

La estrategia alemana Industria 4.0: el capitalismo renano en la era de la digitalización

Wolfgang Schroeder

Introducción

«Industria 4.0 es la cuestión vital de la industria alemana» según Joe Kaeser, presidente del Consejo de Administración de Siemens. En 2015, durante la reunión del World Economic Forum en Davos, la canciller Angela Merkel instó a la élite económica alemana allí presente: «[Debemos] lograr pronto la fusión entre el mundo de Internet y el de la producción, pues de lo contrario, quienes lideran el ámbito digital nos arrebatarán la producción industrial» (Merkel, 2015).

El debate sobre la digitalización de la producción ha adquirido un nuevo dinamismo a escala mundial. En las últimas décadas, no ha habido en Alemania ningún otro discurso sobre el crecimiento tan favorecido por la política estatal en materia de tecnología e investigación y, al mismo tiempo, tan estrechamente vinculado a los agentes empresariales y sindicales como el de Industria 4.0. La finalidad de todas estas actividades consiste en posicionar a la industria alemana –con el necesario apoyo político– como líder mundial en el ámbito de la oferta y la demanda de tecnologías de producción digitalizadas. A diferencia de las economías liberales del entorno anglosajón, así como de las potencias autoritarias del ámbito asiático, en Alemania este apoyo no se concentra únicamente en los recursos estatales, sino que, de forma sistemática, implica también a actores del ámbito empresarial y de la sociedad civil. En este sentido, resulta sumamente apropiado hablar de una revitalización del capitalismo cooperativo «renano» en la era de la digitalización.

El presente trabajo explora las condiciones, potenciales, actores y perspectivas vinculados con las estrategias de Industria 4.0. No solo se trata de cómo generar y emplear nuevas alternativas tecnológicas, sino también de determinar si el modelo de producción alemán (diferente, por ejemplo, del modelo disruptivo estadounidense, que se basa en cambios incrementales-evolutivos) es capaz de enfrentarse a los nuevos desafíos, o bien, en caso contrario, de cómo podría hacerlo. Surge la cuestión de si, teniendo en cuenta el objetivo de revitalización de la industria, los actores alemanes son capaces de generar avances estructurales que no impliquen únicamente un progreso de tipo tecnológico y económico, sino también de tipo social. Con esto nos referimos a las innovaciones sociales como, por ejemplo, una mayor transparencia en el proceso laboral, nuevas actividades de calificación profesional y formación continua, mejores alternativas para la conciliación efectiva de la vida laboral y familiar, así como, en definitiva, una reducción de las desigualdades sociales. Dado que el proceso se encuentra en una fase relativamente temprana de su desarrollo y, teniendo en cuenta el carácter abierto del mismo, existe un margen de actuación considerable para los actores involucrados, ya se trate de empresas, asociaciones, partidos políticos, sindicatos o, por supuesto, del Estado.

Industria 4.0: evolución, *que no* revolución, en el desarrollo del modelo productivo y de negocio

Desde hace algún tiempo, el debate alemán se centra, cada vez con más intensidad, en cómo el fenómeno digital está transformando la industria, pese a que durante mucho tiempo la digitalización fue considerada principalmente como base de la sociedad del conocimiento y de los servicios. Los procesos productivos se ven modificados en toda la fase industrial de creación de valor mediante la interconexión digital de personas, máquinas y objetos, lo cual ofrece numerosas posibilidades de incrementar la eficiencia en la producción (The Boston Consulting Group [BCG], 2015). «Industria 4.0» es un término ideado por politólogos alemanes con la intención de evitar denominaciones mucho más pomposas como «Cyber-Physical Systems» (CPS) y, a su vez, hacer referencia expresa a la dimensión digital de las estructuras industriales del futuro.

Industria 4.0 forma parte de las grandes tendencias globales de la digitalización, cuya importancia va en aumento en el conjunto de los ámbitos de la vida y de la economía. Ya los términos «Internet de las cosas» o «Internet de los objetos» y «CPS» apuntaban en esta dirección: se trata de establecer una vasta red de interconexión entre todos los elementos del proceso de creación de valor. Desde las materias primas y los productos semielaborados hasta, pasando por el proceso de producción en sí mismo, las redes de clientes y los procesos logísticos y de prestación de servicios inherentes. Mediante la conversión analógica-digital de los datos, todos los actores intervinientes pueden beneficiarse, en

cualquier momento y lugar, de toda la información disponible en esa cadena productiva. Sobre esta base, es posible optimizar los procesos de producción y distribución, al tiempo que se generan nuevos mercados y campos de negocio.

Con su enfoque evolucionista de cambio y transformación, el debate alemán en torno a Industria 4.0 se diferencia claramente del debate dominante en Estados Unidos, que se centra principalmente en la dimensión disruptiva de la digitalización y en su potencial para desbancar a los modelos de producción y de negocio existentes en la actualidad. El discurso alemán en torno a Industria 4.0 toma primero en consideración la incorporación de nuevos instrumentos de mejora a los procesos de optimización de la producción y del producto, que ya de por sí venían siendo hasta ahora largamente practicados. Así pues, la mejor forma de delimitar la diferenciación entre el debate estadounidense, referido principalmente a Silicon Valley, y el discurso alemán en torno a Industria 4.0, es mediante los términos «revolución» y «evolución».

No obstante, para poner de relieve la fisura que Industria 4.0 también representa, se habla ya de la cuarta Revolución Industrial, que, por otra parte, más bien reviste en realidad rasgos de «evolución». Tras la primera Revolución Industrial, que fue simbolizada por la máquina de vapor y que posibilitó la mecanización de los procesos industriales, tuvo lugar, como consecuencia de la producción en masa impulsada por las cadenas de producción de Ford, una segunda Revolución Industrial. Posteriormente, la tercera Revolución Industrial estuvo ya marcada por las tecnologías de la información y la comunicación, y condujo a la mecanización de los sistemas de producción (Bauernhansl, 2014). La cuarta Revolución Industrial, por su parte, tendrá como nota característica la interconexión inteligente de productos y procesos, así como de producción industrial, técnicas de automatización, y tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) concebidas para cadenas industriales de valor integradas (BITKOM/Fraunhofer IAO 2014-Bertschek *et al.*, 2015).

Cuando en octubre del 2013 se presentó el informe *Preservación del futuro de Alemania como centro de producción – actuaciones recomendadas para el proyecto de futuro Industria 4.0*, este suscitó una enorme repercusión en el sistema político, llegándose incluso hasta, por momentos, a caer directamente en la euforia. Entretanto, en la actualidad, el proyecto Industria 4.0 está considerado en Alemania como un objetivo central de la política estratégica en materia de economía e industria.

Las posibilidades que la digitalización ofrece para mejorar de la competitividad de la industria alemana pueden sintetizarse atendiendo a cuatro enfoques:

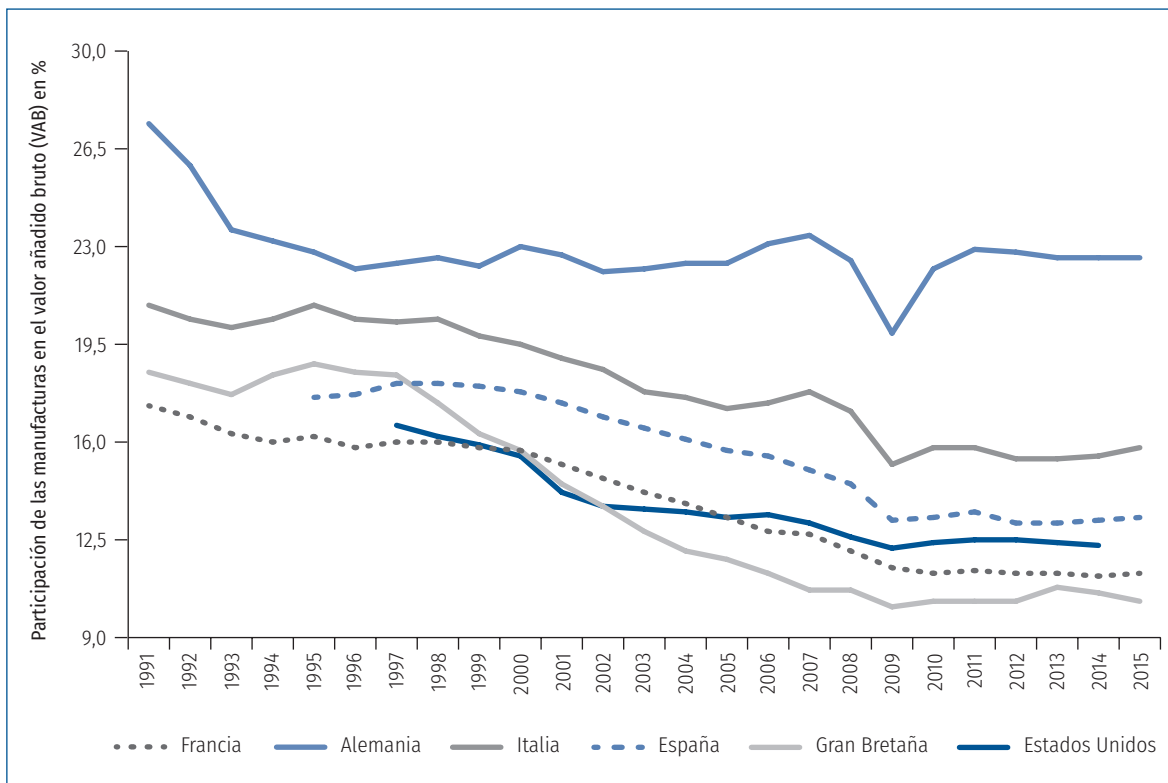
- 1. Proceso de producción:** la digitalización permite procesos de producción más eficientes, ahorrando costes mediante la optimización de los recursos.

