)* el necesario cambio de la cultura empresarial de las organizaciones industriales que debe acompañar a la transformación digital; *ii)* la formación y capacitación en competencias digitales; *iii)* el desarrollo de

entornos colaborativos; y iv) el apoyo a todas las empresas, especialmente pequeñas y medianas, en su proceso de transformación digital.

La estrategia que se está implementando desde la Secretaría General de Industria y de la Pyme, y que viene desarrollándose desde octubre de 2015, ha tratado de afrontar en la medida de lo posible estos cuatro grandes retos. Dicha estrategia, denominada Industria Conectada 4.0, presenta como rasgos más significativos, por un lado, el hecho de ser integral u holística, es decir, de tratar de dar respuesta a la mayor parte de los ámbitos del necesario proceso de transformación digital; y por otro lado, el de posicionar a la empresa en el centro de su concepción y desarrollo.

Veamos los retos mencionados a los que debemos enfrentarnos.

- La cultura empresarial: en palabras del considerado como padre del *management*, Peter F. Drucker: «*Culture eats strategy for breakfast*». Efectivamente, la cultura de nuestras organizaciones es sin duda uno de los elementos determinantes en los cambios y progresos que estas experimentan. En línea con esta afirmación, son muchos los que ya reconocen que la cultura de nuestras empresas es el principal obstáculo para la adopción de las nuevas tecnologías digitales.

Según estudios recientes, solo el 55 por 100 de las compañías españolas invertirá en 2017 en digitalización. Del mismo modo, solo un 10 por 100 de las empresas industriales afirman tener una estrategia digital formalizada, y ello, a pesar de que el 100 por 100 de las mismas creen que la productividad aumenta con la digitalización⁵. Es preciso que los directivos de nuestras empresas industriales no solo comprendan la importancia de la transformación digital, sino que empiecen ya a tomar decisiones que permitan que sus empresas avancen en el proceso de digitalización. Es imperativo que las estrategias de negocio de las empresas industriales españolas conozcan y se adapten

al hecho digital. Sin estrategia no existe un mañana digital, porque, cuando las acciones no están inspiradas por un buen plan y las decisiones carecen de la visión que alimenta la esfera de la transformación, el cambio es imposible.

Por todo ello, la estrategia Industria Conectada 4.0 ha hecho de la concienciación en la necesaria transición hacia la digitalización uno de los ejes básicos de la misma. En este sentido, la concienciación debe tener como objetivo prioritario el que los agentes económicos conozcan que el marco de actuación está cambiando de forma radical y que deben adaptarse al nuevo escenario. Concienciar es mucho más que sensibilizar: queremos que la industria española no solo conozca la realidad y las nuevas tendencias tecnológicas de la Industria 4.0, sino que adopte las medidas necesarias para transformarse digitalmente. El desarrollo del sitio web <http://www.industriaconectada40.gob.es>, la elaboración de videos demostrativos y casos de éxito, la participación en numerosísimos actos, así como la reciente celebración del Primer Congreso Nacional de Industria Conectada 4.0, están orientados a este objetivo de adaptar la cultura de nuestras empresas industriales al contexto digital, y desarrollar una nueva cultura innovadora y disruptiva.

- La formación y capacitación en competencias digitales: es inevitable hacernos la pregunta de si esta revolución industrial provocará pérdidas de puestos de trabajo. No hay fácil respuesta y de poco servirá la prospectiva en esta materia. Así, por ejemplo, Boston Consulting Group realizó encuestas en Alemania, como el país más industrializado de la UE, y mediante un modelo predictivo estimó el impacto en el empleo de la nueva oleada de innovaciones. Los resultados revelan que la Industria 4.0 aumentará el empleo en las industrias pero deberá mejorar para ello la formación de obreros y empleados, pues se trata de un cambio que exige una mayor intensidad de capital y una mano de obra más cualificada. Por otra parte, un informe de 2016 del Foro Económico Mundial de Davos apunta a un impacto neto en el empleo de más de 5.100.000 de

⁵ SIEMENS y ROLAND BERGER (2017). *España 4.0: el reto de la transformación digital de la economía*.

pérdidas, con una pérdida total de 7.100.000 empleos, dos tercios de los cuales se concentran en trabajos administrativos y repetitivos, y una ganancia total de 2.000.000 de empleos a nivel mundial. La Comisión Europea, que ha convertido esta cuestión de la capacitación en uno de sus pilares de actuación, cifra en 500.000 los puestos de trabajo que va a ser necesario cubrir en los próximos cinco años por especialistas asociados a este proceso de digitalización. De este total, 80.000 corresponden solo a España.

