

A woman with blonde hair tied back, wearing a white lab coat and clear safety glasses, is focused on her work in a factory. She is looking intently at a piece of machinery. The background is slightly blurred, showing industrial equipment and a clean, well-lit environment. A bright green diagonal graphic element is present in the top left corner.

dualiza Bankia

ESTUDIOS

≡ La **Formación Profesional** en la empresa industrial española

La Formación Profesional en la empresa industrial española

Coordinación:

Fundación Bankia por la Formación Dual

Dirigido por:

Fundación SEPI, FSP

Agradecimientos:

Desde Fundación Bankia por la Formación Dual y la Fundación SEPI, FSP agradecemos la colaboración prestada por todas las empresas para la elaboración de este estudio. Cada respuesta aporta una información esencial para constituir una imagen general de la situación de la Formación Profesional en el sector industrial y de su aportación al mismo, gracias a la cual podemos trabajar para impulsar aquellos aspectos que se comportan de un modo adecuado y corregir aquellos donde queda trabajo por hacer.

La colección Estudios es la publicación de referencia de la Fundación Bankia por la Formación Dual para los trabajos e investigaciones en el ámbito del análisis, desarrollo y conocimiento más relevantes de la formación profesional y de la formación dual.

Las opiniones, análisis, interpretaciones y comentarios recogidos en este documento reflejan la opinión de sus autores, a quienes corresponde la responsabilidad de los mismos, y no de la institución que publica.

Dr. Ángel Díaz Chao
Dra. Mónica Moso Díez
Dr. Joan Torrent Sellens

© Primera edición, octubre 2019

© Los autores, 2019

Fundación Bankia por la Formación Dual, 2019
Paseo Castellana, 189
28046 Madrid

ISBN digital: 978-84-09-15060-1

ÍNDICE

Carta del presidente de Bankia	5
Prólogo. Bartolomé Lora, Vicepresidente de SEPI	7
El valor de la FP para la Industria 4.0 Mónica Moso Díez	9
Resumen ejecutivo	11
Executive summary	15
1. Introducción	19
2. La Formación Profesional en el contexto español	20
2.1. Definición y componentes	20
2.2. Funciones y beneficios del sistema de FP	22
2.3. Subsistemas: educativo y de empleo	26
3. Hacia la cuarta revolución industrial	40
3.1. La Industria 4.0: concepto y evolución	40
3.2. Tecnologías 4.0 e implicaciones empresariales	42
3.3. Situación y avance 4.0 a nivel europeo y español	45

4. La FP como catalizador de aprendizaje e innovación para la industria 4.0	50
4.1. La FP como proveedor y capacitador de capital humano	52
4.2. La FP como proveedor y facilitador de capital estructural	58
4.3. La FP como conector y potenciador del capital relacional y social	62
5. Conclusiones	63
Referencias bibliográficas	69

Efectos sobre la generación de valor y los resultados de la actividad industrial

Ángel Díaz Chao y Joan Torrent Sellens	77
--	----

Resumen ejecutivo	79
-------------------	----

Executive summary	83
-------------------	----

1. Introducción	87
-----------------	----

2. Formación Profesional y empresa industrial: una caracterización	88
--	----

2.1. Formación Profesional y generación de valor en la empresa industrial	92
---	----

2.2. Formación Profesional y resultados en la empresa industrial	103
--	-----

3. Formación Profesional y resultados en la empresa industrial: un modelo explicativo	107
---	-----

3.1. Las nuevas fuentes de la productividad empresarial	108
---	-----

3.2. Resultados	110
-----------------	-----

4. Conclusión: nueva industria, más y mejor Formación Profesional	119
---	-----

Referencias bibliográficas	125
----------------------------	-----

Anexo metodológico: hipótesis de trabajo y modelo econométrico	131
--	-----

Bienvenida

Cuando hace algo más de seis años, nos planteamos cómo podíamos apoyar desde Bankia a la sociedad española pensamos que, sin duda, una de nuestras prioridades debía ser la educación y, en especial, la educación de nuestros jóvenes.

En España hemos vivido una crisis económica sin precedentes en la historia reciente, y existe una clara desconexión entre la formación y la oferta de empleo. Por ese motivo, decidimos apostar por la educación, y en concreto por la Formación Profesional.

En Bankia tenemos claro que el desarrollo de una Formación Profesional de calidad puede ayudar a dar una solución a dos de los principales problemas que tiene nuestra sociedad: el desempleo y la formación de nuestros jóvenes. Porque la lucha contra el desempleo y la incorporación al mundo laboral de nuestros jóvenes es el elemento articulador básico de nuestra economía y, sobre todo, de nuestra sociedad.

En septiembre de 2016, en Bankia concretamos nuestra apuesta por la educación con la constitución de la Fundación Bankia por la Formación Dual y su inclusión en el registro de fundaciones.

Ya en ese momento tuvimos claro, y así lo hicimos figurar en los estatutos, que uno de los fines fundacionales de la misma sería “la promoción de medidas de utilidad pública especialmente mediante el apoyo de los proyectos de investigación, desarrollo de proyectos, planes pilotos vinculados al desarrollo de la Formación Profesional Dual”.

El motivo era y es claro: faltan cifras, modelos e investigaciones en el ámbito de la FP, que nos permitan realizar un análisis global para ver en qué situación se encuentra el sector.

Como respuesta a esa carencia educativa constituimos el Centro de Conocimiento e Innovación, encargado del impulso de investigaciones propias y coordinadas,

así como del fomento de relaciones entre diferentes actores del mundo de la investigación para la promoción de proyectos.

El estudio que aquí presentamos es producto de ese trabajo emprendido, que nos ha llevado ya a analizar los sistemas productivos y el desarrollo de la FP en comunidades como Castilla la Mancha, Castilla y León, Comunidad Valenciana, Navarra o La Rioja. Hoy damos un paso más para, de la mano de la Sociedad Estatal de Participaciones Industriales, adentrarnos directamente en las empresas con el objetivo de ver el peso y relevancia de la Formación Profesional en las empresas manufactureras españolas.

Por primera vez, planteamos dudas reales que hasta ahora solo eran contestadas con respuestas, en el mejor de los casos, teóricas. ¿Cuentan las empresas con técnicos de FP? ¿Qué incidencia tienen en el trabajo diario? ¿Influye su presencia en las condiciones laborales de las empresas que los contratan o incluso en sus apuestas por la innovación?

Las respuestas procedentes de consultas realizadas a cerca de 2.000 empresas afianzan nuestra convicción de que la FP no solo va a ser clave en el futuro laboral de nuestra sociedad, sino que su incidencia en el sector empresarial español ya es muy significativa: las empresas que cuentan con personal titulado en FP son más productivas, venden más, promueven más estabilidad en el empleo, mejores salarios, más inversión en formación y apuestan más por la innovación.

Además, este estudio, pone de manifiesto otro gran reto de nuestro mercado laboral, como es la falta de titulación de una gran parte de nuestros trabajadores, a los que la FP también puede dar solución desde la Formación para el Empleo.

Por todo ello, el compromiso de Bankia con la educación como motor de cambio social, emprendido hace seis años, se mantiene firme y sigue avanzando apoyado en resultados como este. Un paso más para construir un futuro en el que la FP tiene que tener un papel clave.

José Ignacio Goirigolzarri

Presidente de Bankia

Prólogo

Sin lugar a dudas el mayor capital de cualquier país, de cualquier economía del mundo, es aquel que ostentan sus propios trabajadores. El capital humano. La formación es la mejor expresión del progreso de una economía y marca el devenir a largo plazo de cualquier economía desarrollada. Su relación directa con los ciclos económicos, con el crecimiento potencial y, en general, con las principales variables macroeconómicas de un país, lo convierten en una pieza clave en el desarrollo económico. Es por ello, que profundizar en el estudio de las distintas alternativas que en este tema tenemos a nuestro alcance nos ayuda a comprender la realidad de este entorno básico y fundamental. Desde las diferentes instituciones tenemos el ánimo de mirar con el mayor afán de superación los pormenores que afectan a los distintos ciclos formativos para tratar de superar las posibles deficiencias y los problemas que, en un mundo globalizado que cambia cada minuto, puedan surgir.

La Fundación SEPI, constituida hace más de medio siglo, tiene sus actividades muy centradas en la formación, con especial incidencia ésta en el mercado de trabajo. Más concretamente, en la formación de las personas desde su etapa universitaria o de formación profesional, previa a la incorporación al mercado de trabajo, hasta la formación directiva, a través del campus de formación corporativo (Campus Los Peñascales), pasando por las becas de primer empleo, donde ponemos nuestro granito de arena para culminar la formación tanto de universitarios como de formación profesional, colaborando con empresas de primer nivel que operan en nuestro país donde los recién titulados tienen la oportunidad de formarse desde un punto de vista práctico en la empresa.

En este contexto, la formación profesional es hoy en día uno de los puntos básicos de referencia a mejorar en nuestro país, por cuanto es absolutamente fundamental dotarle de la importancia que realmente tiene para que su papel en las organizaciones empresariales se acomode a lo que las compañías realmente están demandando. Las últimas cifras publicadas por la oficina de estadística de la Unión Europea, Eurostat, nos sitúan aún lejos de nuestros principales socios de la Unión. Así, el porcentaje de estudiantes matriculados en escuelas de FP se sitúa más de 10 puntos por debajo de la media. Del mismo modo, las empresas necesitan

una estructura de fuerza de trabajo equilibrada que les permita adaptarse a los continuos cambios que acontecen en el mercado y, en este punto, la formación profesional es fundamental.

La Encuesta Sobre Estrategias Empresariales (ESEE) nace en el año 1990 con el ánimo de investigar, desde un punto de vista científico, las estrategias que las empresas manufactureras españolas tienen en sus distintas vertientes. Una de ellas es precisamente en materia de empleo. Cada año, la ESEE trata de encuestar a un nutrido grupo de empresas del sector que, conjuntamente, suponen una fiel representación del tejido manufacturero español. Del mismo modo, desde la Fundación SEPI estudiamos en cada ejercicio posibles mejoras en el cuestionario y en el conjunto de datos a recabar de las empresas para profundizar en los análisis que, científicos de todo el mundo, realizan a partir de los datos que se recogen. En la última edición, hemos introducido como novedad datos más pormenorizados de la formación profesional en la empresa, lo cual nos ha permitido, en colaboración con la Fundación Bankia por la Formación Dual, la realización del trabajo que ahora les presentamos.

Sin tratar de ahondar en los resultados derivados de este informe, si creo necesario destacar el importante papel que hoy en día juega la formación profesional en la empresa industrial española. Las compañías que no infravaloran su papel y que, por el contrario, aúnan el valor añadido que las personas así formadas ofrecen a la empresa junto con la formación universitaria, encuentran mejores resultados empresariales, redundando, de esta forma, en el resto de la sociedad y los trabajadores. También son destacables las líneas de mejora que son necesarias en el impulso que la formación profesional necesita para hacer más competitiva a la empresa industrial manufacturera española.

No quisiera cerrar este prólogo sin dejar de agradecer el destacado papel que la Fundación Bankia por la Formación Dual realiza en aras de potenciar el desarrollo de la FP en España, especialmente en su versión dual. Esta opción, en pleno desarrollo en nuestro país, permite a los estudiantes de esta rama formarse tanto teórica como prácticamente en la empresa enriqueciendo a ambos agentes económicos. En este sentido, el trabajo realizado en este estudio trata de aportar por las dos partes, Fundación Bankia por la Formación Dual y Fundación SEPI, el conocimiento y el esfuerzo mutuo en la consecución de tal objetivo que compartimos.

Bartolomé Lora

Vicepresidente de SEPI

El valor de la FP para la Industria 4.0

Dra. Mónica Moso Díez

Resumen ejecutivo

En la era de la globalización los países abordan retos constantes en términos de competitividad, sostenibilidad e inclusividad para responder a una realidad cambiante, conectada e incierta. La cuarta revolución industrial está en marcha y va a suponer una profunda transformación de la industria. Más allá de las innovaciones tecnológicas están las organizativas, de modelo de negocio y de cadena de valor, las nuevas fuentes de eficiencia y las nuevas palancas de desarrollo. Como en otros períodos históricos, el catalizador de las transformaciones productivas y empresariales es el cambio tecnológico, vinculado a transformaciones económicas, sociales y culturales. Sin embargo, la diferencia reside en la celeridad de los cambios, la interconexión tecnológica y un mercado que cada vez es más exigente e intensivo en conocimiento, así como en el vector de sostenibilidad.

Las implicaciones de la Industria 4.0 son de gran alcance y conllevan transformaciones en las empresas industriales, a distintos niveles: organizativo, de negocio y de empleo. En todas ellas subyace la digitalización, lo que supone una serie de retos (tecnológicos, empresariales y sociales) cuyo logro dependerá de las capacidades y activos (humanos, estructurales, relacionales y sociales) de las empresas industriales y de su entorno, como se señala en la siguiente tabla.

Claves del cambio en la transformación a la Industria 4.0

Oportunidades 4.0	Retos empresariales	Cambios organizativos claves	Tecnologías 4.0 claves
Mayor optimización de los procesos	Procesos + eficientes	Operativa, Fabricación, Ingeniería, Calidad, Medio Ambiente	Internet de las cosas, integración de sistemas
Series cortas de fabricación	Fabricación + flexible y ágil	Diseño y desarrollo, Fabricación, Materiales	Fabricación aditiva, realidad aumentada, robotización
Producción personalizada	Productos inteligentes	I+D+i, Marketing	Internet de las cosas, simulación virtual, <i>Big Data</i> y análisis
Servitización	Nuevos modelos de negocio	Dirección/Estrategia digitalización, comercialización	Internet de las cosas, ciberseguridad
Relocalización de la producción	Mercados de consumo cercanos	Comercialización y logística, Personal, Comunicación	<i>Big Data</i> y análisis, Internet de las cosas
Nuevas formas de financiación/inversión	Cofinanciación, Espacios / labs compartidos	Inversión, Finanzas	La nube, integración de sistemas, ciberseguridad
Nuevas capacidades de los trabajadores	Competencias técnicas (base digital), transversales	Formación, Personal	Nuevas tecnologías, nuevas metodologías y entornos de aprendizaje

Fuente: Elaboración propia

En este marco de toma de decisiones y desarrollo de apuestas estratégicas se identifican tres factores claves a la hora de posicionarse:

- La agilidad y velocidad para reconfigurar las competencias profesionales, tanto técnicas como transversales (capital humano).
- La capacidad de adaptarse tecnológicamente, bien por absorción o desarrollo tecnológico, y en cuanto al modo de organización (capital estructural).
- La capacidad de aprovechar las oportunidades en la interacción con la cadena de valor y con el entorno social y territorial (capital relacional y social).