- 2. Logística:** la digitalización posibilita flujos más eficientes de mercancías e información, inventarios de almacén reducidos e instalaciones eficaces. Permite asimismo la apertura de nuevas oportunidades comerciales.
- 3. Fidelización de clientes:** la digitalización hace posible una fidelización de clientes más estrecha. El resultado de ello es una atención al cliente enfocada en sus necesidades.
- 4. Productos híbridos y servicios inteligentes o *smart services* asociados:** el hecho de que los datos necesarios para la supervisión de la maquinaria, subsanación de averías, realización de reparaciones y mantenimiento, sean facilitados a través servicios inteligentes o *smart services*, permite justificar precios más altos. Por otra parte, ello posibilita a su vez el desarrollo de Alemania como país destacado por la calidad de su producción en lo que respecta a productos industriales de gama alta.

Sobre el refuerzo del paradigma de la política industrial

Que en estos momentos el término «Industria 4.0» despierte tanta exaltación en Alemania, cuando en el extranjero se están empleando otros como «digitalización», «informatización», o incluso, *Second Machine Age* o «Segunda Era de las Máquinas» (Brynjolfsson/McAfee, 2014) se debe al papel esencial que representa la industria para la estructura económica alemana. Se considera la clave para los futuros debates estratégicos de la economía alemana. En otras palabras: «¡Es la industria, estúpido!». El discurso sobre la sociedad de servicios postindustrial (Bell, 1973) ha dominado durante mucho tiempo los debates en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), al que pertenece la famosa «canción» de la nueva economía, reiterada hasta la gran crisis del 2008. Paralelamente, en los países tradicionalmente industrializados como Francia, Gran Bretaña y Estados Unidos, se han reducido drásticamente las capacidades industriales en los últimos 25 años (Fig. 1).

Alemania, por el contrario, gracias a la modernización de su industria, ha pasado de ser el «enfermo de Europa» a convertirse en la economía europea más estable en la actualidad. Mientras que en Inglaterra o Francia el peso de la industria en el valor añadido continuaba decreciendo, en Alemania no solo pudieron conservarse los núcleos industriales, sino que, además, se fueron modernizando permanentemente. Si bien es cierto que durante los años de la crisis (2008/2009) la industria también tuvo que soportar fuertes pérdidas, dicho ámbito económico fue pese a todo decisivo para la rápida estabilización macroeconómica.

Figura 1 Participación de las manufacturas en el valor añadido bruto (VAB) en %

Sin duda, el «adiós del país de la industria» (Plumpe, 2008, p.161), impulsado por unos y temido por otros, caracterizó también durante muchos años el debate alemán. En torno a 1960, todavía alrededor de la mitad de los ciudadanos en activo de la República Federal de Alemania trabajaba en la industria. Hoy, sin embargo, esta proporción se ha reducido de forma considerable, ascendiendo solamente a un 24 % en la actualidad (Oficina Federal de Estadística de Alemania, 2016a). En consecuencia, cabe indicar que, principalmente, se han perdido puestos de trabajo de escasa complejidad. No obstante, hoy en día Alemania es, pese a todo, uno de los países de la OCDE que más destacan por la industria. Los procesos de especialización sectorial son decisivos para adaptar con éxito la industria a los cambios tecnológicos, sociales y relativos a la competencia que tengan lugar en el entorno (Goring y Schierch, 2015, p.41). Esto se impulsa gracias a un fuerte énfasis en industrias intensivas en investigación. Destacan principalmente, entre otras, la industria electrotécnica, las industrias dedicadas al sector de la construcción de maquinaria, la industria química y las industrias del sector de la automoción (*ibid.*). Asimismo, por otro lado, el peso de la industria no es homogéneo en toda Alemania, existiendo llamativas disparidades regionales: los antiguos centros industriales germanos como la región del Ruhr, Sajonia y el área en torno a Berlín han perdido mucha relevancia en este sentido, siendo en la actualidad las regiones de Baden-Württemberg y Baviera los centros industriales predominantes.

En 1970, la industria manufacturera contribuía todavía un 36,7 % al valor añadido bruto (VAB), mientras que en el año 2015 su aportación fue del 22,6 %. El sector servicios, por su parte, generó en el 2015 cerca del 69 % del valor añadido bruto, mientras que, en 1970, sin embargo, su contribución fue del 48,3 %, ligeramente por debajo de la mitad del VAB. Asimismo, la proporción de población en activo al servicio de la industria también se ha reducido de manera similar: en 1970 un 35,8 % trabajaba en la industria manufacturera, mientras que en 2015 la proporción fue del 17,5 %. Por el contrario, en la actualidad, un 74,1 % de la población activa trabaja en el sector servicios (**Tabla 1**). Con todo, Alemania es uno de los pocos países que han logrado mantener la cuota de participación de su industria en el VAB durante los últimos 20 años.

Tabla 1 Evolución del empleo y del valor añadido bruto (VAB) en las industrias del sector manufacturero y en el sector servicios (en %)

	1970	1980	1990	2000	2010	2015
Población en activo: industrias del sector manufacturero	35,8	31,2	28,3	19,6	17,4	17,5
Población en activo: sector servicios	45,1	53,8	59,9	69,6	73,9	74,1
VAB: industria manufacturera	36,5	31,0	29,2	23,0	22,2	22,6
VAB: sector servicios	48,3	56,6	61,0	68,0	69,1	69,0

Fuente Oficina Federal de Estadística de Alemania. Año 2016.

No obstante, estas cifras no reflejan la enorme importancia que posee la industria para el desarrollo macroeconómico en Alemania, sino que pasan por alto el hecho de que el crecimiento externo del sector servicios con respecto a la industria a menudo es tan solo el resultado de políticas de externalización empresariales. En otras palabras, no es posible entender el crecimiento fuera de la industria sin hacer referencia asimismo a las capacidades industriales. La demanda de bienes industriales se extiende hacia otros sectores, en los que a su vez se genera más demanda y puestos de trabajo, siendo los servicios relacionados con la industria los que más claramente se ven beneficiados por ello (Edler y Eickelpasch, 2013, p.16).

Por otro lado, el sector manufacturero desempeña un papel especial en el comercio exterior. Ciertamente, la proporción de los servicios en el volumen total del tráfico comercial ha aumentado notablemente en los últimos años; sin embargo, el comercio de mercancías continúa siendo todavía dominante. Durante el periodo comprendido entre los años 1995 y 2015, la industria manufacturera en Alemania mostró una dinámica de crecimiento ligera-

mente superior a la de la economía en su conjunto¹. De media, el rendimiento económico se incrementó en un 1,7 % en la industria manufacturera, y en un 1,4 % en el conjunto de la economía (Prognos, 2016). Asimismo, el ritmo de crecimiento de la industria manufacturera evoluciona claramente de manera más fluctuante. Por otra parte, la caída, como consecuencia de la recesión, y la posterior recuperación se manifestaron en la industria de forma extraordinaria.

Riesgos y oportunidades de Industria 4.0 en la economía y en la sociedad

Actualmente, en el debate en torno a Industria 4.0 no solo se aborda la cuestión de la competitividad, sino también la del control del impacto de la digitalización en la economía y en la sociedad. Por lo tanto, perfilaremos a continuación los cuatro ámbitos económicos, sociales y societales principales en los que el debate alemán sobre la digitalización se centra cada vez más: en primer lugar, la cuestión relativa a la competitividad y al desarrollo de la productividad, en segundo y tercer lugar, el tema del empleo y el de la calificación, respectivamente; y, finalmente, el complejo asunto del *big data* y de la seguridad de los datos.

Productividad y competitividad

La transformación digital de la industria alcanzará probablemente su punto culminante dentro de unas décadas. En general, se parte de la base de que la digitalización genera diferencias específicas para cada sector (BITKOM y Fraunhofer IAO, 2014). Teniendo en cuenta los potenciales descritos anteriormente dentro de los distintos sectores, la mayoría de los pronósticos para Alemania presuponen que, gracias a una digitalización acelerada, los principales sectores de la industria podrían alcanzar un valor añadido adicional de entre el 1,5 % y el 2,2 % anual hasta el año 2025 (BITKOM y Fraunhofer IAO, 2014). En la [Tabla 2](#) se muestran las distintas cuotas de incremento del valor añadido bruto en términos reales y porcentuales. A modo de ejemplo, esto podría significar valor añadido adicional de 23.000 millones de euros hasta 2025 en el sector de la ingeniería mecánica.