Como puede observarse, los resultados no son en absoluto concluyentes y existen amplias dudas respecto a los efectos finales sobre el empleo. Sin embargo se empieza a vislumbrar cierto consenso sobre dos puntos concretos: *i)* se va a producir un cambio notable en los perfiles y tipos de trabajo tal como los conocemos en la actualidad, y *ii)* se van a crear nuevas clases de trabajo y nuevas profesiones, de manera que muchos estudiantes que están en las etapas tempranas del ciclo educativo acabarán muy posiblemente ocupados en tareas que en la actualidad no existen.

En definitiva, ante este debate lo importante es nuestra capacidad de adaptarnos, de anticipar estos procesos y reciclar las competencias de nuestra fuerza de trabajo actual, desarrollando, al mismo tiempo, competencias digitales entre nuestras futuras generaciones. No en vano, como ya se ha indicado, aproximadamente un 65 por 100 de los oficios y las profesiones futuras aún no existen y estarán relacionadas con los sistemas informáticos, la gestión de datos y la seguridad informática. Igualmente, ya sabemos que la impresión en 3D o la robótica serán fuentes futuras de creación de empleo.

Hay pruebas que sugieren la relación positiva entre una mayor y mejor inversión en educación (de nivel superior) y el porcentaje de empleo STEM (disciplinas académicas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas). Dichas pruebas aportan soluciones potenciales en las que deben centrarse las políticas públicas. Este será uno de los retos del mercado de trabajo español, ya que en el número de estudiantes universitarios

STEM supone el 26 por 100 del total, pero decrece a un ritmo cercano al 3,3 por 100 cada año⁶.

Se espera por tanto que la mano de obra mundial experimente un profundo cambio en cuanto a su composición y redistribución entre familias de trabajo, y asimismo es probable que se reduzcan puestos de trabajo cualificados de tipo administrativo. Sin embargo, la Cuarta Revolución Industrial será una gran oportunidad para los altamente cualificados y con gran capacidad de adaptación, flexibilidad y aprendizaje continuo, con perfiles más multidisciplinares, con un currículo de competencias en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, ya sea de educación universitaria o un perfil más técnico procedente de FP superior. El trabajador del futuro deberá tener competencias en el trabajo colaborativo y en equipo, la gestión del tiempo, la resolución de problemas, el razonamiento analítico, la capacidad de buscar, filtrar y priorizar información, y, sobre todo, compartir decisiones.

Ante esta situación, es imprescindible reconocer que el reciclaje y la formación para el empleo son prioridades en este proceso. Es necesario invertir en la adaptación de las competencias de nuestros trabajadores y en desarrollar itinerarios académicos adecuados para las futuras necesidades del mercado. En línea con esto primero, es preciso repensar los sistemas educativos tal y como recoge el informe del Foro Económico Mundial. Los retos de la Cuarta Revolución Industrial necesitarán de competencias técnicas, pero también de competencias sociales y analíticas. Nuestros sistemas educativos han de fomentar el talento, la creatividad y las capacidades de adaptación en los estudiantes. Además, la promoción de este tipo de empleo supone un reto en materia de género, ya que hay muchas menos mujeres formándose en este tipo de competencias digitales. Es preciso emplear la oportunidad que brinda la Industria 4.0 para lograr tasas más igualitarias de empleo cualificado y seguir promoviendo la

⁶ RANDSTAD RESEARCH (2016). *La digitalización: ¿crea o destruye empleo?*

participación del empleo femenino en la industria. Por otra parte, para lograr alcanzar el talento y las competencias necesarias para los nuevos modelos industriales, es preciso que se promuevan nuevas e innovadoras estrategias de recursos humanos en las empresas. Estrategias que ofrezcan a los trabajadores empleos con mayor exposición en diferentes roles en la compañía, gestionando mejor el conocimiento, fomentando la diversidad del talento en las organizaciones y colaborando más estrechamente con el sector educativo para influir en los itinerarios académicos.