Todo ello redundará en resultados en pro de la productividad, innovación y calidad. El eje “competencias profesionales - innovación aplicada”, pasando por la transferencia cognitiva y tecnológica, se erige como un nuevo bastión para absorber rápidamente nuevas tecnologías e implantarlas de manera apropiada en los procesos productivos, estructura organizativa y negocios. Sin embargo, en el

contexto español los pasos dados son tímidos y, sobre todo, insuficientes entre las pymes. El reto es importante para el futuro de esta industria a medio y largo plazo.

En este contexto muy exigente y competitivo la Formación Profesional desempeña un rol relevante como forma de aprendizaje. Por un lado, provee de nuevas generaciones cualificadas a través del sistema de formación profesional educativo reglado (también denominado como Formación Profesional Inicial -FPI-, es decir, la orientada fundamentalmente a los jóvenes). Por otro lado, actualiza y desarrolla los conocimientos de los trabajadores a lo largo de su vida activa, incluyendo a empleados y desempleados a través del sistema de Formación Profesional para el Empleo (FPE).

Además, la figura de los centros de FP cuenta con un gran potencial de capilaridad y proximidad a las empresas, sobre todo en las microempresas y pymes, que en condiciones adecuadas pueden convertirse en un catalizador potente de innovación aplicada. Los centros de FP tienen la capacidad de poder ayudar a dichas empresas en el despliegue, transferencia y absorción de tecnologías a través de servicios técnicos (implementación de nuevas tecnologías, simulaciones y ensayos, prototipados, etc.), proyectos de innovación por retos, cooperación entre empresas, proximidad al territorio, marca, etc. De forma incipiente pero creciente, el sistema de FP tiene como retos: por un lado, la integración de lo educativo y lo empresarial; y por otro, el fomento de centros de FP multifuncionales (existen experiencias de gran relevancia, aunque todavía requieren de un mayor desarrollo y sistematización). Por todo ello, es crucial que las empresas manufactureras españolas inviertan, asignando y reasignando recursos, para crear las condiciones necesarias de cara a la integración de las tecnologías 4.0, capacitando a sus trabajadores y sacando el máximo partido a sus competencias internas y externas, erigiéndose así como empresas formadoras. Asimismo, es importante que desde lo público se fomente un caldo de cultivo de innovación, incentivos, esquemas ágiles y flexibles de formación (aprendices, formación dual y/o en alternancia), acceso a la financiación para pymes, Formación Profesional acorde a estas necesidades, etc., que facilite procesos de innovación cruzada, y la transición de las microempresas y pymes a la Industria 4.0. Todo ello será fruto de una relación estrecha, corresponsable y partícipe del mundo empresarial y educativo. De forma sintética, en el siguiente cuadro comprensivo se presenta el valor diferencial que el sistema de FP puede aportar a la industria, en particular a las pymes, en dicha transición a la Industria 4.0.

La aportación de valor de los centros de FP al capital intelectual empresarial

Capital	Rol de los centros de FP	Aportación de valor	Mecanismos
Humano	Proveedores de competencias profesionales	La provisión de jóvenes con cualificaciones técnicas de nivel intermedio y alto, demandadas por los sectores estratégicos y empresas.	Ciclos formativos ágiles y ajustados (FP Básica, Grado Medio y Grado Superior).
			Programas de especialización.
			Formación en alternancia/dual. Aprendices.
	Facilitador del aprendizaje profesional a lo largo de la vida	Cualificación y recualificación de la población activa ante el gran avance tecnológico	Formación a la carta.
			Certificados de profesionalidad. Catálogo modular.
	Información actualizada y asesoramiento competencial.	Antena	Información de interés
Asesoramiento		Mapas/Planes competenciales y de cualificación.	
Estructural	Proveedor de servicios técnicos	Servicio de asesoramiento y/o apoyo técnico	Vigilancia tecnológica 4.0
			Asesoramiento y apoyo en implantación tecnológica
	Acceso a infraestructuras	Centros con tecnologías especializadas	Comunidades de prácticas por tecnologías 4.0
			Infraestructuras compartidas
	Apoyo a la innovación	Servicios de pruebas y ensayos	Laboratorio extendido Apoyo en ensayos y pilotajes
Nuevos esquemas de exploración colaborativa		Proyectos de innovación Experimentación en nuevas metodologías	
Relacional y social	Conexión y colaboración	Espacio de encuentro	<i>Networking</i>
		Espacio de colaboración	Marco para proyectos
		Mini antena local	Info
	Ventana a la comunidad	Cauce de imagen y comunicación	Responsabilidad Social Empresarial

Fuente: Elaboración propia

Executive summary

In the era of globalisation, countries face the constant challenge of achieving the competitiveness, sustainability and inclusiveness they need to respond to an ever-changing, interconnected and uncertain reality. The fourth industrial revolution is under way and will profoundly transform industry. Technological innovation will be followed by organisational change, affecting business models and value chains and creating new sources of efficiency and new levers for development. As at other times in history, the catalyst for transformation of production and business models is technological change, which is linked to economic, social and cultural change. The difference, however, lies in the rapid rate of change, technological interconnect and an increasingly demanding and knowledge-intensive market, as well as in the sustainability vector.

The consequences of Industry 4.0 are far-reaching, involving changes in industrial companies at various levels: organisation, business and employment. Behind all of these changes lies digitisation, constituting a number of technological, business and social challenges, the achievement of which will depend on the capabilities and assets (human, structural, relational and social) of industrial companies and the environments in which they operate. Industry 4.0 technologies provide new opportunities for improving enterprise competitiveness, and their strategic and organisational implications are manifold, as shown in the following table.

Key enterprise changes for Industry 4.0 transformations

Industry 4.0 opportunities	Business challenges	Key organisational changes	Key Industry 4.0 technologies
Greater process optimisation	More efficient processes	Operations, manufacturing, engineering, quality, environment	Internet of Things, systems integration
Short series manufacturing	More flexible and agile manufacturing	Design and development, manufacturing, materials	Additive manufacturing, augmented reality, automation
Customised production	Smart products	R&D and Innovation, marketing	Internet of Things, virtual simulation, big data and analysis
Servitisation	New business models	Digitisation management/ strategy, marketing	Internet of Things, cybersecurity
Production relocation	Proximity to consumer markets	Logistics systems and marketing, personnel, communications	Big data and analysis, Internet of Things
New forms of funding/ investment	Co-funding, shared spaces/labs	Investment, finance	The cloud, systems integration, cybersecurity
New skills for workers	Technical (digital-based) and cross-cutting skills	Training, personnel	New technologies, new methodologies and learning environments

Source: Compiled in-house.

When it comes to adopting a stance in terms of all these decisions and strategies, there are three key factors:

- The agility and speed required to reconfigure vocational skills, both technical and cross-cutting (human capital);
- The ability to adapt technologically, either through acquisition or technology development, and as regards form of organisation (structural capital); and
- The capacity to leverage opportunities in interaction with the value chain and with the social and local environment (relational and social capital).

All of this drives productivity, innovation and quality. The core concept ‘vocational skills/applied innovation’, which includes cognitive and technology transfer, stands out as a new framework for quickly adopting new technologies and implementing them appropriately in production processes, organisational structures and business operations. However, in Spain the steps taken in this direction have been timid, and

among Spanish SMEs in particular they have been insufficient. The challenge is significant for the medium- and long-term future of industry.

In this extremely demanding and competitive context, vocational education and training (VET) makes a key contribution to learning. On the one hand, it delivers new cohorts of graduates of the formal VET system (primarily aimed at young people and also known as initial vocational education and training — IVET). On the other hand, it updates and develops workers' knowledge throughout their professional lives through the VET for employment system (available both to those in work and those unemployed).

Moreover, VET centres have great potential as regards their close connection and proximity to businesses, especially microenterprises and SMEs, which, under suitable conditions, can become a powerful catalyst for applied innovation. VET centres have the capacity to help these companies in the deployment, transfer and adoption of technologies through technical services (implementation of new technologies, simulations and tests, prototypes, etc.), challenge-based innovation projects, cooperation between enterprises, close contact with the local environment, brand recognition, etc. The incipient yet growing challenge faced by the VET system comprises, on the one hand, the integration of the education and business sectors, and, on the other, the fostering of multifunctional VET centres (although there are highly relevant cross-sectoral experiences, they still require greater development and systematisation). To that end, it is crucial that Spanish manufacturing companies invest, allocating and reallocating resources to create the necessary conditions for the integration of Industry 4.0 technologies, training their workers and making the most of their internal and external competences, thus establishing themselves as training enterprises. In addition, it is vital that the public sector create a breeding ground for innovation, incentives, agile and flexible training formats (apprenticeships, dual and/or alternance training...), access to funding for SMEs, needs-based VET, etc. that facilitates cross-innovation processes and the transition of microenterprises and SMEs to Industry 4.0. All of these factors will be fruit of a close relationship characterised by shared responsibility and engagement by the business and educational sectors. The following comprehensive table summarises the differential value that the VET system can provide to industry, in particular to SMEs, in this transition to Industry 4.0.

Value VET centres contribute to corporate intellectual capital

Capital	Role of VET centres	Value contribution	Mechanisms
Human	Vocational skills providers	Supply of young people with intermediate and higher technical qualifications required by businesses and strategic sectors	New agile, well-targeted courses (Basic VET, Intermediate VET and High-level VET).
			Specialisation programmes
			Work-linked/dual training
	Facilitators of lifelong professional learning	Reskilling of the active population to meet technology's rapid advance	Apprentices
			Personalised training programmes
			Certificates of professional competency
Up-to-date information and competency-based consultancy	Antenna	Modular course catalogue	
		Consultancy	
Structural	Technology service provider	Advisory and/or technical support services	Information
			Competency- and skill-based maps/plans
	Access to infrastructure	Specialist technology centres	Industry 4.0 technology monitoring
			Technology implementation consultancy and support
	Innovation support	Testing and trial services	Communities of practice for Industry 4.0 technologies
			Shared infrastructure
New collaborative discovery frameworks		Extended laboratory	
		Support in testing and pilot programmes	
Relational and social	Connection and collaboration	Meeting place	
		Collaborative space	
		Local antenna	
	Window to the community	Channel for branding and communication	
			Networking
			Project nexus
			Info
			Corporate social responsibility

Source: Compiled in-house.

1. Introducción

En este capítulo se presenta una aproximación al estado de la cuestión de la Formación Profesional (FP) para darlo a conocer en el mundo empresarial, por su relevancia en términos de competitividad, innovación y empleo. El objetivo es mostrar los beneficios que la FP puede aportar al mundo empresarial y, en concreto, a la industria española en el entorno 4.0 actual.

Las preguntas a las que se quiere responder son:

- ¿Qué es la Formación Profesional? ¿Qué funciones y beneficios aporta?
- ¿Qué se entiende por Formación Profesional en el marco español?
- ¿Qué es la Industria 4.0? ¿Qué conocimientos y tecnologías son claves?
- ¿Qué implicaciones tiene para las empresas industriales?
- ¿Cómo puede ayudar la Formación Profesional a que las empresas manufactureras se suban a la ola de la Industria 4.0?
- ¿Qué funciones pueden desarrollar los centros de FP que beneficien a las pymes españolas?

Para responder a estas preguntas, este capítulo se estructura de la siguiente manera:

- Primero, se explica qué se entiende por la FP, cuáles son sus funciones y beneficios, y cómo se articula en el contexto español.
- Segundo, se apunta el alcance de la cuarta revolución industrial, y se señalan tanto las tecnologías 4.0 claves como sus implicaciones empresariales.
- Tercero, se presenta una reflexión sobre cómo el sistema de FP puede aportar valor a las empresas industriales para asumir sus retos.
- Cuarto, se ofrecen conclusiones sobre el papel y valor de la FP en la industria española.

La metodología utilizada es cualitativa e incluye, por un lado, la revisión de literatura científica sobre la formación profesional, su influencia en los resultados empresariales y las nuevas necesidades ante las transformaciones hacia

la Industria 4.0.; y por el otro, el análisis documental sobre la FP en el contexto español. Desde una perspectiva combinada de políticas y economía del conocimiento, teorías evolucionistas de la transformación tecnológica, y del valor del aprendizaje e innovación en marcos de gestión empresarial avanzada, se presenta la relevancia de la Formación Profesional en términos de capital intelectual de las empresas, así como de adaptabilidad a las nuevas oportunidades y retos que ofrece el mercado global y la Industria 4.0.

Es importante señalar que es un área de investigación emergente, que requiere de un mayor desarrollo futuro que aporte evidencias, herramientas y soporte a la industria española para aprovechar al máximo las oportunidades que la FP ofrece en términos de competitividad y futuro.

2. La Formación Profesional en el contexto español

2.1. Definición y componentes

El concepto de Formación Profesional ha ido evolucionando con el tiempo, de forma paralela a las transformaciones socioeconómicas. A pesar de contar con diferentes acepciones, hay una constante: su carácter conector entre el mundo de la educación y el del trabajo. Desde sus inicios esta formación ha estado orientada al desarrollo de las capacidades para proporcionar los bienes y servicios que las sociedades necesitan de cara a funcionar y asegurar su continuidad y progreso (Billet, 2011). La profesionalización en el entorno laboral requiere de personas que sean competentes en las ocupaciones que realicen en el presente y futuro; por lo que los ciclos de vida de las capacidades están sujetas a la velocidad de los cambios tecnológicos, organizativos, de modelo de negocio, culturales e incluso políticos. De ahí que el fomento de los procesos formativos sea vital para el funcionamiento de nuestras sociedades y para el bienestar de las personas, al facilitar su empleabilidad a lo largo de toda la vida laboral (OECD, 2018a).