¹ En 2000, la industria manufacturera representó un 86 % en las exportaciones y hasta 2102 se incrementó hasta un 79 %. La proporción de la industria manufacturera en las importaciones totales se situó en 2000 y 2012 en un 76 % y un 68 %, respectivamente. Todavía mayor es la proporción de la industria procesadora en los gastos correspondientes a investigación y desarrollo (I+D). Teniendo en cuenta tanto los gastos internos en I+D como los externos, su valor se situó en el 87 % en 2013. Estas cifras resaltan nuevamente la excepcional importancia de la especialización de la industria alemana en investigación intensiva (Prognos, 2016-18).

Tabla 2 Aumento esperado del valor añadido bruto (VAB) por sector a través de Industria 4.0

Sector	Aumento del valor añadido bruto en miles de millones de euros, de los años 2013 a 2025	Aumento anual del valor añadido bruto en %, de los años 2013 a 2025
Industria automovilística	14,8	1,5
Ingeniería mecánica	23,0	2,2
Equipamiento eléctrico	12,1	2,2
Industria química	12,0	2,2

Fuente BITKOM y Fraunhofer IAO, 2014.

La mayoría de los estudios prevé efectos positivos, que asciendan a un valor económico añadido adicional de entre veinte a treinta mil millones de euros anuales en Alemania, gracias al fomento de la digitalización (MBWi, 2015). Ello remite a que, en los últimos años, la digitalización ya ha contribuido sustancialmente al aumento del valor añadido en la industria alemana. Entre 1998 y 2012, la contribución al crecimiento relacionada a la digitalización se cifra en un 0,4 % anual de media (Prognos/vbw, 2015). Esta cifra representa un tercio del crecimiento anual del valor añadido bruto del sector manufacturero en su conjunto.

Evolución del empleo

Se debaten de forma especialmente polémica los efectos que las considerables posibilidades de ahorro puedan tener sobre la evolución del empleo. La atención no solo se centra en una dimensión cuantitativa, es decir, en cuántos puestos de trabajo se generarán o desaparecerán. Se debate también sobre si habrá una mayor polarización del mercado laboral o cuál será la magnitud de las transformaciones entre empresas y sectores, así como si de ello se derivarán más cambios sobre los puestos de trabajo. En lo que respecta al sector industrial, se debate acerca de si el empleo sigue disminuyendo o si se estabiliza. Las medidas de ahorro e innovación empleadas hasta ahora han afectado sobre todo a los trabajadores poco o semicalificados, que han sido reemplazados por máquinas en la realización de sus funciones. Asimismo, se vislumbra que la intensificación de la digitalización afectará prácticamente a todo el abanico de calificaciones. Tanto es así que algunos observadores apuntan a que la digitalización podría tener un efecto similar sobre el trabajo intelectual al de la máquina de vapor y la cadena de montaje sobre el trabajo físico (Ittermann y Niehaus, 2015, p.40 y ss.).

El punto de partida del debate internacional lo constituye un estudio muy citado de Frey y Osborne realizado en 2013. Los autores parten de la base de que alrededor del 47 % de todos los trabajadores de Estados Unidos desempeñan profesiones que podrían desaparecer en los próximos 20 años debido al fomento de la digitalización². Asimismo, estudios realizados en Alemania han llegado a la conclusión de que gran parte del mercado laboral va a experimentar importantes presiones de cambio y reestructuración. Aplicando el enfoque de Frey y Osborne a Alemania, investigadores del Centro para la Investigación Económica Europea de Mannheim o el Instituto ZEW (Bonin *et al.*, 2015) llegaron a la conclusión de que, trasladando directamente el estudio al caso alemán, la probabilidad de automatización asociada al mercado laboral alcanzaría un 42 %. El resultado se relativiza cuando se realiza un cambio metodológico que evalúa las tareas profesionales en lugar de las profesiones en sí mismas: en este caso, el porcentaje de puestos de trabajo que estarían amenazados en Alemania ascendería a un 12 %. En lo que respecta a la estructura del riesgo, se observa que existen diferencias en función del nivel de formación e ingresos, resultando así que, en Alemania, los trabajadores con formación elemental o primaria detentan un riesgo de automatización del 80 %, mientras que para aquellos que ostentan el grado de doctor este porcentaje sería solamente del 18 %. El panorama resultante es similar si tomamos como referencia el nivel de ingresos: a medida que aumenta el nivel de ingresos, la probabilidad de automatización disminuye.

Con el aumento de la digitalización, por una parte, aumenta la demanda de mano de obra en el segmento de la calificación superior, mientras que, por otro lado, disminuye la demanda de personal en el segmento de calificación media. Cabe señalar que continúa aumentando el subempleo, sobre todo para las personas que carecen de formación profesional. Otros estudios y observadores también comparten el temor a que apenas exista necesidad de mano de obra, especialmente en lo que respecta al trabajo industrial no cualificado. Existen varias posiciones diferentes al respecto, desde la tesis de que en el futuro «no habrá más empleos en el sector de la producción industrial para trabajadores poco cualificados» (Ittermann y Niehaus 2015, p.43), hasta la consideración de la posibilidad de que gracias a innovaciones tecnológicas como las gafas inteligentes y las tabletas, personas con menor formación también podrían llevar a cabo trabajos cualificados. No obstante, esta cuestión se contempla con total escepticismo en el informe de la Unión Científica Economía-Ciencia del Ministerio Federal de Educación y Ciencia alemán: «Cabe suponer que la supresión de tareas manuales de escasa complejidad va a seguir adelante,

² A este respecto, hay que tener en cuenta que los autores no se proponen determinar la pérdida cuantitativa de puestos de trabajo: no están en disposición de hacerlo, no solo por la imposibilidad de predecir la evolución de los salarios y las posibles medidas de intervención política, sino porque su atención se centra en las perspectivas de automatización.

lo cual provocaría el despido de, al menos, una parte de la mano de obra (en particular, la semicualificada), algo que no resultaría aceptable ni para los trabajadores ni tampoco desde el punto de vista de las demandas de integración social de la población, al tiempo que resultaría extremadamente contraproducente para la exitosa implantación de Industria 4.0» (Economía y Ciencia para la Estrategia de Alta Tecnología [Forschungsunion]/acatech, 2013, p. 57).

Íntimamente relacionado con la tesis de la polarización se halla el temor de que también la devaluación del trabajo adquiera una nueva dimensión. Con ello se alude, sobre todo, a nuevas formas de precariedad económica, por ejemplo, mediante plataformas de externalización a través de Internet tales como el *crowdworking* (Benner, 2014). No obstante, aquí las perspectivas difieren, pues no todos los expertos llegan a la conclusión de que se avecina una disminución del número de puestos de trabajo. Así, por ejemplo, el grupo Boston Consulting Group calcula que, para los próximos diez años, cabe esperar un aumento del empleo del 6%, atribuible, principalmente, a la creciente demanda de trabajadores industriales altamente cualificados (BCG, 2015, p. 8).

Calificación

Industria 4.0 no determina el final del trabajo industrial, sino su transformación. El cambio tecnológico y las necesidades cambiantes de los contenidos y procesos del trabajo, así como de calificaciones y competencias requeridas, son dos caras de una misma moneda. En el debate alemán en torno a Industria 4.0, de forma análoga, domina actualmente un discurso más optimista, que hace hincapié en las oportunidades positivas que se hallan en los cambios. Con la digitalización, no solo los procesos de trabajo y de producción sino también los requerimientos específicos de los perfiles profesionales serán más exigentes, complejos y estarán más interconectados. Adquirirán una mayor importancia el pensamiento abstracto, la gestión de la información, la responsabilidad sobre los procesos y las habilidades de documentación y lectura. Del mismo modo, el trabajo por proyectos, los procesos de división del trabajo y de trabajo en equipo cobrarán también una mayor relevancia, de modo que las habilidades sociales también serán cada vez más demandadas. Por otro lado, todo esto no podría seguir adelante sin tener consecuencias sobre la formación y los planes de estudios, que deberían modificarse ante un contexto como este (Ittermann y Niehaus, 2015, p.46 y ss.).

Como consecuencia de estos cambios, a la formación continua le corresponde un papel sumamente importante en la estrategia de Industria 4.0. Se trata, por un lado, de responder a los cambiantes requisitos de acuerdo con la lógica de Industria 4.0 y, al mismo tiempo, de garantizar y potenciar las oportunidades laborales de las personas afectadas. Esta

cuestión plantea, ante todo, un enorme reto para los sindicatos, puesto que el derecho alemán de cogestión, o participación de los trabajadores en la dirección de la empresa, les concede una enorme influencia en el ámbito de la formación profesional y continua. En definitiva, se trata tanto de modernizar los planes de estudio y capacitación, como de crear las condiciones necesarias para ofrecer a los trabajadores unos procesos de aprendizaje y formación continua eficaces a lo largo de toda su vida activa. A este respecto, se puede citar como ejemplo el acuerdo alcanzado en abril de 2016 entre los interlocutores sociales de las asociaciones patronales de la industria metalúrgica, por un lado, y de la Unión de los Trabajadores del Metal (conocida como IG Metall), por el otro. Según este acuerdo, deberán modernizarse, conjuntamente, los métodos de formación profesional existentes en este ámbito (Patronal del Metal [abreviado, Gesamtmetall] *et al.*, 2016).