Precisamente con el objetivo de adaptar las competencias y cualificaciones de nuestra mano de obra industrial, presente y futura, a los requerimientos de las nuevas tecnologías, la estrategia desarrollada por la Secretaría General de Industria y de la Pyme, Industria Conectada 4.0, promueve el diálogo entre Administraciones competentes y desarrolla, en colaboración con la Fundación EOI (Escuela de Organización Industrial), una oferta formativa completa en materia de Industria 4.0.

- El desarrollo de entornos colaborativos: la colaboración entre la industria, el sector tecnológico y el ámbito investigador-académico es clave, pues permite generar sinergias que dan lugar a innovaciones disruptivas. Con el ánimo de fomentar esa colaboración, es preciso impulsar la creación y el desarrollo de entornos y plataformas colaborativas. Un entorno colaborativo permite compartir experiencias, ideas y plantear problemáticas. Estos entornos deben responder a un doble objetivo: por un lado, orientar el desarrollo de las tecnologías digitales a las necesidades de la industria; y, por otro, favorecer la implementación práctica de dichas tecnologías digitales.

El proceso de transformación digital es un proceso que exige colaboración a través de toda la cadena de valor. Ninguna empresa, con independencia de su tamaño o sector, puede abordar este reto en solitario. Compartir datos con proveedores y clientes, desarrollar proyectos de innovación colaborativa, probar los efectos de las nuevas tecnologías en colaboración

con centros tecnológicos o universidades, serán acciones imprescindibles para convertir las empresas industriales en verdaderas empresas conectadas. El proceso de digitalización acaba con el secular aislamiento de las organizaciones industriales, y las obliga a integrarse en cadenas de valor para adaptar y adoptar estas soluciones digitales.

Como se puso de manifiesto en el Foro Económico Mundial en Davos, Suiza, en enero de 2017, son necesarias políticas para aprovechar el impacto de la Cuarta Revolución Industrial, que, según el profesor Klaus Schwab, fundador y presidente ejecutivo del Foro Económico Mundial, está cambiando fundamentalmente la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos unos con otros. Muchos de esos líderes reconocieron que los usos recientes de la fabricación digital demuestran cómo la colaboración entre la industria y las empresas tecnológicas puede conducir a avances muy significativos en nuestro bienestar. La Cuarta Revolución Industrial no es algo que una empresa pueda abordar por sí misma. La Industria 4.0 necesita colaboración, integración y, en consecuencia, un cierto nivel de apertura. Las empresas tienen dos opciones simples: pueden probarlo por sí mismas o colaborar con un socio tecnológico.

Hay algunas áreas donde se requiere la colaboración más que en otras. Los clientes deben hacer frente a la complejidad de conectar sus sistemas desde la cadena de producción hasta el centro de mando, y esto necesita integración, estandarización y apertura. Sin embargo, cuando se trata del tema de las plataformas abiertas, surgen preguntas sobre la seguridad de los datos, la protección de la información, la confidencialidad y la propiedad intelectual. Las empresas deben asegurarse de que la conexión de sus máquinas con el proveedor de la máquina o un proveedor de servicios, no dé lugar a fugas de datos importantes de clientes o de la producción. Un proveedor de servicios no necesita saber qué archivos está ejecutando en su fresadora, pero, por otro lado, necesita suficiente información sobre las máquinas, los dispositivos y

los activos para poder proporcionar un mantenimiento proactivo, evitando así los costosos tiempos de inactividad en el entorno de producción.

Además, es fundamental entender que de la colaboración con otros agentes de la cadena de valor es muy probable que surjan nuevas oportunidades de negocio que incrementen el valor añadido de la oferta industrial.