De forma generalizada se entiende que la Formación Profesional tiene como objetivo cualificar a las personas para la actividad laboral y contribuir al desarrollo económico del país, a la vez que promover tanto la inclusión y cohesión social como el aprendizaje a lo largo de la vida. Con el fin de alcanzar esta meta, los programas de FP proporcionan al alumnado las competencias profesionales, personales y sociales que vinculan los conocimientos teóricos y prácticos (Homs, 2008). En este sentido, los conceptos de competencia profesional, cualificación y formación profesional se conectan.

- **Competencia Profesional**

La Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las cualificaciones y de la Formación Profesional define la competencia profesional como el conjunto de conocimientos y capacidades que permitan el ejercicio de la actividad profesional conforme a las exigencias de la producción y el empleo.

La competencia profesional está orientada al resultado, es decir, al “saber cómo hacer” y, por consiguiente, al desempeño en el ámbito del trabajo (Comisión Europea, 2016). En la Unión Europea se identifican unas competencias clave que se enmarcan dentro de la Agenda Europea de Capacidades y/o Competencias y del marco de referencia europeo de competencias para el aprendizaje permanente. En total se proponen ocho competencias clave para dicho aprendizaje en todos los sectores, priorizando las competencias digitales y de emprendimiento, seguidas por las de comunicación en la lengua materna, comunicación en lenguas extranjeras, competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, aprender a aprender, competencias sociales y cívicas, y conciencia y expresión cultural (Consejo Europeo, 2018). Existen diversas definiciones y caracterizaciones

sobre las competencias profesionales (Brunet y Moral, 2017; Aneas, 2003, etc.). En este apartado tomaremos como referencia las definiciones del Consejo Europeo (2018), la Comisión Europea (2016) e ISFOL, que de forma sintetizada se describen de la siguiente manera:

- **Competencias clave:** las personas necesitan un nivel mínimo de capacidades básicas, incluidas las destrezas lingüísticas, de cálculo y digitales elementales, para poder acceder a un empleo de calidad y participar plenamente en la sociedad. Estas capacidades son también el fundamento de cualquier formación o desarrollo profesional futuro. Se corresponden a las competencias clave de la Unión Europea.
- **Competencias técnicas:** aquellas que son necesarias para desempeñar las funciones y procesos propios de una ocupación, diferentes en cada profesión, lo que requiere de una formación específica y/o especializada.
- **Competencias transversales:** son necesarias para lograr que la persona se integre y adapte a los requerimientos del entorno laboral, y preparan a las personas para los recorridos de su carrera profesional, hoy en día tan variados e impredecibles. Las competencias transversales pueden ser capacidad de pensamiento crítico, iniciativa (especialmente, iniciativa emprendedora), solución de problemas, trabajo colaborativo, etc.
- **Cualificación profesional**

La Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, define la cualificación profesional como el conjunto de competencias profesionales con significación para el empleo que pueden ser adquiridas mediante formación modular u otros tipos de formación y a través de la experiencia laboral.

Una persona está cualificada cuando en el desarrollo de su trabajo obtiene unos resultados que están al nivel demandado por el sistema productivo. La cualificación no regula la profesión, pero sí indica el entorno profesional en el que se desarrolla la actividad especificando el tipo de organizaciones, áreas o servicios, los sectores productivos, las ocupaciones y puestos de trabajo relacionados.

- **Sistema Nacional de Cualificaciones y Formación Profesional (SNCFP)**

El SNCFP, establecido por la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, está formado por instrumentos y acciones necesarios para promover y desarrollar la integración de las ofertas de la formación profesional, así como la evaluación y acreditación de las correspondientes competencias profesionales. Tiene como objetivos (INCUAL, 2015):

- *“orientar la formación a las demandas de cualificación de las organizaciones productivas,*
- *facilitar la adecuación entre la oferta y la demanda del mercado de trabajo,*
- *extender la formación a lo largo de la vida, más allá del periodo educativo tradicional, y*
- *fomentar la libre circulación de trabajadores, por lo que cumple una función esencial en el ámbito laboral y formativo.”*

El SNCFP se crea para dar respuesta a las demandas de cualificación de las personas y de las empresas en una sociedad en continuo proceso de cambio e innovación.

- **Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales (CNCP)**

El CNCP es el instrumento del Sistema Nacional de las Cualificaciones y Formación Profesional que ordena las cualificaciones profesionales, susceptibles de reconocimiento y acreditación, identificadas en el sistema

productivo, en función de las competencias apropiadas para el ejercicio profesional. En el CNCP se caracterizan y clasifican las cualificaciones, estructurándose por familias profesionales e incluyendo el contenido de la formación profesional de cada cualificación. En la actualidad está formado por 668 cualificaciones recogidas en 26 familias profesionales, como se establece en el anexo I del Real Decreto 1128/2003, de 5 de septiembre, por el que se regula el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales (modificado por el Real Decreto 1416/2005, de 25 de noviembre). El Instituto Nacional de las Cualificaciones (INCUAL) es el responsable de su definición, gestión y actualización.

- **Evaluación y acreditación de las cualificaciones**

El SNCFP se construye en función a las cualificaciones profesionales, siendo claves la evaluación y acreditación oficial de las mismas (artículo 3.5. de la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional). La oferta formativa integra dichos procesos de evaluación que resultan en la acreditación, bien en títulos de FP (en el caso de la FP inicial) o bien certificados de profesionalidad (en el caso de la FPE). Todo ello se recoge en el catálogo mencionado anteriormente.

- **Dos subsistemas de Formación Profesional**

En nuestro entorno las modalidades formativas profesionales se estructuran en dos subsistemas, aunque el marco de cualificaciones sea compartido por ambos.

- La Formación Profesional Inicial o educativa (FPI), también conocida como formación profesional reglada o del sistema educativo, que normalmente está orientada a que los jóvenes obtengan cualificaciones, acreditadas a través de los títulos. Depende del Ministerio de Educación y Formación Profesional y de las comunidades autónomas.
- La Formación Profesional para el Empleo (FPE), orientada a colectivos empleados y desempleados, cuya cualificación puede estar vinculada al Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales o no estarlo. En caso afirmativo se reconoce a través de certificados de profesionalidad. Este subsistema está vinculado al Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social y a las comunidades autónomas.

Estos dos sistemas se explicarán a lo largo de este capítulo.

2.2. Funciones y beneficios del sistema de FP

En la actualidad el sistema de Formación Profesional encuadra actividades diversas, incluyendo la más conocida y clásica, la de educar y formar para el logro de competencias profesionales, aunque también existan otras funciones conectadas con el mundo de la empresa: asesoramiento, servicios técnicos, *networking*, etc. En este esquema multifuncional la figura que cataliza las funciones de la FP es el centro de formación profesional, sobre todo el Centro Integrado de Formación Profesional (CIFP), porque puede integrar la formación de los dos subsistemas (FPI y FPE), ofreciendo formación tanto a estudiantes como a adultos y empresas. La tipología funcional se deriva de la propuesta a la OCDE de un investigador de Estados Unidos, Stuart Rossenfeld (1998), que a finales del siglo pasado, a través de sus trabajos empíricos, mostró que en dicho país los centros de FP (especialmente, los que imparten ciclos de Grado Superior), con una visión multifuncional, se convierten en catalizadores de aprendizaje e innovación en sus entornos inmediatos. En este sentido, para que un centro de FP sea un centro regional de conocimiento necesita asumir cuatro funciones importantes:

- Educar y formar a los nuevos empleados y empleadores para consolidar el conocimiento crítico de las empresas.
- Suministrar información actualizada y formar para la actualización de los conocimientos y las competencias de los empleados de las empresas.
- Facilitar la absorción y adaptación de las nuevas tecnologías por parte de las empresas.
- Organizar redes activas de empresas para facilitar los procesos interactivos de aprendizaje e innovación.

A partir de esta propuesta se ha ido investigando sobre el proceso de transición subyacente, que va de centro de FP a centro regional y/o local de conocimiento (Toner, 2011), principalmente a través de estudios en clave territorial, y en nuestro contexto, a nivel autonómico (Albizu, Olazaran, Lavia y Otero, 2011, 2017; Olazaran y Brunet, 2013; Navarro et al, 2017; 2018, 2019; Hermosilla et al., 2019; etc.), que han ido ampliando estas funciones a otras relacionadas con el emprendimiento y el desarrollo local.

Este carácter multifuncional de los centros de FP más avanzados, conlleva que cada vez exista mayor consideración hacia ellos como proveedores de los siguientes servicios para las empresas y la sociedad.

- **Servicio de formación a lo largo de la vida de una empresa**

- Como proveedor de jóvenes profesionales cualificados a través de la Formación Profesional Inicial o educativa.
- Como proveedor de profesionales adultos re/cualificados a través de la Formación para el empleo.
- Como proveedor de formación para empleados y empleadores de las empresas con el objetivo de mejorar sus competencias profesionales.

- **Servicio de información actualizada y asesoramiento sobre competencias profesionales y cualificaciones**

- Suministro de información actualizada sobre las necesidades competenciales y de cualificación de las empresas.
- Asesoramiento para un mayor aprovechamiento y gestión de las competencias existentes en las empresas.

- **Servicio de suministro de servicios técnicos y/o tecnológicos**

- A las microempresas y pymes que necesitan apoyo para conocer e integrar nuevas tecnologías (por ejemplo, TICs).
- A las empresas cercanas facilitándoles el acceso y uso de sus laboratorios y talleres (actividades de prototipado, pruebas pilotos, simulaciones, testeo, etc.).

- Ser un **espacio de encuentro** para la cooperación empresarial

- Para redes activas de empresas que quieran activar proyectos en colaboración.
- Para clústeres o asociaciones empresariales que, por temas de cercanía y especialización sectorial, se apoyen en los centros de FP para fomentar sus relaciones y colaboraciones en un sector/subsector o a lo largo de la cadena de valor.
- Para las empresas que puedan tener necesidades comunes en entornos de proximidad a pesar de ser de sectores diferentes.

- **Apoyo al emprendimiento**

- Para que los estudiantes puedan montar sus empresas, aportando valor tanto en las fases de sensibilización, cualificación, incubación y creación de empresas.

- Para que las pymes puedan incubar y crear nuevas empresas o *spin-offs*.

- Fomentar el **desarrollo local**

- En municipios y/o comarcas que están en entornos menos poblados, o bien con una escasa articulación socioeconómica donde el centro de FP se pueda convertir en un nodo de iniciativas de desarrollo.

Es importante romper con el esquema de pensamiento de que el sistema de FP forma tan solo a jóvenes, sino que tiene un gran potencial para formar a lo largo de la vida. Además, las últimas tendencias (OCDE, Cedefop, etc.) muestran que el entramado de FP (tanto de la FPI como de la FPE) es clave para el aprendizaje permanente y para la innovación, donde la clave territorial de proximidad puede tener un efecto exponencial en sus relaciones con el mundo empresarial. A pesar de que los centros de FP están al tanto de la necesidad de desarrollar nuevas fórmulas de formación y de transmisión de conocimientos, en términos generales, se encuentran con barreras normativas, organizativas e instrumentales. Como resultado, en gran parte siguen enraizadas en rutinas tradicionales de la educación, donde la certeza sobre la calidad curricular y su proceso de impartición predomina frente a modelos más ágiles y flexibles, que aseguren la calidad también (Nieuwenhuis, Hoeve, Kuijer y Peeters, 2019).

La necesidad de reforzar su vertiente de transferencia tecnológica se refleja de forma tímida pero creciente en las Estrategias Regionales de Especialización Inteligente (denominadas RIS3), establecidas en el marco de la Unión Europea por los Estados miembros y comunidades autónomas. Estas estrategias indican que el sistema de Formación Profesional es un agente importante para responder a las necesidades sectoriales presentes y futuras del entorno. Así, por un lado, los centros se convierten en proveedores de las competencias profesionales demandadas, tanto formando a estudiantes y aprendices en aquellos perfiles requeridos, como actualizando las capacidades y competencias de los trabajadores, y facilitando que los desempleados se ajusten a las demandas del mercado laboral (OECD, 2018b). Por otro lado, los centros se convierten en vehículos de innovación, acelerando procesos de transferencia tecnológica hacia las microempresas y pymes que redunden en una rápida y adecuada absorción de nuevas tecnologías por parte de éstas. Por último, dependiendo del entramado socioeconómico, los centros pueden apoyar otras funciones relacionadas con el emprendimiento, cooperación empresarial y desarrollo local.

Esta interrelación entre los centros de FP y las empresas crea una interacción virtuosa de aprendizaje mutuo y transferencia de conocimientos que favorece la actualización y especialización del territorio (municipio, comarca, provincia o región).

2.2.1. Beneficios de la FP

En términos generales, la FP se ha infravalorado desde la perspectiva de la competitividad tanto a nivel macro como micro, lo cual se refleja en su escasa presencia en el discurso empresarial, así como en su medición y evaluación dentro y fuera de la empresa (Cedefop, 2011a). Si bien la relevancia socioeconómica de la educación ha sido estudiada, la referente a la Formación Profesional ha sido escasa y sin continuidad en el tiempo (Echeverría y Martínez, 2019). No obstante, en la última década se abre una nueva vía de trabajo que, a pesar de avanzar lentamente, lo hace de forma progresiva. Esta tendencia queda reflejada en las Conclusiones de Riga en 2015, donde se muestra que la Comisión Europea apuesta por mejorar los resultados de la FP (2015-2020) en clave de competitividad internacional del capital humano procedente de la FP y del avance en el reconocimiento de

las cualificaciones profesionales. En consecuencia, las capacidades o competencias profesionales son parte de la agenda europea de competitividad y empleo. Además, se han iniciado estudios sobre los beneficios que tiene la FP a nivel económico y social. Ejemplo de ello es el estudio que realiza el Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación profesional (Cedefop) sobre los beneficios de la FP, que se agrupan en dos dimensiones: la económica y la social (Cuadro 1). Es importante señalar que los estudios revisados se enmarcan normalmente en países concretos que tienen entramados de Formación Profesional diferenciados, tanto a nivel cultural, institucional como operativo. No obstante, se apuntan tendencias que pueden aplicarse a nivel europeo en términos generales (Cedefop, 2011b, 2011c, 2011d, 2011e).