Big data y seguridad de los datos

Actualmente, el tema de la seguridad de los datos juega en Alemania un papel muy importante. La falta de seguridad en los datos no solo se considera como un riesgo individual, sino también como un riesgo para las empresas. El espionaje, tanto externo como interno, es un tema omnipresente. A las pequeñas y medianas empresas alemanas intensivas en tecnología les preocupa especialmente y sobremanera el riesgo de que sus bases de conocimientos e innovaciones, desarrolladas con gran esfuerzo, pudieran serles sustraídas en el entorno de las estructuras de cooperación digitalizadas e interconectadas. Hoy por hoy, los ciberataques se han convertido en acontecimientos públicos, que pueden incluso llegar a perjudicar las relaciones entre Estados soberanos. En este contexto, las preocupaciones con respecto a integrarse en estrategias industriales digitalizadas e interconectadas de creación de valor tienden más bien a ir en aumento. En este sentido, cabe señalar que existen trabas con respecto a la conexión en red de equipos y maquinaria, así como también en relación con el ingreso a redes externas. Pese a que se hayan identificado hace tiempo tales desafíos, hasta la fecha no han podido hallarse soluciones de seguridad que resulten convincentes. En respuesta a ello, se han implantado estrategias de interconexión en dos fases. Estas prevén, inicialmente, el intercambio de datos en una red cerrada sin conexión a Internet (por ejemplo, dentro de una fábrica) y, solamente en la segunda fase, la interconexión con sistemas externos.

Mediante la digitalización y los macrodatos o *big data*, las empresas y los organismos públicos pueden optimizar sus procesos, así como acceder a datos de carácter personal y hacer uso de ellos a una escala hasta el momento sin precedentes. Asimismo, la ambivalencia de los macrodatos en el contexto de Industria 4.0 es cada vez más clara: por un lado, las nuevas posibilidades de transparencia que ofrece la digitalización pueden conducir a contextos laborales más igualitarios, atractivos y exigentes y, por otro, permiten que se lle-

ve a cabo un poderoso control del rendimiento y de los comportamientos laborales; e incluso, en el peor de los casos, una vigilancia exhaustiva. Como reacción a ello, se reivindica la reforma de la legislación actual en materia de protección de datos, con vistas también a que, en el futuro, los derechos de los particulares y los intereses de las empresas y los organismos públicos estén mejor equilibrados³.

Es importante que las competencias legales, tecnológicas y empresariales estén mejor integradas para llevar a cabo con éxito el proceso de digitalización. Por lo que, en este sentido, la estrategia Industria 4.0 plantea cuestiones de responsabilidad completamente nuevas. Por ejemplo, en el supuesto de que algo fallara en el proceso de producción, en el futuro podría resultar más difícil dilucidar quién, en la cadena de producción, es el responsable de ello. En definitiva, puede afirmarse que el debate relativo a las consecuencias legales en materia de protección de datos asociadas al avance de la digitalización no ha hecho más que empezar.

Industria 4.0: revolución en la idea, evolución en su aplicación

La estrategia de comunicación para la promoción de la industria 4.0 está bien desarrollada en Alemania. Por el contrario, la aplicación efectiva de Industria 4.0 en las propias empresas se encuentra todavía en una fase inicial de desarrollo. En 2015, la Comisión de Expertos de Investigación e Innovación del Gobierno federal alemán manifestó lo siguiente: «la incertidumbre en relación con los estándares industriales que se están gestando, conduce, especialmente en la mediana empresa, a una cierta reserva a la hora de invertir en sistemas que más tarde podrían resultar incompatibles» (Comisión de Expertos en Investigación e Innovación, 2015, p.31).

La introducción de las tecnologías de Industria 4.0 en la empresa y, en su caso, en qué medida, dependen de la disposición que exista para abordar esta cuestión y del potencial para llevarla a cabo. Un factor decisivo para la implementación (temprana) de nuevas tecnologías es el tamaño de la empresa. Las grandes empresas tienen grandes volúmenes

3 Es materia de discusión, principalmente, la revisión de los principios de la protección de datos como el consentimiento, la cognoscibilidad o el conveniente tratamiento de los datos, así como la introducción de nuevos conceptos jurídicos, como el derecho de supresión («el derecho al olvido»), estándares aplicables a los productos o tipos de sanciones por el uso indebido de los datos. Asimismo, se debate también acerca de la protección jurídica del alertador o revelador de secretos (*whistleblower*).

de producción y siguen una estrategia de optimización continua para procesos productivos altamente automatizados. Por el contrario, en el caso de las pequeñas y medianas empresas (pymes), son más frecuentes las actividades no automatizadas en el proceso de producción. Además, los productos suelen ser comercializados en nichos de mercado y, a menudo, poseen un alto grado de especialización (Instituto de la Economía Alemana [IW] de Colonia, IW Consult GmbH, 2015; Experton Group, 2014; GfK Enigma, 2014; DZ Bank, 2014; Ministerio Federal de Economía y Energía [abreviado, BMWi], 2015a).

Al mismo tiempo, existen grandes discrepancias dentro del grupo de las PYME: por un lado, encontramos algún que otro pionero en la implantación de las nuevas tecnologías, mientras que, por otro lado, vemos también cierta reserva en lo tocante a planificación y ejecución. No obstante, este recelo tiene a su vez sus raíces en la ausencia de estándares y normas vinculantes, así como de directrices claras por parte de las grandes empresas. A ello hay que añadir la incertidumbre que provoca la falta de seguridad de los datos y los problemas de compatibilidad con el *software* de automatización. Los problemas de infraestructura –por ejemplo, los derivados de un ancho de banda insuficiente– contribuyen también a impedir una implantación más proactiva de las tecnologías de Industria 4.0. Además, el volumen de capital de riesgo es escaso: son, sobre todo, las empresas jóvenes que intentan destacar en el segmento de Industria 4.0 con aplicaciones más innovadoras las que encuentran problemas para conseguir financiación (Schröder, 2016, p.11 y ss.).

Sin lugar a dudas, el camino hacia el mundo de Industria 4.0 ya ha comenzado. No obstante, no es de esperar una implantación rápida y generalizada de las tecnologías 4.0. El objetivo de la política industrial alemana, en este momento, reside en superar la falta de aceptación y configurar un paisaje global de Industria 4.0; pues solo entonces podrán también lograrse realmente los beneficios pretendidos a efectos de estructuras en red. Los proyectos de referencia son necesarios para aproximarse a este objetivo. El Ministerio de Economía (<http://www.karten.bmw.de/>) «mapea» los ejemplos de buenas prácticas, que deparan avances en el ámbito de la interconexión digital y en la implantación de nuevas tecnologías. Además, algunas grandes empresas cuentan con sus propios centros de investigación –como, por ejemplo, la TecFabrik de Daimler AG (Daimler, 2015)– en los que ensayan nuevos sistemas de logística y fabricación. En las PYME, el proceso de transformación está liderado en gran medida por proyectos subvencionados por el Estado. Un ejemplo de ello es Wittenstein AG, una empresa financiada con fondos federales que pone en práctica de forma ejemplar importantes elementos del modelo de Industria 4.0 en el proyecto de investigación CyProS (Confederación de la Industria Alemana [BDI]a, 2015), un proyecto que trabaja en el ámbito de la digitalización de la gestión de la cadena de suministro.

Iniciativas políticas y actores: gobierno de la estrategia Industria 4.0

En Alemania no existe un centro político estratégico que desarrolle, difunda y dirija Industria 4.0 y la digitalización. Más bien coexisten diversas iniciativas procedentes de los sectores político y económico, así como de los grupos de interés y de la comunidad científica. Por un lado, estos actúan en parte de forma separada y compiten entre sí; pero, por otro, están estrechamente vinculados en algunos sectores. Muchas iniciativas son responsabilidad directa de la esfera política y del Estado, o bien son impulsadas o, incluso, desarrolladas de forma independiente por empresas con suficientes recursos para ello. Con todo, también en la industria tiene cierta importancia la relación entre el Estado y los grupos de interés, una relación que ya podía someterse a tensión en el anterior panorama corporativo de la industria alemana. Esto afecta, sobre todo, a la coordinación global de la innovación, la formulación de normas y la creación de las infraestructuras públicas necesarias, algo que es especialmente cierto cuando se trata de crear las condiciones y el marco más apropiados para el desarrollo de infraestructuras (por ejemplo, aumento de la banda ancha, normas industriales) e incentivos financieros (por ejemplo, fiscalidad, inversiones) favorables para la implantación de Industria 4.0.

Al inicio del debate en torno a la estrategia Industria 4.0, la iniciativa se basó en gran medida en los distintos actores del triángulo: política, empresa y ciencia, que cooperaron tenazmente entre sí. Con el tiempo, cuando se trató de conseguir una movilización de recursos más amplia y la legitimación necesaria para ello, se incluyeron también las asociaciones. De hecho, no solo participaron las asociaciones empresariales, sino también los sindicatos. La incorporación relativamente temprana de las asociaciones se debió también a los resultados en importantes proyectos anteriores que pretendieron prescindir de dicha implicación y que, sin embargo, acabaron fracasando rápidamente frente a una oposición demasiado fuerte y una legitimación muy débil.