Siendo la colaboración un elemento fundamental de la digitalización, la estrategia nacional Industria Conectada 4.0 promueve la creación y desarrollo de estos entornos colaborativos a través de tres acciones destacadas: en primer lugar, incorporando la digitalización como eje prioritario de la política de la Secretaría General de Industria y de la Pyme en lo relativo a agrupaciones empresariales innovadoras, es decir, clústeres industriales; en segundo lugar, apoyando la creación y sostenibilidad de los denominados *Digital Innovation Hubs*, entendidos estos últimos como ventanillas únicas donde diferentes actores del mundo de la financiación, innovación, formación y emprendimiento, apoyan a las pequeñas y medianas empresas en su proceso de transformación digital; y en tercer y último lugar, con el futuro desarrollo de una plataforma Industria Conectada 4.0 que sirva de punto de encuentro virtual entre industria y habilitadores en la solución de los retos de la digitalización.

- Apoyo a todas las empresas, especialmente pequeñas y medianas, en su transformación digital: es preciso recordar que más del 98 por 100 de nuestro tejido industrial está representado por pequeñas y medianas empresas (pymes), empresas que suelen presentar problemas de productividad e integración de nuevos procesos manufactureros. Sin embargo, esta Cuarta Revolución Industrial significa un gran reto para todas las empresas industriales, y muy especialmente para las pequeñas y medianas, ya que estas últimas suelen concentrar sus esfuerzos en el día a día por cuestiones muchas veces de propia supervivencia, desatendiendo en ocasiones las reflexiones estratégicas que condicionarán su futuro.

Son muchos los problemas, tanto internos como externos, que afronta una pyme en este proceso de transformación digital: entre otros, la falta de conocimientos y capacidades técnicas; la creencia de que estas son tecnologías muy caras y complejas; su aislamiento de los grupos técnicos especializados y de empresas que pueden apoyar su transformación; o la falta de modelos exitosos en empresas similares. Sin embargo, y como esperamos que ya ha quedado sobradamente probado a lo largo de este artículo, los beneficios de su digitalización son igualmente cuantiosos y relevantes.

Desde las Administraciones tenemos una obligación concreta, y es evitar que nuestras empresas se queden por el camino de la digitalización, y que todas ellas, con independencia de su tamaño, ubicación o sector, resulten ganadoras de esta transformación. Es preciso que las empresas sean las verdaderas protagonistas de este proceso, y que la colaboración de los distintos agentes incorpore sus necesidades en cada una de las fases previstas en la adopción de este nuevo paradigma industrial.

Este este sentido, como ya se ha comentado previamente, el elemento que define a nuestra estrategia Industria Conectada 4.0 es colocar a la empresa industrial en el centro de su desarrollo. Así, y con la única intención de generar certezas en el proceso de digitalización, hemos empezado por desarrollar un modelo de transformación digital propio que nos permita explicar a cualquier empresa la importancia de la Industria 4.0 y sus efectos en todas y cada una de las dimensiones de su organización.

Entendemos que lo siguiente es ofrecer a las empresas información sobre el estado de partida en el que se encuentran a la hora de abordar este camino. De este modo, y sobre la base de ese modelo descrito previamente, se ha desarrollado la Herramienta de Autodiagnóstico Digital Avanzada (HADA), que tiene por objetivo servir como punto de partida a toda aquella empresa industrial española, independientemente de su tamaño y sector de actividad, para iniciar su digitalización. Además, es una herramienta también muy

útil para la Administración, ya que está llamada a ser el instrumento sobre el que se construya el índice de madurez digital de nuestra industria. HADA, configurada como una herramienta de autodiagnóstico digital accesible gratuitamente vía web, única en su naturaleza, permite que la empresa, mediante la contestación a una encuesta, pueda obtener una evaluación de su nivel de madurez digital e identificar oportunidades de mejora a través de la implantación de soluciones 4.0. Adicionalmente, los resultados de la encuesta le permitirán compararse con otras empresas de su mismo tamaño, sector y área geográfica. Los últimos datos disponibles nos indican que más de 1.000 empresas españolas han completado ya la encuesta y disponen de su informe de madurez digital. Es este, sin duda, el mejor principio para abordar el reto de convertirse en una industria conectada e inteligente.