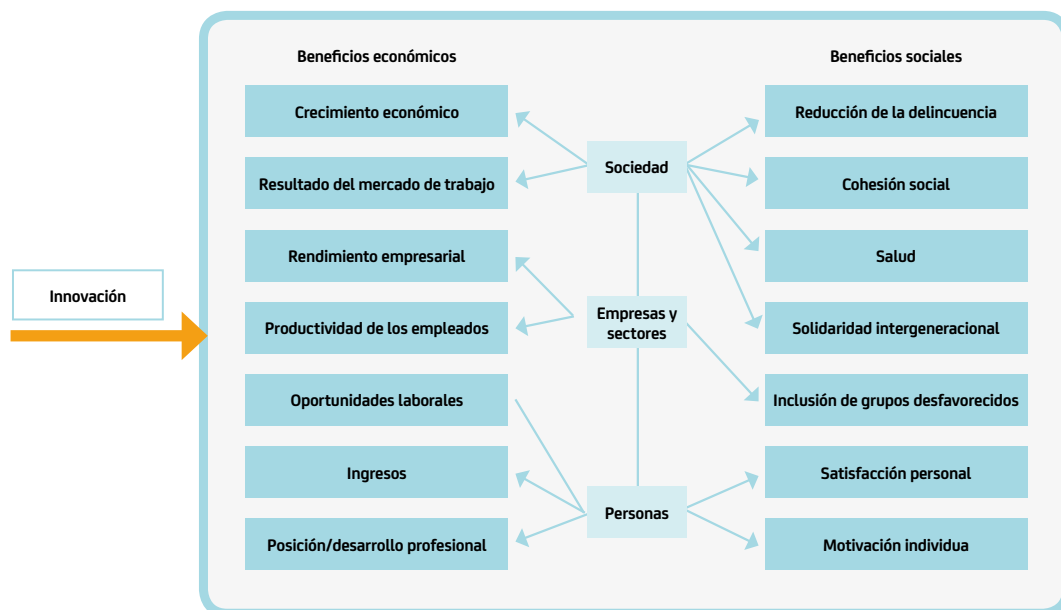
- *Beneficios económicos*

- Los beneficios económicos a nivel macro (países, regiones) producen un mayor crecimiento económico y un mercado de trabajo más engrasado y ajustado.
- Los beneficios meso (en las empresas y sectores) apuntan a un mejor rendimiento empresarial en términos de eficiencia y una mayor productividad. Asimismo, recientemente se han reconocido sus beneficios en materia de innovación, tanto en los procesos de transferencia tecnológica como de innovación aplicada.
- Los beneficios micro (a nivel de personas) se configuran ofreciendo mayores oportunidades laborales e ingresos a las personas en el acceso al puesto de trabajo, así como en su desarrollo o cambio. La FP beneficia la evolución competencial y motivacional de los trabajadores.

- *Beneficios sociales*

- Los beneficios sociales macro se observan en la disminución de la delincuencia, una mayor cohesión social, una sociedad más saludable y solidaria. Estos beneficios son más intensos entre los individuos menores de 26 años, siendo extrapolables a la educación en general.

Cuadro 1. Beneficios de la Formación Profesional



Fuente: Adaptado de Cedefop (2011a: 1)

- El beneficio social meso más destacable es el de la inclusión de grupos desfavorecidos (jóvenes que abandonan los estudios, inmigrantes, etc.) que necesitan incrementar sus niveles educativos para poder aspirar a ocupaciones cualificadas en el mercado de trabajo.
- Los beneficios sociales micro identificados son la satisfacción personal y la motivación individual, puesto que contar con determinados niveles de cualificación aumenta la autoestima y la confianza de las personas.

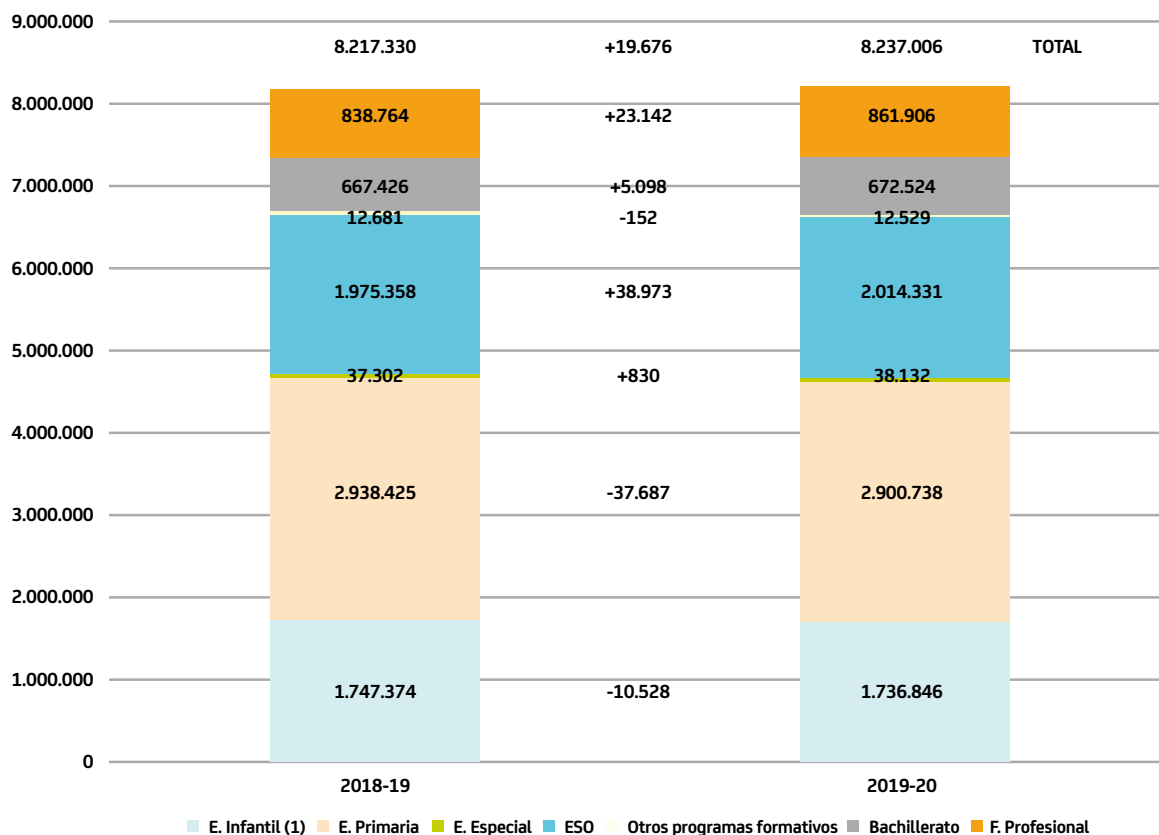
2.3. Subsistemas de FP: educativo y de empleo

2.3.1. La Formación Profesional Inicial o Educativa

La FP en el marco educativo

La Formación Profesional Inicial o educativa (FPI), también conocida como formación profesional reglada o del sistema educativo está orientada al logro de cualificaciones que se acreditan a través de títulos y depende de las autoridades de educación tanto a nivel central como autonómico. En el sistema educativo español la FP inicial se enmarca en el esquema de Enseñanzas de Régimen General no universitarias y supone en 10,46% de los estudiantes (MEFP, 2019a). A pesar de que ha crecido respecto al curso anterior tiene un peso limitado respecto al total del alumnado, como se observa en el Gráfico 1.

Gráfico 1. Previsión del alumnado en Enseñanzas de Régimen General no universitarias 2019/2020



(1) Alumnado escolarizado en centros autorizados por las Administraciones Educativas.

Fuente: MEFP (2019a: 3)

Niveles de Formación Profesional

La FPI se articula en tres niveles o grados que ofertan ciclos formativos.

- La FP Básica se enmarca dentro las enseñanzas obligatorias y su logro conlleva la obtención del Título de Formación Profesional Básica, y permite acceder a la FP de Grado Medio. Se imparte en programas de dos años de 2.000 horas. Es una vía profesional alternativa para estudiantes de la ESO de 15 a 17 años, que al menos hayan cursado tres cursos de la ESO.
- La FP de Grado Medio se estructura a través de ciclos formativos en dos años de 2.000 horas, cuya consecución otorga el Título de Técnico en Grado Medio de la correspondiente profesión. Se accede si se tiene el título de la ESO o bien a través de la FP básica. Es parte de la Educación Secundaria no obligatoria.
- La FP de Grado Superior se suele estructurar en ciclos formativos en dos años consecutivos, al término de los cuales se reconoce al alumno con el Título de Técnico en Grado Superior. Se accede a través de la titulación de FP de Grado Medio o el Bachillerato. Es parte de la Educación Superior, y su titulación permite continuar los estudios en la universidad.

En el curso 2019/2020 la matriculación en ciclos formativos de FPI asciende a 861.906 estudiantes, destacando los estudiantes matriculados en FP Grado Superior (49,7%), respecto a los de Grado Medio (41,6%). Es un dato significativo que la matrícula de FP Básica ascienda al 8,7%, tanto por ser una modalidad reciente (y creciente) como por su carácter de puente entre la ESO y la FP Grado Medio.

Tabla 1. Evolución del alumnado de ciclos formativos de FP

Ciclos Formativos	2007-2008	2012-2013	2017-2018	2018-2019	2019-2020*
FP Básica	0	0	72.180	74.009	74.947
FP Grado Medio	239.559	332.495	344.266	350.820	358.657
FP Grado Superior	222.933	328.552	398.908	413.935	428.302
TOTAL	462.492	661.047	815.354	838.764	861.906

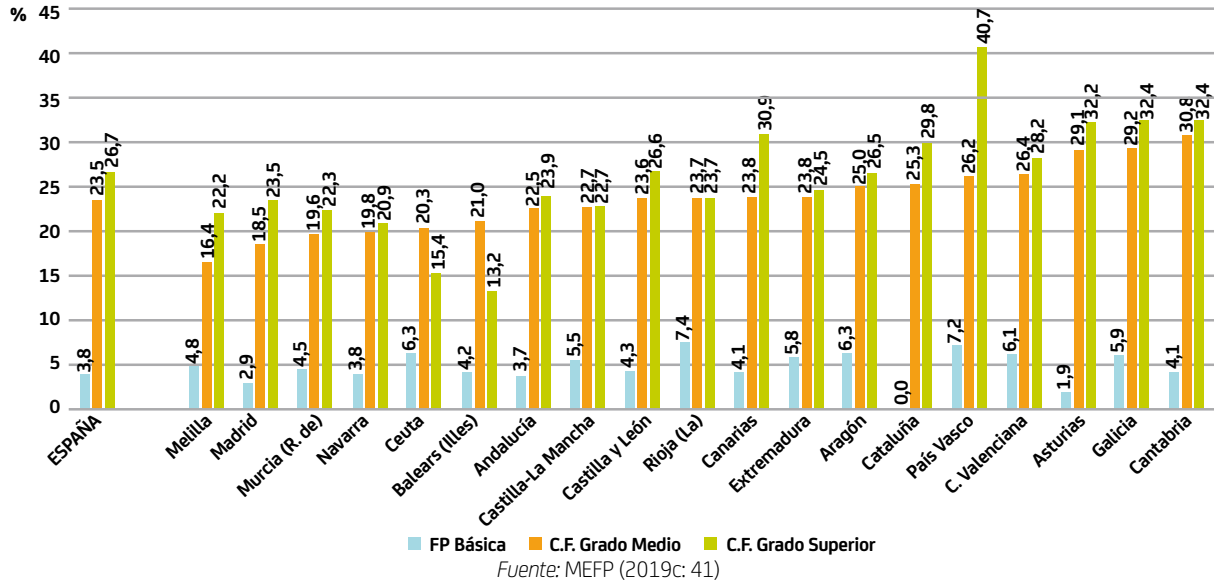
*Previsión curso 2019-2020

Fuente: Elaborado a partir de MEFP (2019a,2019d).

Según el informe de la Comisión Europea del primer semestre de 2019, España continúa teniendo el reto de aumentar el acceso y titulación en FP, en concreto, en Grado Medio; a lo que se suma disminuir el abandono escolar, así como el desajuste entre oferta y demanda competencial, especialmente, respecto a tecnologías avanzadas (European Commission, 2019). En cuanto a la tasa bruta de titulación¹, si se contempla a nivel autonómico, en Grado Medio las tasas más altas corresponden a Cantabria (30,8%), Galicia (29,2%) y Principado de Asturias (29,1%); y en Grado Superior destaca País Vasco (40,7%), Galicia (32,4%) y Cantabria (32,4%).

1/ La tasa bruta de titulación es una enseñanza se define como la relación entre el alumnado que termina, independientemente de su edad, y el total de la población de la "edad teórica" de comienzo del último curso de esa enseñanza (MEFP, 2019c: 40).