El papel de los ministerios y la Administración

Los ministerios desempeñan un papel importante a la hora de reunir a diferentes actores alrededor de una misma mesa, dotar a las iniciativas de un peso público mayor y apoyo financiero y, por último, aunque no por ello menos importante, aunar e impulsar los objetivos de Industria 4.0 mediante leyes, estándares y acuerdos internacionales. En el proceso relativo a Industria 4.0 participan activa y directamente varios ministerios (véase la [Tabla 3](#)).

Tabla 3 Ministerios que participan activamente en la política de Industria 4.0

Ministerio	Áreas temáticas
Ministerio Federal de Economía	Fomento de la industria, alianzas y plataformas
Ministerio Federal de Investigación	Fomento de la investigación
Ministerio Federal de Trabajo y Asuntos Sociales	Empleo, cualificación
Ministerio Federal del Interior	Seguridad de datos
Ministerio Federal de Transporte	Infraestructuras, cableado de banda ancha
Ministerio Federal de Justicia	Protección del consumidor, seguridad de datos

Fuente Representación propia.

Seis ministerios federales trabajan directamente en el tema de Industria 4.0: el Ministerio Federal de Economía y Energía (BMWi), el Ministerio Federal de Trabajo y Asuntos Sociales (BMAS), el Ministerio Federal de Educación e Investigación (BMBF) y el Ministerio Federal de Transporte e infraestructura digital (BMVI), así como el Ministerio Federal del Interior (BMI) en materia de seguridad de datos y el Ministerio Federal de Justicia y Protección al Consumidor (BMJV). En 2010, el Bundestag organizó la comisión de investigación «Internet y la sociedad digital», que presentó sus resultados en 2013. Con la «Agenda Digital 2014-2017», el Gobierno federal desarrolló un amplio programa de trabajo en el que los distintos ministerios, en coordinación con los grupos parlamentarios y con implicación de la economía, la comunidad científica y la sociedad civil, discutieron los puntos principales de una política integral de digitalización. Otro importante punto de referencia estatal es la Cumbre Nacional de Tecnologías de la Información (Nationale IT-Gipfel), un congreso organizado anualmente desde 2006 por el Ministerio Federal de Economía y Energía (BMWi): este pretende desarrollar y presentar conceptos para reforzar la posición de Alemania como centro de TI (Albrecht, 2016, p.100 y ss.). Los trabajos de la Agenda Digital han recibido el apoyo de numerosas plataformas y confederaciones, como, por ejemplo, la plataforma «Mundo laboral digital».

El Ministerio de Trabajo

Al Ministerio de Trabajo le corresponde una labor de control y apoyo respecto a las consecuencias de Industria 4.0 en relación con la cantidad y calidad del empleo y de la cualificación. La plataforma «Mundo laboral digital» fue fundada para desempeñar este papel: está planteada como asociación tripartita y considerada como parte de la Agenda Digital del Gobierno federal. Está dirigida por la ministra de Trabajo y por el presidente del

sindicato Unión Industrial de Trabajadores del Metal (IG Metall). La plataforma se ocupa de la flexibilidad laboral respecto a la movilidad y los tiempos de trabajo, del empleo y de la formación continua, así como también de los estándares de protección social. Para posibilitar una participación más sólida de los actores de la política laboral, el ministerio ha iniciado un proceso, que comenzó en 2015 con un *Libro verde* y que, por lo pronto, habrá de finalizar en 2016 con un *Libro blanco*.

El Ministerio de Investigación

El Ministerio Federal de Investigación y posteriormente el Ministerio Federal de Economía dieron un empuje decisivo al fomento de Industria 4.0, en 2009 y en 2014 respectivamente. Para que las asociaciones y las empresas contaran con estructuras más flexibles fuera de los ministerios, el Ministerio Federal de Investigación fundó en 2002 la Academia Alemana de las Ingenierías (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V., abreviado acatech), en la que los políticos pueden obtener asesoramiento externo sobre cuestiones técnicas, científicas y de política tecnológica. Su financiación fue garantizada a través del apoyo institucional de la República Federal de Alemania y de los 16 estados federados (*Länder*). Además, y en estrecha relación con acatech, entre 2006 y 2013 se unió al proyecto la Unión Científica Economía-Ciencia (Unión Científica), financiada por el gobierno federal y los estados federados, como órgano consultivo complementario del gobierno federal para su «Estrategia de Alta Tecnología», la cual fue aprobada en 2006 y consolidada en 2010 como «Estrategia de Alta Tecnología 2020». En ella, la Unión Científica Economía-Ciencia orientó sus áreas temáticas a las «áreas de necesidad» designadas por el Gobierno federal en el verano de 2010, es decir: clima/energía, salud/alimentación, movilidad, seguridad, comunicación y condiciones sociales.

Les corresponde también un importante papel a diferentes iniciativas científicas en cuanto al trabajo sobre los contenidos en los proyectos de Industria 4.0. Por ejemplo, el denominado Müncher Kreis (Círculo de Múnich)⁴ o grandes instituciones de renombre como la Sociedad Fraunhofer contribuyen de las formas más diversas a estos procesos con sus capacidades. A este respecto, el Instituto Fraunhofer de Economía y Organización Laboral (IAO) ha sido primordial, dado que fue desde allí desde donde se puso en marcha en el 2013 la «Red de innovación en el trabajo de producción 4.0». Gracias a ella, las empresas industriales y socios investigadores aúnan sus esfuerzos con el objeto de hallar respuestas y soluciones para el futuro del trabajo de producción en Alemania. Los actores de la

⁴ En 1974, se reunieron en el Müncher Kreis expertos en materia de comunicación e información, los cuales se ocuparon de cuestiones relativas a las tecnologías de la información y de las telecomunicaciones. (www.muenchner-kreis.de).

acatech, la Unión Científica Economía-Ciencia y, no en menor medida, los de la Sociedad Fraunhofer, son las fuerzas motrices que han dado el empuje decisivo a las campañas de Industria 4.0.

El Ministerio de Economía

La política industrial promotora de Industria 4.0 arrancó inicialmente en la Feria de Hannover de 2013. En otoño de 2015, esta iniciativa desembocó en una nueva «Plataforma Industria 4.0», impulsada conjuntamente por los ministerios de Economía e Investigación. En dicha plataforma, bajo el liderazgo del Ministerio de Economía y junto con las asociaciones empresariales, participó entonces también el sindicato Unión Industrial de Trabajadores del Metal (IG Metall). El cometido principal de dicha plataforma reside en agilizar la implantación del modelo Industria 4.0 en la economía alemana y, por lo tanto, en crear un marco adecuado para ello. Por el contrario, la implantación en sí misma ha de realizarse sin embargo fuera de la plataforma y seguir una lógica competitiva (BMW 2015b, p.11). Cinco grupos de trabajo se encargan de los puntos principales del contenido de la plataforma:

- Soluciones modelo, *estandarización* y normalización.
- Investigación e innovación.
- Seguridad de sistemas en red.
- Marco legal.
- Trabajo, formación y formación continua.

Las empresas y asociaciones de la plataforma participan en distintas iniciativas para agilizar la uniformización y puesta en práctica de Industria 4.0. En 2016 se inició una cooperación con el Industrial Internet Consortium (IIC) de Estados Unidos para asegurar la futura interoperabilidad de los sistemas y su consiguiente estandarización.

La plataforma Industria 4.0, creada en 2015, goza ya de un éxito algo mayor que su predecesor, ya que cuenta con importantes logros, sobre todo en el ámbito de la estandarización. Los actores involucrados parecen ser conscientes de que se trata principalmente de reducir los umbrales de entrada en las pequeñas y medianas empresas para facilitar su acceso al mundo de Industria 4.0 permitiendo, por ejemplo, que las pymes prueben las nuevas tecnologías. Desde la plataforma se ha desarrollado el modelo de referencia RAMI 4.0 (modelo de arquitectura de referencia de Industria 4.0). Este reúne los elementos tecnológicos esenciales de Industria 4.0 en un modelo y ofrece a empresas de distintos

sectores una orientación homogénea. Asimismo, la plataforma apoya a las empresas con un mapa en línea que, sobre la base de unos 250 ejemplos de uso, aproximadamente, muestra donde se encuentra implantada actualmente en Alemania Industria 4.0. Una biblioteca en línea ofrece un acceso sencillo y sistemático al tema de Industria 4.0 con la ayuda de manuales prácticos, publicaciones y estudios (BMW, 2016).

La alianza para el futuro de la industria

Las plataformas, diálogos e iniciativas mencionados hasta el momento articulan la temática de Industria 4.0 en cuanto a su contenido. Por otro lado, no existía hasta 2015 un marco político movilizador más amplio que tuviera como objeto promover la aceptación de los procesos de modernización industriales en la sociedad. El 25 de noviembre 2014, la Unión Industrial de Trabajadores del Metal (IG Metall), la Confederación de la Industria Alemana (Bundesverband der Deutschen Industrie e. V., abreviado BDI) y el ministro de Economía Sigmar Gabriel tomaron la iniciativa para organizar la constitución de una alianza llamada «Futuro de la Industria». Dicha alianza se fundó el 3 de marzo del 2015 en Berlín y en la actualidad está integrada por un total de 17 socios⁵. El órgano encargado de su coordinación es el Ministerio de Economía. El objetivo de la alianza es principalmente el de mejorar las condiciones del marco político que pueden influir sobre la competitividad industrial de Alemania. El 13 de octubre del 2015, en una declaración «a favor de una política industrial moderna y eficaz en Alemania», se señalaron los siguientes subobjetivos para la alianza: reforzar la aceptación de la industria, garantizar la competitividad mediante la inversión y la innovación, el libre comercio y la competencia leal, concebir la digitalización como una oportunidad, reforzar asimismo la política industrial en la UE, y conseguir profesionales a través también de la inmigración.