Una vez conocido ese estado de madurez digital, resulta fundamental apoyar, especialmente a la pyme, en la elaboración de una hoja de ruta que le aclare las prioridades y el plan de acción para completar su digitalización. Para ello, hemos elaborado el denominado programa Activa Industria 4.0, que se define como un programa de asesoramiento especializado y personalizado, realizado por entidades acreditadas y con experiencia en la implantación de proyectos de transformación digital. Activa Industria 4.0 va a permitir que las empresas dispongan de un diagnóstico detallado y un plan de transformación que oriente sus decisiones, de manera que las empresas industriales españolas puedan disponer de esa necesaria hoja de ruta que les guíe en la imprescindible transición hacia la digitalización. Este año, más de 200 empresas de todas las regiones de España participarán en esta iniciativa.

Por último, y con esa vocación de acompañar a las empresas durante todo el proceso de digitalización, la Secretaría General de Industria y de la Pyme ha puesto en marcha un programa de apoyo financiero con más de 70.000.000 de euros para la implantación de las soluciones necesarias en la digitalización de cada empresa. Se trata de apoyar a las empresas con

préstamos blandos, a un coste privilegiado, para facilitar en la mayor medida posible las inversiones en las que tengan que embarcarse, derivadas de su transición digital. En definitiva, se trata de que la empresa industrial se sienta acompañada en los distintos hitos que ha de cubrir para lograr su completa y exitosa transformación digital.

5. Conclusiones

La digitalización se ha constituido en la actualidad como un factor fundamental de competitividad de la industria, y en gran medida está llamada a marcar la evolución y el desarrollo del sector industrial en los próximos años.

Como se afirmó en el Primer Congreso Nacional de Industria Conectada 4.0, no vivimos en una época de cambios, sino en un cambio de época. Este es sin duda uno de los grandes retos a los que se enfrenta nuestra industria.

La adaptación a este nuevo escenario que se enmarca dentro de la denominada Industria 4.0 se establece como una condición necesaria para la propia supervivencia de numerosas pequeñas y medianas empresas industriales. De acuerdo con Standard and Poor's, el 40 por 100 de las empresas que no se hayan digitalizado desaparecerán en los próximos diez años.

La transformación digital no es por tanto una opción estratégica que puedan considerar los órganos de gestión y dirección de cualquier empresa industrial, sino que es una decisión que se torna imprescindible: la empresa debe fijar su plan estratégico en el nuevo paradigma digital en el que se enmarcará a partir de ahora su actuación y desempeño.

En este entorno definido más por lo que desconocemos que por aquello de lo que realmente podemos tener certeza, pero que es en el que necesariamente debemos actuar y tomar decisiones, desde el área de Industria del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad se ha elaborado y puesto en marcha la estrategia Industria Conectada 4.0. Esta estrategia está

conformada por una serie de programas y herramientas que tratan de hacer frente a los numerosos retos, algunos de ellos con mayúsculas, asociados al nuevo paradigma, y que persiguen guiar y orientar a las empresas para facilitar su transición hacia la Industria 4.0. En definitiva, lo que buscamos desde la Administración es tratar de evitar que las pymes españolas se queden rezagadas en su necesaria transformación digital y por tanto nuestra industria, y por extensión España, como proyecto colectivo, se enganchen al tren de la Cuarta Revolución Industrial en cabina de primera clase.

Referencias bibliográficas

- [1] CAPGEMINI (2017). *Smart Factories: How Can Manufacturers Realize the Potential of Digital Industrial Revolution*.
- [2] CONFEDERACIÓN ESPAÑOLA DE ORGANIZACIONES EMPRESARIALES (2017). «Plan Digital 2020. La digitalización de la sociedad española. Factoría 4.0». *El Economista*, nº 5, 25 de julio.
- [3] KAMP, B. (2016). «La servitización como estrategia para la evolución competitiva de la industria». *Economistas*, nº 150, diciembre.
- [4] MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO (2015). *La transformación digital de la industria española*. Publicación en colaboración del Banco Santander, Telefónica e Indra.
- [5] ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (2017). *Informe Económico: España*, OCDE, marzo.
- [6] PRICEWATERHOUSECOOPERS (2016). «*Industry 4.0: Building Digital Enterprises*».
- [7] RANDSTAD RESEARCH (2016). *La digitalización: ¿crea o destruye empleo?*
- [8] SIEMENS y ROLAND BERGER (2016). *España 4.0, el reto de la transformación digital de la economía*. Mayo.