Gráfico 2. Tasa bruta de titulación de Ciclos Formativos, por comunidad autónoma. Curso 2016-2017

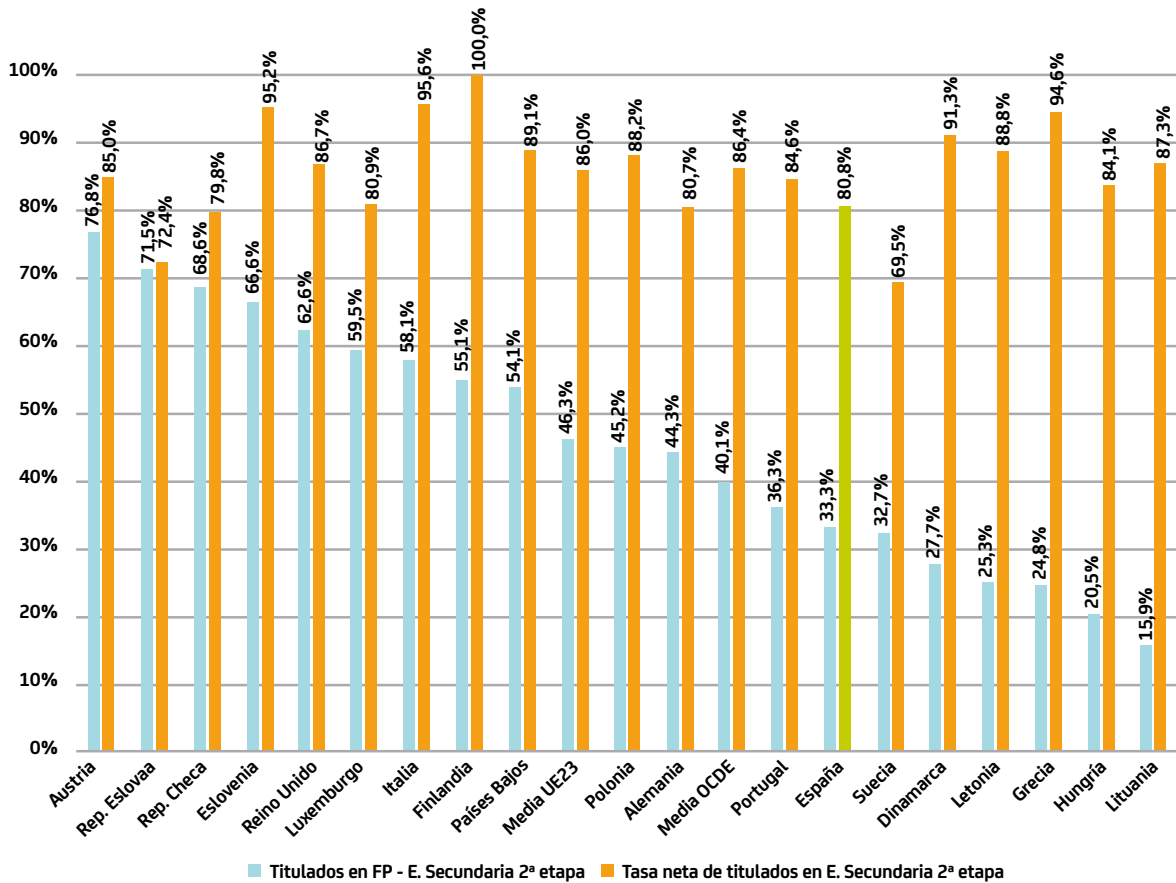


Potencial de crecimiento del número de estudiantes

Cedefop señala que cara a 2025 habrá una mayor demanda de cualificaciones de nivel intermedio y superior, en contraposición con la de trabajadores con bajo nivel educativo. La demanda se concreta en el ámbito de la FP, tanto de técnicos como de técnicos superiores.

En términos comparativos internacionales existe un amplio margen de crecimiento para la FP española; sobre todo en la de Grado Medio (o la segunda etapa de Educación Secundaria y postsecundaria no terciaria), dado que está infradimensionada si la comparamos a nivel europeo (UE23) donde ocupa el segundo lugar con menos estudiantes, detrás de Grecia. En cuanto al porcentaje de titulados en FP Grado Medio respecto a la tasa de titulados en Educación secundaria (donde se incluye a Bachillerato) se observa que España está por debajo de la media UE23 en 13 puntos, por lo que es necesaria una mejoría.

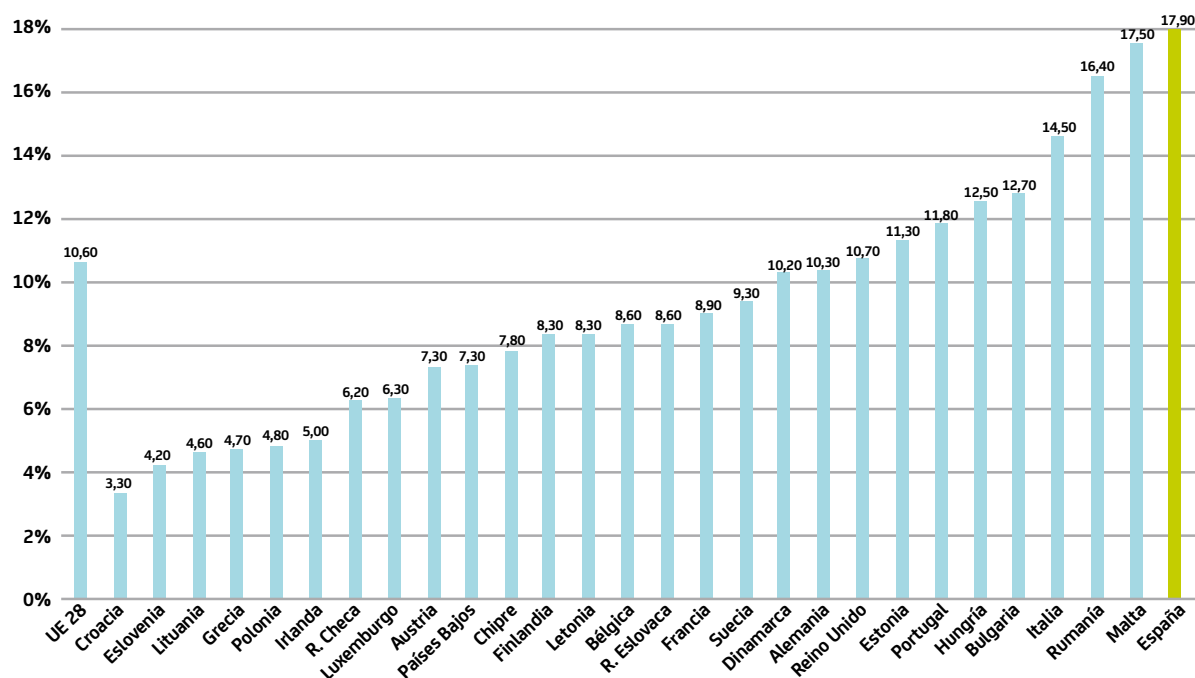
Gráfico 3. Tasas de titulados en Educación Secundaria segunda etapa y porcentaje de titulados en Formación Profesional. Países de la Unión Europea. Año 2017



Fuente: MEFP (2019a: 25). Adaptado de OECD (2019a)

De la misma manera, el crecimiento potencial del alumnado en FP está conectado con la tasa de abandono temprano de la población española de 18 a 24 años. A nivel autonómico el mayor abandono se produce en Melilla (29,5%), seguido por Islas Baleares (24,4%) y Murcia (24,1%); y el menor abandono se da en el País Vasco (6,9%), Cantabria (9,8%) y Navarra (11,4%) en 2018 (MEFP, 2019a). Esta tasa es la más alta (17,9%) de la UE28 (10,6%), y aunque ha ido disminuyendo en los últimos años, sigue siendo un reto de la educación española (Choi y Calero, 2013), dado que la UE ha marcado el objetivo de 10% como tasa máxima de abandono para toda la Unión Europea en 2020.

Gráfico 4. Abandono educativo temprano. Países de la Unión Europea. Año 2018



Fuente: MEFP (2019a: 29)

Las familias profesionales

Los ciclos se estructuran por contenidos en especialidades dentro de familias profesionales (N=26). En el curso 2017/2018 destaca una familia profesional, Administración y Gestión, porque es muy demandada por todos los grados, mientras que el resto varía. Por ejemplo, en la FP Básica la familia más demandada es Administración y Gestión, seguida de Informática y Comunicaciones y de Electricidad y Electrónica. En la FP Grado Medio la familia más solicitada es la de Sanidad, seguida por Administración y Gestión e Informática y Comunicaciones. En el caso de la FP Grado Superior es Servicios Socioculturales y a la Comunidad, Administración y gestión y Sanidad.

Tabla 2. Distribución porcentual del alumnado de Ciclos Formativos de Formación Profesional por familia profesional. Curso 2017-18

Familia profesional	FP Básica	FP Grado Medio	FP Grado Superior
Actividades físicas y deportivas	0,0	3,2	5,8
Administración y gestión	17,9	14,4	14,7
Agraria	5,8	2,1	1,7
Artes gráficas	0,7	1,0	0,6
Artes y artesanías	0,0	0,0	0,0
Comercio y marketing	6,0	4,5	6,4
Edificación y obra civil	0,9	0,2	1,0
Electricidad y Electrónica	13,7	7,4	5,9
Energía y agua	0,0	0,0	0,5
Fabricación mecánica	6,7	3,4	2,5
Hostelería y turismo	9,2	5,6	5,6
Imagen personal	8,5	5,3	2,0
Imagen y sonido	0,0	1,0	4,2
Industrias alimentarias	0,6	1,3	0,7
Industrias extractivas	0,0	0,1	0,0
Informática y comunicaciones	16,0	9,5	11,9
Instalación y mantenimiento	0,6	3,2	3,2
Madera, mueble y corcho	2,3	0,7	0,2
Marítimo-pesquera	0,0	0,5	0,5
Química	0,0	0,9	1,8
Sanidad	0,0	21,2	12,9
Seguridad y medio ambiente	0,0	0,2	0,3
Servicios socioculturales y a la comunidad	0,4	6,3	14,7
Textil, confección y piel	0,8	0,4	0,4
Transporte y mantenimiento de vehículos	9,8	7,9	2,9
Vidrio y cerámica	0,1	0,0	0,0

Fuente: Elaborado a partir de MEFP (2019a: 25)

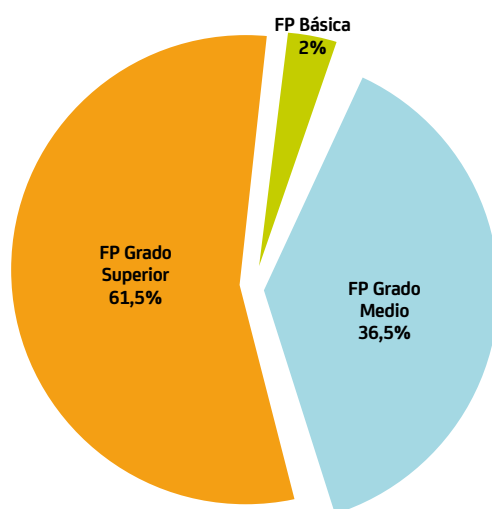
La Formación Profesional Dual

En el curso 2012-2013 se lanzó la modalidad de FP Dual que alterna procesos de enseñanza y aprendizaje en la empresa y en el centro educativo. Ambas organizaciones establecen un acuerdo o convenio de colaboración para trabajar conjuntamente en los procesos formativos, a través de un esquema de trabajo compartido que marca los contenidos, horas, figuras clave (formador, tutor, instructor), fases, pautas de trabajo y evaluación, etc. Todo ello se regula por el Real Decreto 1529/2012, de 8 de noviembre, por el que se desarrolla el contrato para la formación y el aprendizaje y se establecen las bases de la Formación Profesional Dual.

Esta reciente modalidad ofrece ventajas para los estudiantes, centros educativos y las empresas. Por un lado, permite al estudiante tener un contacto real con el trabajo, aprender trabajando, obteniendo experiencia profesional antes de salir al mercado laboral. Por otro lado, el modelo de Formación Profesional Dual facilita a la empresa una conexión directa con los jóvenes, con la posibilidad de incorporarles a su plantilla como profesionales sabiendo que cuentan con una formación capaz de dar respuesta a sus necesidades. Los centros educativos se benefician porque les permite conocer de primera mano las necesidades de las empresas y estar en contacto con la realidad del entorno productivo. En términos generales, los países que cuentan con un sistema de aprendizaje dual más consolidado son Austria, Dinamarca, Alemania y Suiza (MEFP, 2019b).

Según los datos del Ministerio de Educación y FP (2018c), la proporción de alumnos en la modalidad dual respecto al total de alumnos es reducida (2%) en el curso 2016-2017. En el Gráfico 3 se puede observar que la FP Dual tiene un mayor desarrollo en los ciclos de Grado Superior (61,5%), seguido por Grado Medio (36,5%), y muy escaso en FP Básica (2%). Respecto a la proporción de estudiantes en modalidad dual, en todos los ciclos destaca la familia profesional de Administración y Gestión. En cuanto a Grado Superior iría por detrás de la familia de Servicios Socioculturales y a la Comunidad (14,3%) y por delante de Comercio y Marketing (8,0%), mientras que en Grado Medio es Transporte y Mantenimiento de Vehículos (13,2%), seguida de Comercio y Marketing (11,7%) y Administración y Gestión (10,6%). En FP Básica el mayor volumen corresponde a Agraria (16,2%), Fabricación Mecánica (15,5%) y Transporte y Mantenimiento de Vehículos (15,0%).

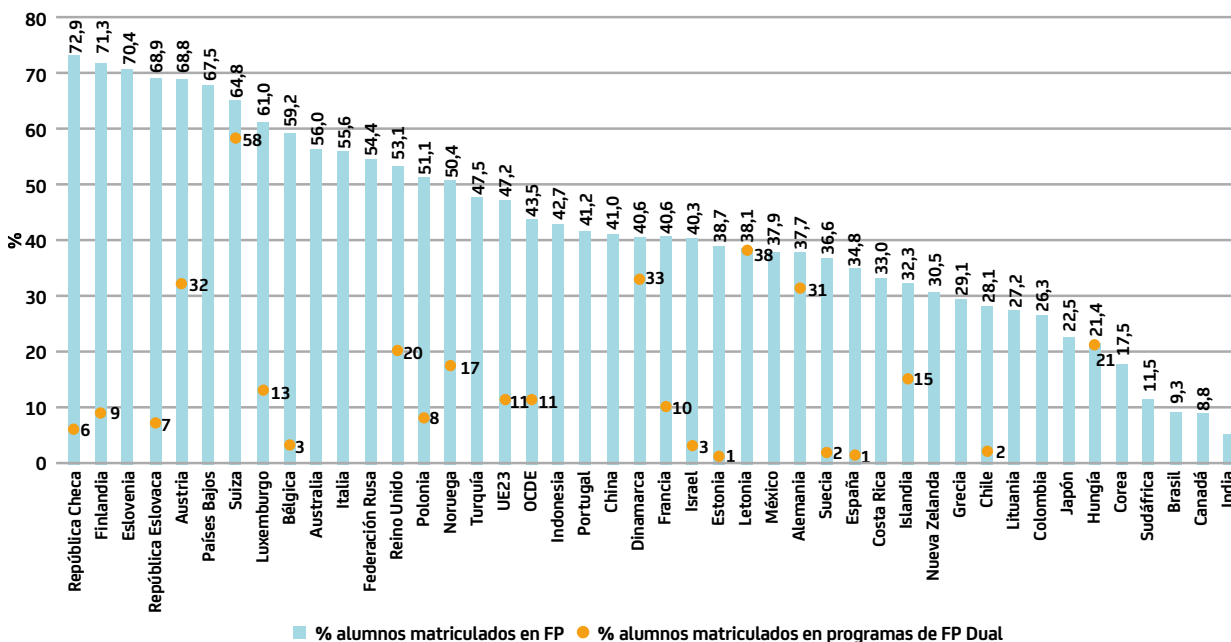
Gráfico 5. Distribución del alumnado por ciclo formativo de FP Dual. Curso 2016/17



Fuente: Elaboración propia a partir de MEFP (2018)

Se establece un mínimo del 33% de las horas de formación del título con participación en la empresa. Este porcentaje puede ampliarse en función de las características de cada módulo profesional y de la empresa participante. La duración total de los ciclos es de 2.000 horas. Esta modalidad se articula bien a través de un contrato de trabajo, o bien mediante becas. Esta modalidad está muy desarrollada en países como Suiza, Austria, Alemania, Dinamarca, etc., como se puede observar en el siguiente gráfico.