La alianza aúna las competencias de las instituciones participantes en política industrial y facilita los procesos de consulta y coordinación. Mediante la organización tripartita de Estado, asociaciones empresariales y sindicatos, se amplía la base legitimadora. De esta

⁵ Además de los tres actores mencionados en el texto, la alianza «Futuro de la Industria» se compone de las siguientes asociaciones empresariales: Asociación de la Industria Química (VCI), Asociación de la Industria Automovilística Alemana (VDA), Asociación Alemana de la Construcción de Maquinaria e Instalaciones (VDMA), Elektrotechnik und Elektronikindustrie (ZVEI), Asociación de la Industria Alemana de la Construcción (HDB), Federación Nacional de Asociaciones Patronales Alemanas (BDA), Patronal del Metal, Federación Alemana de Asociaciones de Empleadores de la Industria Química (BAVC), Federación Alemana del Acero (WV Stahl) y Federación de Cámaras Alemanas de Comercio e Industria (DIHK). En cuanto a los sindicatos involucrados, son los siguientes: Federación Alemana de Sindicatos (DGB), Sindicato Industrial de Minería, Química, Energía (IG BCE), Sindicato Industrial de Construcción-Agricultura-Medio Ambiente (IG BAU), así como el Sindicato de Hostelería, Alimentación e Industrias Afines (NGG) (BMW, 2016; Red Futuro de la Industria S.A.).

forma, la «creación del futuro» en el contexto de la digitalización y de Industria 4.0 se convierte en un proyecto común, en el que sindicatos y asociaciones empresariales aportan sus capacidades e intereses respectivos. Asimismo, rige el principio según el cual los miembros de la alianza tienen que centrarse en aquellos temas con respecto a cuyo contenido estén de acuerdo, y no practicar una política de sobrecarga mutua.

La alianza opera en cuatro niveles:

- En el primer nivel hay que hacer referencia al «grupo de alto nivel», al cual pertenecen además del ministro de Economía, los presidentes o representantes, respectivamente, de las asociaciones empresariales y de los sindicatos. Este grupo determina el rumbo de la alianza.
- El segundo nivel está constituido por el denominado «círculo sherpa», que lleva a cabo las decisiones del grupo de alto nivel.
- En el tercer nivel hay cinco grupos de trabajo, que proporcionan los conocimientos especializados y habilidades pertinentes, así como también información política (consultar el anexo).
- En el cuarto nivel de la alianza se encuentra la «Red Futuro de la Industria», constituida en forma de asociación autónoma e independiente. De ella forman parte la mayoría de los miembros de la alianza. Con esta estructura se pone de relieve que esta iniciativa pretende operar con independencia de las coyunturas políticas relativas a la composición del gobierno y mantener contacto directo con las asociaciones e iniciativas sociales. Más allá de esta independencia, la asociación se concibe a sí misma como depositaria original de las ideas de la alianza y como socia colaboradora de la misma. Los representantes de las asociaciones empresariales y de los sindicatos desempeñan, en igualdad de condiciones, la presidencia de la asociación, así como la gestión de la red.

Posiciones político-industriales de los actores alemanes

En el contexto de los diferentes escenarios de Industria 4.0 surge para los actores participantes un amplio margen de maniobra. Por un lado, el Ministerio de Economía pretende hacer valer ahí la agenda del Gobierno en materia de política económica y desarrollo tecnológico. Por otro, los empresarios dirigen sus esfuerzos hacia un modelo orientado a la flexibilidad. Las asociaciones empresariales, por su parte, están interesadas en la aceptación, las subvenciones y en una mejor infraestructura. Y, por último, los sindicatos

pretenden proteger la seguridad de los trabajadores, así como influir positivamente en las condiciones de trabajo y en la cogestión; al mismo tiempo, deben evitar ser instrumentalizados como meros intermediarios para la aceptación de los intereses empresariales, sin fijar también sus propios puntos. En definitiva, se juega entre todas las partes intervinientes, un delicado equilibrio entre la lucha por los propios intereses y el pragmatismo necesario a la hora de actuar a favor de la consecución de los objetivos comunes.

Gobierno

Dado que el acuerdo de coalición de 2013 fue aprobado en un momento en el que el tema Industria 4.0 apenas había aparecido todavía en el debate político, las posiciones al respecto son más frágiles en el acuerdo de coalición que en el siguiente correspondiente mandato político. En la base del acuerdo de coalición se encuentra el objetivo de mejorar la infraestructura digital y, para ello, impulsar la implantación de la banda ancha (2013). Asimismo, se considera que uno de los principales pilares para la ulterior digitalización de la economía alemana lo constituye un acceso a Internet abierto y gratuito basado en redes inalámbricas (WLAN) y en la neutralidad de la red. En lo que respecta a las repercusiones para el mercado laboral, por un lado se tienen en cuenta los procesos de transformación que lleva aparejados la creciente digitalización y, por otro lado, comienzan a estudiarse en el ámbito escolar las competencias requeridas para la vida laboral. Gracias a formas más flexibles de organización de la jornada de trabajo (por ejemplo, teletrabajo), se brindan alternativas que favorecen la conciliación de la vida familiar y laboral. Sin embargo, con el fin de contrarrestar los riesgos de «desaparición de las fronteras» asociados a ello, resulta preciso un fortalecimiento del derecho a la «indisponibilidad». Es, pues, necesario un fortalecimiento de las competencias en materia de redes y tecnologías de la información, las cuales deberían complementarse con ayuda de herramientas digitales de cualificación y formación continua.

Pueden señalarse dos puntos clave a la hora de garantizar la seguridad de la capacidad de innovación. En primer lugar, se hace hincapié en la expansión de las actividades de investigación en el contexto nacional e internacional; además, se atribuye una gran importancia a la transferencia de conocimiento, entre otros, por medio de centros de competencia, regiones modelo, proyectos piloto y de colaboración, así como a través de sectores punteros. Asimismo, para la implantación exitosa de las tecnologías de Industria 4.0, resulta necesaria una armonización en el ámbito de la estandarización, la interoperabilidad y la homologación, la cual debe ser respaldada por una labor activa de asesoramiento y por la eliminación de barreras burocráticas. Un segundo punto clave sería el potencial de innovación, el cual no es patrimonio exclusivo de las empresas emergentes (*start-ups*), y ha de ser fomentado mediante capital riesgo, financiaciones por parte del Instituto de Crédito para la Reconstrucción (abreviado KfW) y a través del desarrollo de instrumentos de apoyo.

Los intereses de las asociaciones empresariales alemanas

La Unión Federal de la Industria Alemana (BDI, 2015b) se centra especialmente en el desarrollo de las infraestructuras y en la configuración de las condiciones marco político-económicas. Uno de sus puntos claves es el desarrollo de la infraestructura digital (implantación de la banda ancha y del Dividendo Digital II) para adecuarse al creciente volumen de datos. Otro punto esencial lo constituyen las condiciones marco supranacionales, especialmente las europeas. Asimismo, se trata también de la aplicación del Reglamento (UE) del Parlamento Europeo en materia de protección de datos, que entró en vigor en el año 2016. A este respecto, juegan un importante papel los servicios en la nube, la defensa frente a ciberataques y su contención, así como la prohibición del espionaje industrial. El tercer punto sustancial comprende el fomento específico de las actividades dirigidas a la creación de empresas (como por ejemplo la provisión de capital riesgo, la financiación a través de micromecenazgo [*crowdfunding*] y la potenciación de la financiación en las fases de creación y desarrollo de la empresa), así como también una política de apoyo fiscal a la investigación y una competencia efectiva en los mercados digitales. Finalmente, el cuarto punto clave, de orden superior, supone un impulso específicamente orientado a la innovación, que permita a las empresas alemanas alcanzar una posición de liderazgo tecnológico en este sector.

La Federación Nacional de Asociaciones Patronales Alemanas (BDA, 2015) trata de usar el debate en torno a Industria 4.0 para reformar los mercados laborales de manera compatible con la empresa. Desde esta perspectiva, la digitalización debe ir acompañada de la desregulación y flexibilización de los estándares establecidos, tanto en lo que respecta a las cuestiones salariales como en lo relativo a la jornada laboral. En este sentido, debería pasarse de tomar como punto de referencia un tiempo máximo de jornada laboral diaria a orientarse en función de un tiempo máximo de jornada laboral semanal. Con el fin de lograr un mayor dinamismo económico, tendría que atribuirse una mayor importancia a los contratos por obra, a la cesión temporal de trabajadores y a las contrataciones laborales de duración determinada. Asimismo, las regulaciones fruto de la cogestión han resultado tener un carácter limitador respecto de procesos de toma de decisiones y ejecución más rápidos. La Federación Nacional de Asociaciones Patronales Alemanas (BDA) dirige especial atención al ámbito de la formación y la calificación. Con el fin de garantizar el potencial requerido de mano de obra cualificada, es necesario que la educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (abreviado, CTIM) sea reforzada, así como que las competencias digitales se impartan en la escuela. Por otro lado, se considera la formación continua como la opción ideal, pudiendo estimularse mediante una formación próxima al puesto de trabajo, o bien a través de una organización laboral que fomente la formación.