Gráfico 6. Porcentaje de alumnado de segunda etapa de Educación Secundaria matriculado en Formación Profesional por tipo de programa (2016)²



Fuente: MEFP (2019b: 20)

También es relevante destacar que existen otros formatos de aprendizaje en la empresa, que son: la Formación en el Centro de Trabajo o FCT (refiriéndose a las tradicionales prácticas en la empresa, que se realizan en el último tercio del segundo año) y la formación en alternancia (otros formatos de formación en la empresa que no se ajustan a los previos).

2.3.2. La Formación Profesional para el Empleo (FPE)

La FP en el ámbito laboral

La FPE está enfocada a colectivos empleados y desempleados. El Sistema de Formación para el Empleo tiene la misión de formar y capacitar a las personas para el trabajo y actualizar sus competencias y conocimientos a lo largo de su vida profesional, como se recoge en la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y

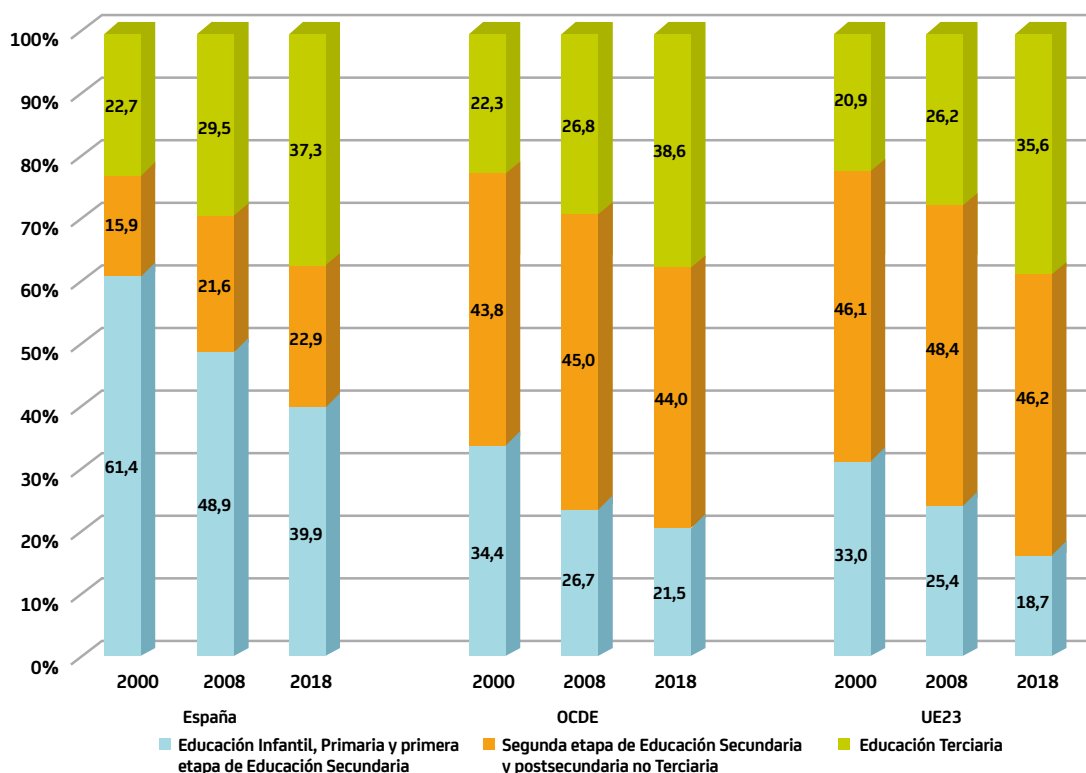
2/ Es de interés señalar que los datos sobre la FP Dual son actualizados con una menor frecuencia que el resto, por lo que estos datos son menos recientes. A pesar de que los datos de este cuadro son previos a los marcados anteriormente, año 2016 (1% estudiantes en FP dual), se entiende que este cuadro es de interés porque sitúa internacionalmente el alcance de la FP dual, y la situación española al respecto.

de la Formación Profesional; y se rige por la Ley 30/2015, de 9 de septiembre, que regula el sistema de formación profesional para el empleo en el ámbito laboral, que se desarrolla por medio del Real Decreto 694/2017.

Las iniciativas de formación profesional para el empleo, así como las acciones formativas que las integran, están dirigidas a la adquisición, mejora y actualización permanente de las competencias y cualificaciones profesionales. Al mismo tiempo favorecen la formación a lo largo de toda la vida de la población activa, y conjugan las necesidades de las personas, de las empresas, de los territorios y de los sectores productivos. La UE ha puesto como objetivo para 2020 llegar al 15% de la población entre 25 y 64 años que participe en actividades de formación, no alcanzándose todavía al situarse la media europea en el 11,1% y la española en 10,5% en 2018. Se observa una situación muy dispar en los datos de participación de los diferentes países, destacando la participación más alta los países nórdicos, Suecia (29,2%), Finlandia (28,5%) y Dinamarca (23,5%). En el extremo opuesto se sitúan Rumania (0,9%), Bulgaria (2,5%) y Croacia (2,9%). España se sitúa en la parte central, entre los países que están en torno a la media (MEFP, 2019c: 56).

Esta formación es de gran relevancia para las empresas, en términos de recualificación, actualización de conocimientos y preparación para las necesidades del mercado; y en especial, dado el nivel educativo de la población adulta (de 15 a 64 años) (Del Castillo et al., 2018). El nivel educativo³ indica la cualificación alcanzada por una persona o colectivo.

Gráfico 7. Evolución del nivel de formación de la población adulta (25-64 años) en el periodo 2008-2018



Fuente: MEFP (2019b: 6)

3/Se puede estructurar en tres bloques: primero, la infantil, primaria y secundaria de primera etapa (educación obligatoria); segundo, la segunda etapa de educación secundaria y postsecundaria no terciaria (Bachillerato, FP Grado Medio); y tercero la educación Terciaria (FP Grado Superior y Estudios Universitarios).

Al comparar el nivel educativo a escala internacional se observa que el porcentaje de población adulta española que posee una formación inferior al Bachillerato o FP de Grado Medio (39,9%) dobla el de la UE23 y casi el de la OCDE (Gráfico 7). Si bien esta situación ha ido mejorando en la última década, todavía estaba muy alejada de las medias internacionales en 2018, tanto de la UE23 (18,7%) como de la OCDE (21,5%). La situación es inversa en el caso de la población que está titulada en Bachillerato o FP Grado Medio (22,9%), que es prácticamente la mitad de los promedios de la UE23 (46,2 %) y la OCDE (44%), como se puede observar en el Gráfico 7.

Tipos de Formación Profesional para el Empleo

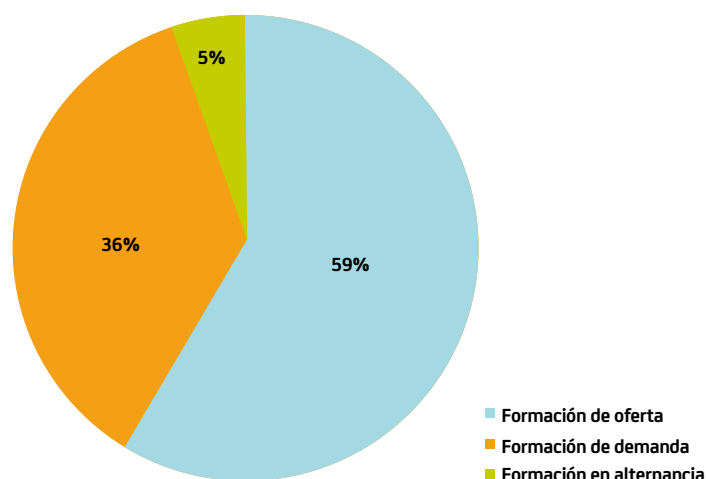
En la FPE se entiende por iniciativa de formación cada una de las modalidades de formación profesional para el empleo dirigidas a dar respuesta inmediata a las distintas necesidades individuales y del sistema productivo, que son (Ley 30/2015: 21):

- *"La formación programada por las empresas para sus trabajadores.*
- *La oferta formativa de las administraciones competentes para trabajadores ocupados, constituida por los programas de formación sectoriales y los programas de formación transversales, así como los programas de cualificación y reconocimiento profesional.*
- *La oferta formativa de las administraciones competentes para trabajadores desempleados, que incluye los programas de formación dirigidos a cubrir las necesidades detectadas por los servicios públicos de empleo, los programas específicos de formación y los programas formativos con compromisos de contratación.*
- *Otras iniciativas de Formación Profesional para el empleo son las relativas a los permisos individuales de formación, la formación en alternancia con el empleo, la formación de los empleados públicos. En este punto se engloba también la formación no financiada con fondos públicos desarrollada por centros y entidades de iniciativa privada, destinada a la obtención de certificados de profesionalidad, así como las relativas a la formación de las personas en situación de privación de libertad y la formación de los militares de tropa y marinería que mantienen una relación de carácter temporal con las Fuerzas Armadas."*

Estas modalidades de formación se articulan en tres tipos de iniciativas de formación:

- Formación de oferta que engloba: "Planes de Formación para ocupados" y "Acciones formativas para desempleados".
- Formación de demanda que integra a la "Formación en empresas" y los "Permisos individuales".
- Formación en alternancia que aglutina la "Formación teórica de los contratos para la formación" y los "Programas de Empleo y Formación".

Gráfico 8. Porcentaje del presupuesto por la tipología de iniciativas de formación



Fuente: Elaboración propia en función a SEPE (2018: 50)

Según los indicadores básicos de la FPE, presentados por el Servicio Público de Empleo Estatal (Sepe), las iniciativas de formación de oferta son las que cuentan con una mayor proporción del presupuesto (59%); en concreto, las gestionadas por Sepe, Fundae y las comunidades autónomas para ocupados y desempleados. Las iniciativas de demanda cuentan con el 36% de presupuesto y una participación numerosa, superando los cuatro millones de participantes. El presupuesto restante es para las iniciativas de formación en alternancia, que cuentan con el 5% del presupuesto.

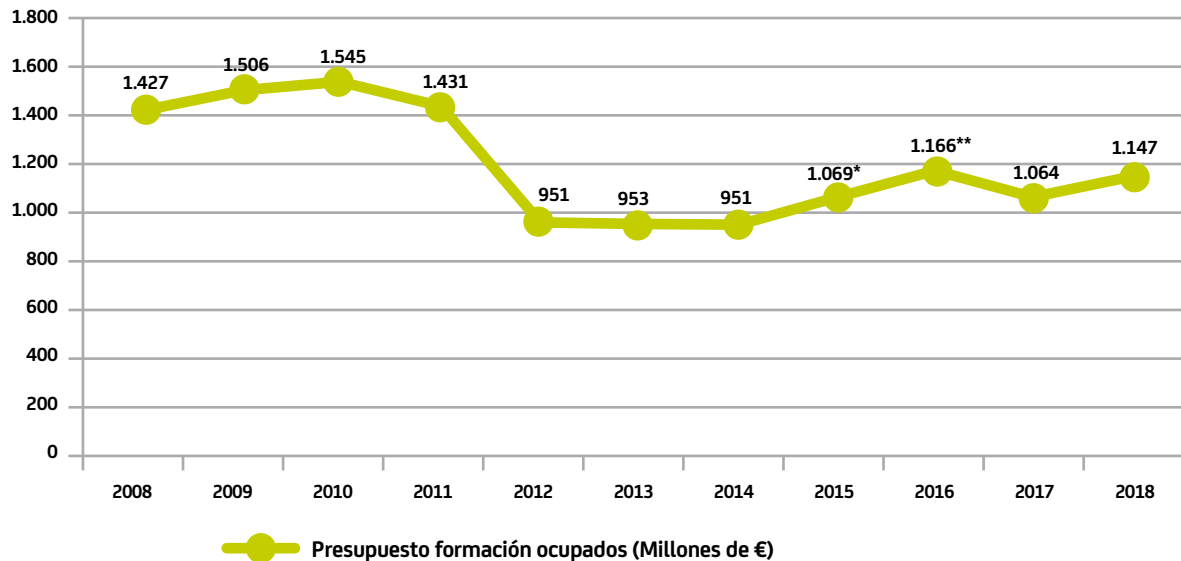
Tabla 3. Formación Profesional para el Empleo. Indicadores básicos 2017

Iniciativas de formación	Modalidad de formación	Entidades gestoras colectivo	Presupuesto 2017 (euros)	Participantes
Formación de oferta	Planes de formación para ocupados	CC.AA., SEPE y FUNDAE	326.428.310	S/D
		INAP	58.133.170	S/D
	Acciones formativas para desempleados	CC.AA. y SEPE	634.316.170	92.327
Formación de demanda	Formación en empresas	Empresas	632.888.320	4.017.000
	Permisos individuales	Ocupados		
Formación en alternancia	Formación teórica de los contratos para la formación	SEPE / Desempleados	90.846.009	48.317
	Programas Empleo - Formación	CC.AA. y SEPE / Desempleados	279.406,50	14.648
TOTAL PRESUPUESTO 2017			1.742.891.386	4.172.292

Fuente: SEPE (2018: 50).