Los intereses de los sindicatos

Los sindicatos que forman la Federación Alemana de Sindicatos (DGB, 2015) insisten en que la base para el éxito de la estrategia Industria 4.0 reside en la participación y el apoyo de los trabajadores. Las cuestiones centrales son la calificación y la formación continua. Desde esta perspectiva, una organización laboral adecuada es la base para el desarrollo de una formación continua permanente. Esta tiene que ser asegurada a través de una estrategia previsora de competencias a nivel empresarial, y por otro, a través de la creación de estructuras transparentes o bien apoyo financiero a los empleados y una legislación específica en materia de formación continua. Esto sería especialmente urgente teniendo en cuenta la previsible reducción de puestos de trabajo para personas semicalificadas o no cualificadas. Asimismo, dado que están surgiendo nuevas formas de trabajo, como por ejemplo el *crowdworking*, debería efectuarse un reajuste de los conceptos de empleador y empresa, así como una expansión de los derechos de cogestión. Del mismo modo, sería fundamental asegurar las nuevas formas de trabajo mediante la ampliación de la cobertura de la seguridad social a todas las modalidades de empleo remunerado. Por otro lado, los aspectos relativos a la protección de datos, a efectos de una protección general de los datos de los trabajadores, también deben ser establecidos. Para que la estrategia «Buen Trabajo» tenga un futuro en el marco de Industria 4.0, sería preciso aumentar los fondos en investigación, para, entre otros, la financiación de los programas de investigación laboral, que, por otra parte, constan en el acuerdo de coalición de 2013.

Partido Socialdemócrata de Alemania (SPD)

En 2015, el grupo parlamentario del Partido Socialdemócrata de Alemania (SPD) destacó tres ámbitos principales de actuación, que considera particularmente importantes en el contexto del debate Industria 4.0. Dichos ámbitos son los siguientes: la reflexión sobre el ser humano en una sociedad cada vez más digitalizada, los condicionantes relativos a la capacidad de innovación económica y social, y las condiciones marco para el éxito de Industria 4.0.

En primer lugar, el objetivo del partido es desarrollar los cambios de las condiciones de trabajo en el marco de una fuerte participación por parte de los trabajadores. Las nuevas formas de trabajo (como por ejemplo el *crowdworking*) hacen necesarios nuevos estándares que abarquen desde la jornada laboral hasta la adecuación de la protección en el trabajo, pasando por el incremento de los servicios destinados al cuidado de niños. Por otro lado, las condiciones previas para el éxito de la estrategia Industria 4.0 tienen su base en el sistema educativo. Los contenidos formativos deben corresponderse con las competencias digitales requeridas. Asimismo, deben estimularse los nuevos potenciales formativos mediante una vinculación más estrecha entre la formación profesional y la académica, así

como a través de la formación profesional dual. Por otro lado, también se otorga importancia al propósito de garantizar la formación de nuevas generaciones de científicos en matemáticas y ciencias naturales, así como al de reducir la cuota de abandono escolar.

El fomento específico de la innovación se basa en la promoción de las pymes intensivas en investigación. Han de mejorarse las condiciones marco para la innovación, mediante el fomento de los grupos de innovación, la continuidad de la llamada «iniciativa de excelencia» en las universidades alemanas, así como a través de los centros de competencia y las plataformas de conocimiento. Dado que emana un elevado potencial de innovación tanto de las pymes ya existentes como de las emergentes (*start-ups*), deberían impulsarse sus condiciones marco (entre otros, mediante redes con empresas ya establecidas, provisión de capital riesgo, y desarrollo de incubadoras y viveros de empresas).

Para asegurar el éxito de la implantación de nuevas tecnologías, se hace referencia en este punto a la configuración de las condiciones marco, que incluye la ampliación de la infraestructura digital. Asimismo, es necesario también proteger la neutralidad de la red y la seguridad de los datos en general. La implementación de nuevas tecnologías en el contexto empresarial requiere contar a su vez con normas y estándares cuya aplicación debe ser garantizada, ya sea a escala nacional o internacional.

Conclusión

La capacidad de rendimiento de la economía alemana se basa, en primer lugar, en la especialización sectorial de industrias intensivas en investigación. Está flanqueada por una red «corporativa» de economía, ciencia y control parcial del Estado, así como también una regulación robusta y flexible del mercado laboral, cuyo objeto principal son los trabajadores cualificados. Por el momento, todo parece indicar que no resultará fácil ajustar la posición de fuerza de la industria alemana. Los problemas estructurales de inversión e innovación son evidentes, y es necesario emprender nuevas iniciativas para generar más posibilidades de crecimiento. A tal fin, Industria 4.0 se entiende como un proyecto dirigido a establecer estándares tecnológicos y a lograr el liderazgo del mercado con respecto a elementos clave de la producción digitalizada.

Con el fin de consagrar a Industria 4.0 como base de un nuevo ciclo de crecimiento, se han seguido distintas iniciativas y estrategias desde comienzos del nuevo milenio. El desarrollo de una estrategia global de interconexión entre la industria tradicional y las estructuras digitalizadas se va perfilando ya en Alemania, aunque todavía con cierta lentitud. No obstante, no son nuevas en Alemania las iniciativas dirigidas a conseguir progresos en la racionalización mediante el impulso de la automatización y la interconexión general de

las distintas partes de la cadena de valor. Por otro lado, se ha ido generando a lo largo del tiempo cierta dependencia tecnológica de la industria alemana respecto a los grupos tecnológicos estadounidenses y asiáticos, ya que el éxito económico no se ha manifestado con la rapidez deseada y las compañías estadounidenses, así como los grupos empresariales asiáticos de tecnologías de la información, siguen llevando la voz cantante. De lo que se trata ahora es de mejorar la propia competitividad, mediante el fortalecimiento de las colaboraciones internacionales, como por ejemplo con The Industrial Internet Consortium (IIC).

Industria 4.0 está integrada en las estructuras del control cooperativo del capitalismo alemán, que se extienden tanto a nivel empresarial como regional y federal. Se ha conseguido una atención considerable mediante la estrategia comunicativa y la incorporación de asociaciones y de la comunidad científica. Mediante la participación de los sindicatos surge además la oportunidad de acabar con la tan criticada restricción tecnológica y de concebir Industria 4.0 también como proyecto de innovación y de política social. Esto se hace aún más necesario cuando se espera que no solo se produzcan a una escala aún mayor los recortes de puestos de trabajo, la falta de calificación y las nuevas necesidades de calificación, sino también que la aparición de nuevas formas de polarización social y de control del rendimiento y del comportamiento se conviertan seriamente en amenazas. Los potenciales de desarrollo abarcan desde la supresión generalizada de puestos de trabajo no cualificados, condicionada por la automatización, hasta nuevas formas de trabajo digital en plataformas y en la nube, pasando por la recalificación profesional. No obstante, pese a todos los problemas que se le asocian, Industria 4.0 constituye una oportunidad para el modelo alemán. La clave de su éxito reside, probablemente, en que las grandes empresas establezcan los estándares por los que se orienten luego las pymes. También es necesario el establecimiento de una relación más intensa con la competencia internacional, y no solo a escala europea.

Cabe señalar que, de acuerdo con la perspectiva internacional, el enfoque alemán evoluciona de forma gradual y progresiva, también en el caso de Industria 4.0. Por el contrario, desde una perspectiva schumpeteriana de la destrucción creativa, la digitalización –sobre todo desde el punto de vista estadounidense– puede percibirse también como estrategia de «cambios disruptivos». En definitiva, debe desterrarse el prejuicio de que la digitalización lo cambia todo y conlleva una incertidumbre absoluta y la imposibilidad de planificar nada para que funcione el enfoque evolucionista alemán. El camino emprendido se basa en la tradición de la política corporativa alemana de coordinación entre Estado y asociaciones. En este momento, se trata de vincular estrechamente asuntos de economía empresarial, economía política, mercado laboral, temas de investigación, así como cuestiones legales y sociopolíticas y ámbitos de actuación política. Teniendo en cuenta el explosivo impacto social que reside en el modelo de Industria 4.0, este amplio enfoque debería ven-

cer una restricción tecnológica y microeconómica de la política de digitalización. Lo que se persigue, en definitiva, es una política tecnológica y económica exitosa que, a su vez, tenga también consecuencias positivas de integración social para la sociedad en su conjunto.

Bibliografía

- Albrecht, Thorben (2016): «An der Schnittstelle». En: BMAS Abteilung Grundsatzfragen des Sozialstaats (ed.): *Werkheft 01. Digitalisierung der Arbeitswelt*, Berlín.
- Bauernhansl, Thomas (2014): «Die Vierte Industrielle Revolution – Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma». En: Bauernhansl, Thomas; Ten Hompel, Michael; Vogel-Heuser, Birgit. (eds.): *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*. Wiesbaden: Springer Vieweg, pp. 5-35.
- BCG (2015): «Industry 4.0 – The future of productivity and growth in manufacturing industries». Recuperado el 11 de mayo de 2016, de https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries/
- BDI (2015a): «Urbane Produktion der Zukunft – wie die WITTENSTEIN AG zum Vorreiter der Industrie 4.0 wird». Recuperado el 11 de mayo de 2016, de <http://bdi.eu/artikel/news/urbane-produktion-der-zukunft-wie-die-wittenstein-ag-zum-vorreiter-der-industrie-40-wird/>
- Bell, Daniel (1973): *The coming of post-industrial society: a venture in social forecasting*. Nueva York: Basic Books.
- Benner, Christiane (ed.) (2015): *Crowdwork – zurück in die Zukunft? Perspektiven digitaler Arbeit*. Frankfurt: Bund-Verlag.
- Bertschek, Irene; Clement, Reiner; Buhr, Daniel; Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Falck, Oliver; Heimisch, Alexandra; Jacob-Puchalska, Anita; Mazat, Andreas (2015): «Industrie 4.0: Digitale Wirtschaft – Herausforderung und Chance für Unternehmen und Arbeitswelt». En: ifo Schnelldienst 68 (10), pp. 3-18.
- BITKOM/ Fraunhofer IAO (2014): «Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland». Recuperado el 14 de mayo de 2016, de <https://www.bitkom.org/Publikationen/2014/Studien/Studie-Industrie-4-0-Volkswirtschaftliches-Potenzial-fuer-Deutschland/Studie-Industrie-40.pdf>.

- BMWi (2015a): «Industrie 4.0 – Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland. Technologieprogramm AUTONOMIK für Industrie 4.0». Recuperado el 11 de mayo de 2016, de https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/F/industrie-4-0-volks-und_20betriebswirtschaftliche-faktoren-deutschland,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf
- BMWi (2015b): «Memorandum der Plattform Industrie 4.0». Recuperado el 15 de abril de 2016, de <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/M-O/memorandung-industrie-4-0,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>
- BMWi (2016): «Plattform Industrie 4.0 zieht bei HANNOVER MESSE positive Jahresbilanz - Plattform etabliert sich als zentraler Partner für Unternehmen». Recuperado el 16 de abril de 2016, de <http://www.bmwi.de/DE/Presse/pressemitteilungen,did=764532.html>
- Bonin, Holger; Gregory, Terry; Zierahn, Ulrich (2015): «Übertragung der Studie von Frey/ Osborne (2013) auf Deutschland». Recuperado el 9 de mayo de 2016, de ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/Kurzexpertise_BMAS_ZEW2015.pdf
- Brynjolfsson, Erik; McAfee, Andrew. (2014): *The Second Machine Age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. Nueva York: Norton & Company.
- Daimler (2015): «Die nächste Stufe der industriellen Revolution: Industrie 4.0 – Digitalisierung bei Mercedes-Benz»; «Die TecFabrik: Von der Idee über das Versuchsstadium zur Serienproduktion». Recuperado el 11 de mayo de 2016, de <https://media.daimler.com/dcmedia/0-921-658891-49-1856277-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-1-0-0-0-0-0.html>
- DGB (2015): «Digitalisierung der Arbeitswelt». Recuperado el 20 de julio de 2016, de <http://www.dgb.de/themen/++co++49569078-262c-11e5-a4fc-52540023ef1a>
- Edler, Dietmar; Eickelpasch, Alexander. (2013): «Die Industrie – ein wichtiger Treiber der Nachfrage nach Dienstleistungen». En: DIW Wochenbericht 34/2013, pp. 16-24.
- Expertenkommission Forschung und Innovation (2015): «Gutachten zu Forschung, Innovation und Technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands. Gutachten 2015». Recuperado el 10 de mayo de 2015, de https://www.bmbf.de/files/EFI_Gutachten_2015.pdf
- Experton Group (2014): *Industrie 4.0. Status Quo und Entwicklungen in Deutschland*. Ismaning: Experton Group AG.

- Forschungsunion; acatech (2013): «Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0». Recuperado el 12 de mayo de 2016, de https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie_4_0.pdf
- Gesamtmetall; IG Metall; VDMA; 18ZVEI (2016): «Sozialpartner in der Metall- und Elektro-Industrie analysieren Berufsbilder und Qualifizierungsbedarf für Industrie 4.0». Recuperado el 20 de julio de 2016, de https://www.igmetall.de/docs_20160421_2016_04_20_Gemeinsame_PM_af2983ec2e80c90cd25f658c7c23cbfbd9fcc6da.pdf.
- Gornig, Martin; Schiersch, Alexander (2015): «Perspektiven der Industrie in Deutschland». En: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (ed.): Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung, 1/2015, pp. 37-54.
- Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult (2015): «Industrie 4.0-Readiness». Recuperado el 7 de mayo de 2016, de <http://www.impuls-stiftung.de/documents/3581372/4875835/Industrie+4.0+Readiness+IMPULS+Studie+Oktober+2015.pdf/447a6187-9759-4f25-b186-b0f5eac69974;jsessionid=AD922E7A6E86039440E01BFDF424CAE7>
- Ittermann, Peter; Niehaus, Jonathan (2015): «Industrie 4.0 und Wandel von Industriearbeit. Überblick über Forschungsstand und Trendbestimmungen». En: Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Ittermann, Peter; Niehaus, Jonathan (eds.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Baden-Baden: Nomos, pp. 33-51.
- Merkel, Angela (2015): «Rede von Bundeskanzlerin Merkel anl. des Jahrestreffens 2015 des World Economic Forum am 22. Januar 2015». Recuperado el 16 de mayo de 2016, de <https://www.bundestkanzlerin.de/Content/DE/Rede/2015/01/2015-01-22-merkel-wef.html>
- OECD (2016): National income. Value added by activity: Manufacturing. doi: 10.1787/a8b2b-d2b-en. Recuperado el 15 de mayo de 2016.
- Plumpe, Werner (2008): «Industrieland Deutschland 1945 bis 2008». En: Einsichten und Perspektiven 3/08. pp. 160-85.
- Prognos (2016): «Lage und Zukunft der deutschen Industrie (Perspektive 2030)». Recuperado el 14 de mayo de 2016, de <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/Studien/lage-und-zukunft-der-deutschen-industrie,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>

- Prognos; vbw (2015): «Digitalisierung als Rahmenbedingung für Wachstum – Update». Recuperado el 13 de mayo de 2016, de https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Volkswirtschaft/2015/Downloads/Studie-Digitalisierung-als-Rahmenbedingung-f%C3%BCr-Wachstum-Update_2015.pdf
- Schröder, Christian (2016): *Herausforderungen von Industrie 4.0 für den Mittelstand*. Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Statistisches Bundesamt (2016): *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen*. Inlandsproduktsberechnung Lange Reihen ab 1970. Fachserie 18 Reihe 1.5. Recuperado el 14 de mayo del 2016, de https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/VolkswirtschaftlicheGesamtrechnungen/Inlandsprodukt/InlandsproduktsberechnungLangeReihenPDF_2180150.pdf?__blob=publicationFile

Anexo

En la **Tabla 4** se muestran sistemáticamente los objetivos centrales de los distintos grupos de trabajo, así como su dirección asociativa.

Tabla 4 Grupos de trabajo de la alianza «Futuro de la industria»

Grupo de trabajo	Objetivos del grupo de trabajo	Dirección del grupo de trabajo
G.T. 1: Aceptación, industria atractiva	Déficits de aceptación generales y específicos por sector de la industria, tecnología, innovaciones e infraestructura industriales, estrategias de comunicación: bienestar e industria, globalización y mercado libre, competencia en soluciones industriales para desafíos globales, refuerzo del diálogo ciudadano sobre la infraestructura cercana a la industria y modelo de compensación de intereses	Asociación de la Industria Química (VCI) Sindicato Industrial de Minería, Química y Energía (IG BCE)
G.T. 2: Capacidad de inversión de la industria	Determinantes de la actividad inversora según el tamaño de la empresa (referencia a la comisión de expertos del BMWi «Fortalecimiento de las inversiones en Alemania»), registro del estado y cuantificación de la necesidad de inversión privada; barreras para la modernización del capital, condiciones de política económica para las inversiones privadas Inversiones estatales en infraestructuras (infraestructuras mejoradas en transportes, energía y comunicación, implicación del capital privado y formación general/ continuada)	Asociación Alemana de la Construcción de Maquinaria e Instalaciones (VDMA) Sindicato industrial de construcción, agricultura y medio ambiente (IG BAU)
G.T. 3: Futuro del trabajo en la industria o en servicios cercanos a la industria	Nuevos requisitos de cualificación para la formación general y continua Nuevas formas de trabajo Aseguramiento de la mano de obra	Federación Nacional de Asociaciones Patronales Alemanas (BDA) Federación Alemana de Sindicatos (DGB)



Friedrich-Ebert-Stiftung

Oficina Madrid
C/Covarrubias, 22
28010 Madrid

Tel: (+34) 91 294 88 80
e-mail: info@fesmadrid.es
www.fes-madrid.org

Las opiniones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Friedrich-Ebert-Stiftung.

No está permitido el uso comercial de los medios publicados por la Friedrich-Ebert-Stiftung (FES) sin el consentimiento por escrito de la misma.