El presupuesto global de formación dirigida de forma prioritaria a trabajadores ocupados asciende a 1.147 millones de euros. Un 8% más que el año anterior. El 58% se ha destinado a las bonificaciones a las empresas en concepto de formación para el empleo.

Gráfico 9. Evolución del presupuesto para formación a trabajadores ocupados (2018)



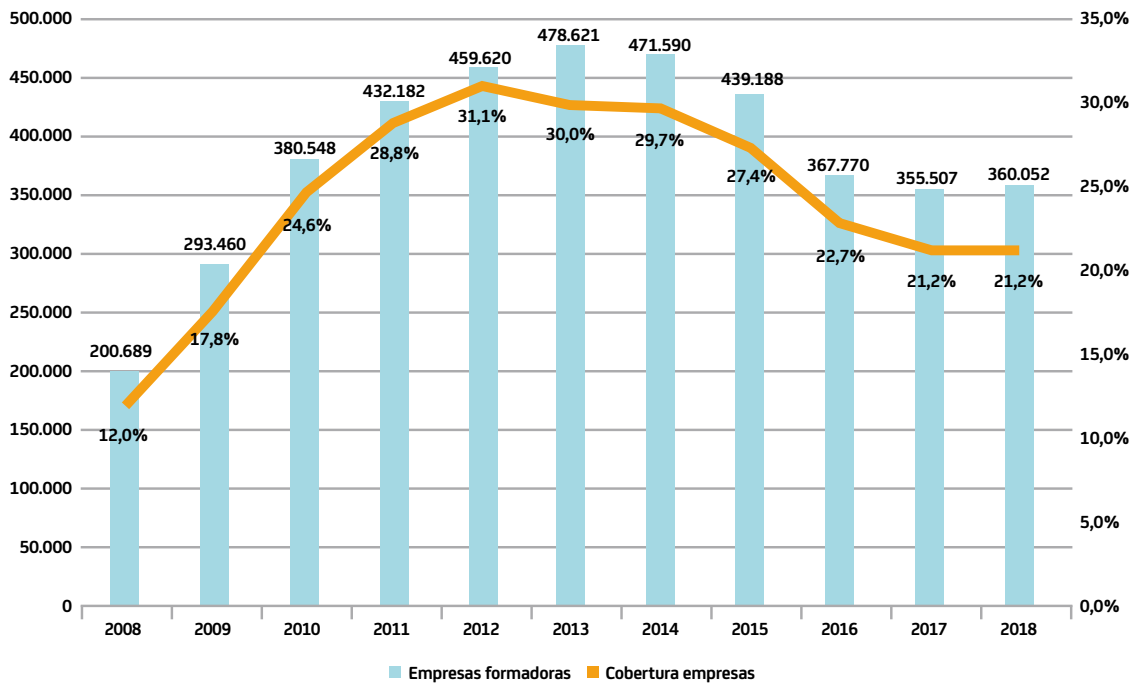
(*) Incluye 80 millones de euros para 2015 y 120 millones de euros para 2016 del Programa Específico de Jóvenes desempleados inscritos en el Fichero del Sistema Nacional de Garantía Juvenil. Se trata de un programa que gestionó la Fundación Estatal para la Formación en el Empleo (Fundae)

(**) La partida presupuestaria correspondiente a Ceuta y Melilla está incluida en la categoría de Convocatorias Autonómicas, aunque la gestión de las mismas es realizada por la Fundae.

Fuente: Fundae (2019: 2)

Dentro de este esquema de iniciativas formativas, se detallarán las realizadas bajo demanda por las empresas, presentando su evolución en términos de volumen de empresas participantes y su cobertura. Por un lado, se entiende por empresas formadoras aquellas que desarrollan acciones formativas para sus trabajadores y comunican la formación a Fundae, pudiendo bonificarse el coste de formación en las cuotas de la Seguridad Social. Por otro lado, la tasa de cobertura de las empresas formadoras es el porcentaje de empresas que realizan formación para sus trabajadores respecto al total de empresas cotizantes por FP inscritas en la Tesorería General de la Seguridad Social. En el gráfico 10 se observa que aumenta ligeramente el número de empresas formadoras, después de cuatro años consecutivos de descenso. Alrededor de 4.500 empresas más que en 2017. Crece, en términos absolutos, en todos los tramos de trabajadores, salvo en la microempresa que desciende de forma leve. La tasa de cobertura se mantiene en los mismos niveles de 2017.

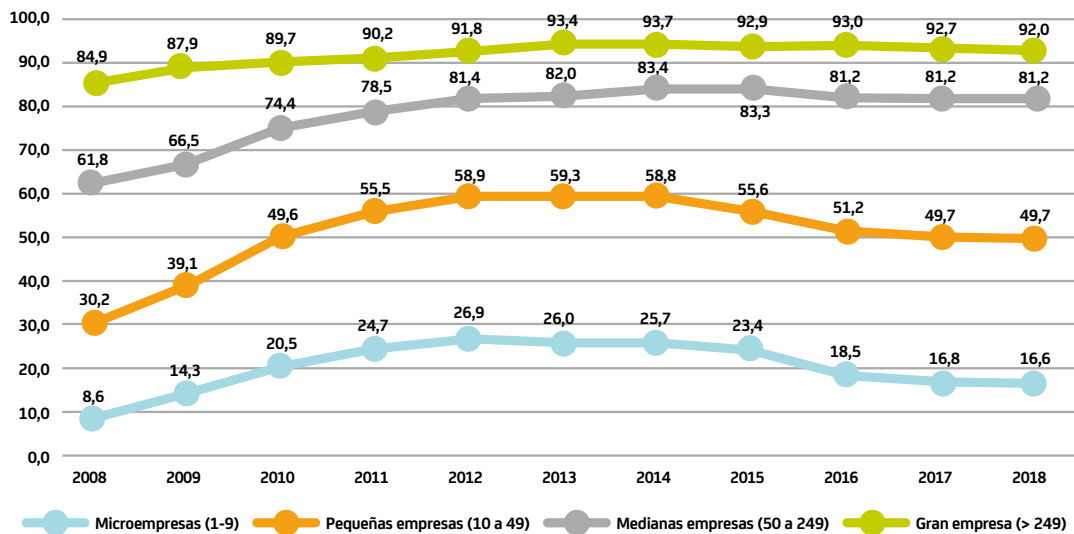
Gráfico 10. Evolución de empresas formadoras y cobertura



Fuente: Balance de situación 2017 Fundae (2019: 3)

La tasa de cobertura de las empresas formadoras depende del tamaño de las empresas y se observa que a mayor tamaño de estas, más iniciativas de formación desarrollan. En 2018 las grandes empresas contaban con una cobertura del 92%, las medianas del 81%, mientras que las microempresas tenían el 16,6% y las medianas casi el 50%. Por lo que el margen de crecimiento de la formación en las empresas se ubica sobre todo en las microempresas y a cierta distancia en las pequeñas.

Gráfico 11. Tasa de cobertura de las empresas formadoras



Fuente: Fundae (2019: 3)

Es relevante señalar que estas cifras recogen parte de la formación para el empleo, dado que la formación informal se mide y explicita menos, y sus indicadores se recogen a través de otros instrumentos. Un ejemplo de otros instrumentos oficiales es la Encuesta de Formación Profesional para el Empleo en Empresas (EFPEE) que se realiza cada cinco años por el Ministerio de Trabajo, Inmigraciones y Seguridad Social. Los resultados de la última encuesta (EFPEE 2015) apuntan a que en 2015, entre las empresas encuestadas (Ministerio de Empleo y Seguridad Social, 2017: 2-3):

- El número de empresas que realizan alguna actividad considerada formación para sus trabajadores se eleva a 235.689. Esto supone un 77,3% del total de empresas frente al 65% que lo hicieron en 2010.
- Destaca que la proporción de empresas que ofrecen es mayor entre las grandes (500 o más trabajadores), llegando al 99,5%, mientras entre las microempresas (de 5 a 9 trabajadores) es menor el 70,6% del total.
- Las actividades económicas con mayor porcentaje de empresas formadoras en 2015 son: “fabricación de automóviles y otro material de transporte” (89%), “metalurgia y fabricación de productos metálicos” (88,4%), “información y comunicaciones” (83,7%), “industrias extractivas” (83,5%), “refinerías; industria química; fabricación de productos farmacéuticos, caucho, plásticos y productos minerales no metálicos” (83,3%) y “comercio al por mayor” (83,2%).
- La mayor parte de las empresas (46,4%) ofrecen tanto cursos como otro tipo de formación (formación planificada en el puesto de trabajo, participación en conferencias, seminarios, etc.), mientras que el 23,2% de las empresas ofrecen únicamente cursos y el 7,6% sólo otro tipo de formación.
- Las empresas consideran que las competencias más importantes para su desarrollo son las de trabajo en equipo (57,7%), las de atención al público o trato a clientes (53,9%) y las de dirección (45,7%). Las competencias menos consideradas son tecnologías de la información (8,2%), y las básicas de cálculo y/o de comunicación oral o escrita (2,2%).

Los contratos de formación y aprendizaje

Esta formación está dirigida a la adquisición de competencias profesionales de una ocupación mediante un proceso mixto de empleo y formación, compatibilizando el aprendizaje formal con la práctica profesional.

Todos estos contratos están vinculados con formación acreditable. Según el SEPE (2019), 52.803 trabajadores con contrato para la formación y el aprendizaje realizaron la formación vinculada a estos contratos con financiación pública en 2018, con bonificaciones en las cuotas de la Seguridad Social por un importe superior a los 90 millones en 2017. Por nivel de estudios, entre los jóvenes que participan en esta modalidad de formación dual, casi dos tercios poseen estudios secundarios, seguidos por los de educación primaria o inferior, y a mayor distancia los que han cursado estudios postsecundarios.

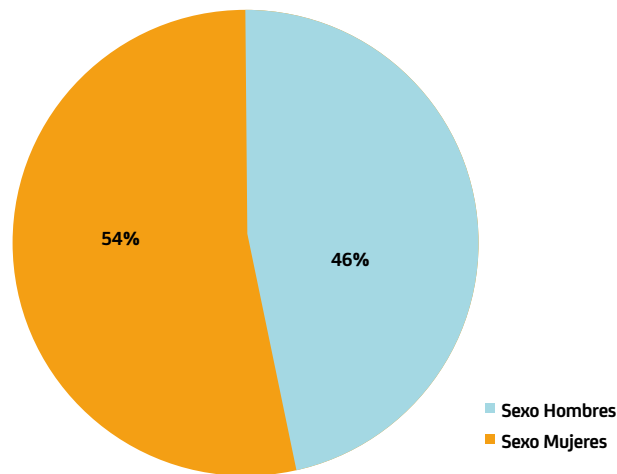
Cuadro 2. Contratos de formación

Contratos de Formación 2018	
Total contratos en formación	52.803
% variación 2018/2017	9,28
% total respecto a todas las modalidades de contratos	0,24

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Sepe (2019: 55)

Por sexo destacan las mujeres (54%) sobre los hombres (46%), y aumentan respecto al curso anterior en más de un 9%.

Gráfico 12. Contrato de formación y aprendizaje por sexo



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Sepe (2019: 55)

3. Hacia la cuarta revolución industrial

3.1. La Industria 4.0

Emergencia de un nuevo concepto

Con el objetivo de mejorar la productividad de la industria manufacturera alemana, el gobierno alemán configuró un grupo multidisciplinar de especialistas para reflexionar, analizar y proponer un programa de mejora de la productividad. Este grupo concluyó que la productividad y competitividad de las industrias alemanas pasaba por la integración sistémica de tecnologías emergentes, de forma autónoma y conectada (con base digital) a lo largo de la cadena de valor, integrando así el mundo físico y digital y configurando un nuevo sistema productivo.

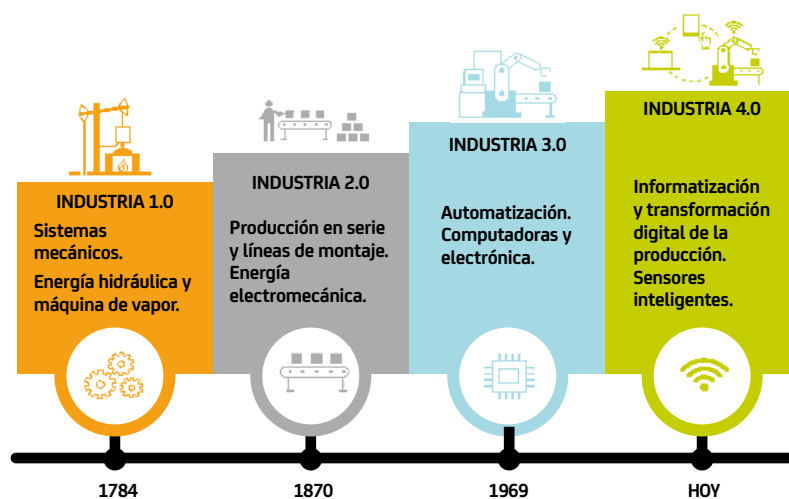
Será este grupo quien acuñe el término de Industria 4.0, que se presentó por primera vez en el marco de la Feria de Hannover en 2011 y se consolidó como eje vertebrador del Plan Estratégico de Alta Tecnología 2020 que aprobó el gobierno alemán en 2013. Su posterior expansión e incorporación en el discurso internacional ha sido rápida y consistente (Schroeder, 2016; Skagermann et al., 2016), y se ha asimilado por organismos multilaterales prescriptores tales como el Foro Económico Mundial, la Unión Europea, etc. De hecho, el Parlamento Europeo encargó un estudio sobre la Industria 4.0 que sirviera para reflexionar sobre las implicaciones que supone para la industria y sociedad europea, definiéndola de la siguiente manera:

“La Industria 4.0 se refiere a la organización de los procesos de producción basados en la tecnología y a los dispositivos que se comunican entre sí de forma autónoma a lo largo de la cadena de valor. La Industria 4.0 es entendida como un modelo de fábrica ‘inteligente’ del futuro, donde los sistemas digitales monitorean los procesos físicos, generando una copia virtual del mundo físico y tomando decisiones descentralizadas a tiempo real bajo mecanismos de autogestión”. (Smit, Kreutzer, Moeller y Carlberg, 2016: 20).

La Industria 4.0 implica la integración en red de sistemas de fabricación tanto a nivel vertical como horizontal en tiempo real. Así, desde el momento en que se hace un pedido hasta que llega al cliente y a su uso, todos los procesos productivos y organizativos de una empresa (máquinas, unidades productivas, operarios, etc.) y de su cadena de valor (proveedores, áreas comerciales, sistemas logísticos, clientes, consumidores, etc.), trabajan de forma simultánea, descentralizada y coordinada. Esto supone que la distinción entre industria y servicios sea más difusa, ya que las tecnologías digitales permiten una trazabilidad y comunicación con los productos a lo largo de su vida, facilitando la provisión de nuevos servicios por parte de los fabricantes. Se tiende a ofrecer productos híbridos, lo que se denomina como “servitización” que concibe a los servicios como elementos de la Industria 4.0.

La revolución industrial actual tiene como trampolín a internet, y se fundamenta en la informatización y digitalización de los procesos productivos, y en la generación, integración y análisis de una gran cantidad de datos a lo largo del proceso productivo y del ciclo de vida de los productos, a lo largo de toda la cadena de valor. Así, se abre una ventana de oportunidad global hacia nuevos sistemas ciberfísicos que operan en forma de redes más complejas y que se construyen sobre la infraestructura de la revolución digital anterior (Brodzic y Adler, 2018). La cuarta revolución industrial está en marcha y va a suponer una profunda transformación de la industria: más allá de las innovaciones tecnológicas están las organizativas, de modelo de negocio y de cadena de valor, las nuevas fuentes de eficiencia y las nuevas palancas de desarrollo.

Gráfico 13. Evolución de las Revoluciones Industriales



Fuente: Basco, Beliz, Coatz y Garnero (2018: 25)

Según el Foro Económico Mundial este nuevo estadio se caracteriza por “la convivencia de una gran variedad de tecnologías convergentes, que borran los límites entre lo físico, lo digital y lo biológico, generando una fusión entre estos tres planos y ocasionando un verdadero cambio de paradigma” (Schwab, 2016: 19). A diferencia de las revoluciones previas, ésta destaca por su carácter integrador y conector de las tecnologías y por la velocidad del cambio en un entorno global. Además, la escasez de los recursos agudiza la necesidad de eficiencia y productividad, integrando a la sostenibilidad como vector de competitividad.

3.2. Tecnologías 4.0 e implicaciones en la industria

3.2.1. Pilares y tecnologías 4.0

La digitalización del sector manufacturero es la punta de lanza de la Industria 4.0, sustentándose tanto en tecnologías ya existentes, pero sin conectar, así como en nuevos desarrollos tecnológicos. Los pilares de la Industria 4.0 son (Lorenz et al., 2015; McKinsey Digital, 2015):

- Los datos, como fruto de la conectividad de los sistemas y la recopilación de grandes cantidades de datos mediante sensores. Las tecnologías clave son: *Big Data*, *Internet of Things*, *Cloud technology*, etc.
- La inteligencia artificial, que analiza grandes volúmenes de datos a través de sistemas de análisis de información. Las tecnologías clave son: *data analytics*, *machine learning*, simulación, etc.
- La relación persona-máquina, dado que los procesos de automatización implican que determinadas tareas (repetitivas y de escaso valor) dejen de ser realizadas por las personas, y que éstas realicen nuevas tareas más sofisticadas (realidad virtual y/o aumentada).
- El paso de lo digital a lo físico, lo que supone que el diseño se haga digitalmente y se manden órdenes a lo físico para su desarrollo (impresión 3D, robots colaborativos, etc.).

La convergencia y combinación de estos pilares permiten provocar disrupciones o saltos significativos que afectan a los productos, procesos productivos y modelos de negocio. Las **tecnologías 4.0** sobre las que se fundamentan son (Sirling, Zinser y Rose, 2015; PWC, 2016; Basco et al., 2018):

- Sistemas de integración (a nivel vertical y horizontal).
- Robots avanzados (automatización de tareas y/o procesos productivos).
- Internet de las cosas (multiconexión: comunicación multidireccional e inmediata).
- Fabricación aditiva (fabricaciones de series cortas o lotes pequeños: localización).
- *Big Data* y análisis de grandes volúmenes de datos (exploración y monitorización).
- La nube (almacenar, acceder y usar servicios informáticos online, compartir datos).
- Simulación de entornos virtuales (diseño de nuevos productos, programación).
- Ciberseguridad (aseguramiento de la información).
- Realidad aumentada (aúna tecnologías de simulación, modelados y virtualización).

Todas ellas son consideradas claves en la integración de otras muchas más tecnologías que convergen, tales como sensores inteligentes, controladores, drones, sistemas de localización, plataformas electrónicas abiertas, sistemas de autoidentificación y *blockchain* (Schwab, 2016). Además, se integrarían los avances en el mundo de la biología (genética, biotecnología, etc.), materiales (nanotecnologías, nuevos materiales, etc.) y ecología (tecnologías alternativas).

3.2.2. Implicaciones para la empresa manufacturera

La inteligencia artificial, la robótica y otras formas de 'automatización inteligente' están avanzando a un ritmo acelerado, pudiendo contribuir hasta en un 14% al PIB mundial para 2030 (equivalente a unos 15 trillones de dólares a los valores actuales). Las implicaciones principales de las tecnologías 4.0 a nivel empresarial afectan a los procesos productivos y a las estructuras organizativas, a la naturaleza de los productos/servicios ofertados, mercados de consumo y modelos de negocio (Frank, Dalenogare y Ayala, 2019):

- Optimización de los procesos de fabricación: procesos más eficientes

Los primeros pasos se suelen dar en la optimización de procesos, lo cual implica reducciones de costes y ahorros (materias primas, energía...), y la disminución de los tiempos de fabricación. A medida que las tecnologías sean más baratas, y sus prestaciones mayores, las inversiones subyacentes a estas tecnologías se irán normalizando.

- Hacia series cortas de producción: organizaciones más flexibles y ágiles

Las nuevas tecnologías, en particular la fabricación aditiva, permiten fabricar bajo nuevos esquemas de demanda, ya que facilitan novedosas formas de producción más flexibles (series y plazos más cortos), con intensas transformaciones no solo en la producción, sino en todo el ciclo del producto (diseño colaborativo, fabricación avanzada, logística inteligente, distribución en red, atención monitorizada de clientes...). Esto trae consigo nuevas organizaciones que integren procesos de producción más flexibles, ágiles y bajo esquemas de demanda.

- Hacia la producción personalizada: productos más inteligentes

Toda la información y datos recogidos de los sistemas integrados permiten una mayor personalización de los productos de forma anticipada, variando el precio lo mínimo posible. La digitalización está en la base de los productos inteligentes, y posibilita nuevas prestaciones al cliente final que pueden convertirse en una estrategia de crecimiento de negocio. En la actualidad, se están enriqueciendo sobre todo los productos ya existentes, por ejemplo, neumáticos con servicio de seguimiento y control de flotas, hogares inteligentes, implantes médicos monitorizados en remoto, tuberías con servicio de flujo y mantenimiento, etc.

- Hacia la relocalización de la producción: mercados de consumo más cercanos

Las tecnologías 4.0 permiten acortar la distancia entre el productor y el cliente final, en pro de una mayor satisfacción del cliente, reduciendo los costes de intermediación (y de acumulación de inventario) en la comercialización y logística. Se está iniciando una corriente de relocalización de las cadenas de valor globalizadas, cuestionándose la deslocalización productiva. Las causas de esta nueva tendencia son el incremento salarial en los países destino de la deslocalización, la vuelta del proteccionismo en los mercados a raíz de la última crisis mundial y la sofisticación de la mano de obra en las industrias 4.0.

- Hacia la servitización: nuevos modelos de negocio

El concepto de acceso y uso va restando espacio al de propiedad, es decir, se vende el acceso y/o uso y no el producto en sí mismo. Es por ello que la digitalización de los procesos de acceso y uso es clave para este nuevo modelo de negocio. Un ejemplo de ello es la apuesta que ha hecho General Electric cambiando el modelo de negocio de motores de avión, pasando de vender motores (con un ciclo de vida de 30 años) a vender horas de uso. Además de una mayor cercanía y fidelización, se refuerza la monitorización del servicio y su seguridad, así como el flujo de ingresos.

- La paradoja del tamaño de la empresa: capacidad de inversión

Si bien las tecnologías 4.0 favorecen un tamaño de empresa más reducido, ágil, apegado al mercado y con un servicio individualizado a los clientes, la mayor parte de las pymes carecen de capacidad de inversión para desarrollar la transición en sus procesos, organización y modelo de negocio (infraestructuras, conocimientos especializados, plataformas colaborativas, etc.). En la actualidad, las tecnologías 4.0 son asimiladas con mayor rapidez por las grandes empresas, al tener una mayor capacidad de inversión, tanto para contar con nuevo software y hardware como con los conocimientos necesarios (nuevas competencias) y nuevas estructuras organizativas.

- Carácter estratégico de la formación y aprendizaje: nuevas competencias

Estas transformaciones implican nuevas tareas, funciones y formas de trabajar, lo que requiere de nuevas capacidades técnicas y transversales de los trabajadores (tanto de los recién llegados como de los ya existentes). El calado competencial es tal que requiere revisar los diagnósticos de necesidades de capacidades y competencias, así como de nuevos y permanentes planes de formación, para lograr competencias más modernas o bien actualizar o sofisticar las existentes. En este sentido, y a nivel macro, la Estrategia de Competencias de la OCDE de 2019 resalta la importancia de tres cuestiones: primero, desarrollar competencias necesarias a lo largo de la vida; segundo, usar las competencias de manera eficaz en el trabajo y en la sociedad; y tercero, fortalecer la gobernanza de los sistemas de competencias.

En este sentido, esquemas de aprendizaje con un fuerte foco en el lugar de trabajo adquieren un mayor protagonismo (aprendices, formación dual y/o en alternancia, etc.).

Tabla 4. Claves del cambio en la transformación a la Industria 4.0

Oportunidades 4.0	Retos empresariales	Cambios organizativos claves	Tecnologías 4.0 claves
Mayor optimización de los procesos	Procesos + eficientes	Operativa, Fabricación	Internet de las cosas, integración de sistemas
Series cortas de fabricación	Fabricación + flexible y ágil	Diseño y desarrollo, Fabricación	Fabricación aditiva, realidad aumentada, robotización
Producción personalizada	Productos inteligentes	I+D+i, Marketing	Internet de las cosas, simulación virtual, <i>Big Data</i> y análisis
Servitización	Nuevos modelos de negocio	Digitalización, Finanzas	Internet de las cosas, ciberseguridad
Relocalización de la producción	Mercados de consumo cercanos	Comercialización y logística, Personal	<i>Big Data</i> y análisis, Internet de las cosas
Nuevas formas de financiación/inversión	Cofinanciación, Espacios / labs compartidos	Inversión, Finanzas	La nube, integración de sistemas, ciberseguridad
Nuevas capacidades de los trabajadores	Competencias técnicas (base digital), transversales	Formación, Personal	Nuevas tecnologías, nuevas metodologías y entornos de aprendizaje

Fuente: Elaboración propia

Las transformaciones son considerables, por ello es crucial que las empresas inviertan, asignando y reasignando recursos para crear las condiciones necesarias que permitan la integración de estas tecnologías. Asimismo, es importante que desde lo público se fomente un caldo de cultivo de innovación, incentivos, esquemas ágiles y flexibles de formación (aprendices, formación dual y/o en alternancia), acceso a la financiación para pymes, formación profesional acorde a estas necesidades, etc., que facilite procesos de innovación cruzada, y la transición de las pymes a la Industria 4.0.

3.3. Situación y avance 4.0

3.3.1. A nivel europeo

Diagnóstico de partida en la UE

Ante los emergentes retos y oportunidades para la industria europea, el Parlamento Europeo promovió un estudio para conocer la naturaleza y alcance de las transformaciones (tecnológicas, sociales y de negocio) y contar con un diagnóstico de partida que diera pautas para reflexionar y actuar sobre ello (Smit et al., 2016: 72). Como resultado de ello, se identifican los requisitos que permitirán que la ola 4.0 sea una ventaja competitiva para la industria europea:

- La normalización de sistemas, estándares e interoperabilidad, plataformas y protocolos compartidos.
- Cambios en la organización del trabajo que reflejen las nuevas actividades.
- La seguridad digital y la protección de los conocimientos técnicos.
- La disponibilidad de trabajadores debidamente capacitados.
- Investigación e inversión.
- Un marco jurídico común europeo para apoyar el despliegue de la Industria 4.0 en el mercado interior europeo.

El informe plantea como objetivo que para 2025 se debería contar con un pleno desarrollo de los parámetros 4.0 en la Unión Europea, y eso implica que las empresas industriales lo interioricen y actúen, y asimismo que cuenten con un entorno sociopolítico que facilite un marco y condiciones favorables. El reto es desarrollar nuevos mercados líderes en Industria 4.0 con una estrategia dual:

- ofertando tecnologías 4.0 y servicios asociados (proveedores 4.0); y
- fabricando bajo parámetros 4.0 que oferten productos que puedan venderse con más facilidad gracias al aumento de la productividad y de la competitividad (demandantes 4.0).

Como fruto de todo ello, desde la Unión Europea se recomienda a sus miembros:

- Revisar las medidas existentes: sobre todo aquellas que tratan cuestiones importantes como las competencias profesionales y cualificaciones, la migración, el cambio de modelo de negocio, los clústeres, los programas de colaboración transfronteriza para las empresas, la ciberseguridad y las normas, y sus implicaciones para la competitividad de las pymes europeas.
- Adoptar nuevas medidas donde haya que dar saltos importantes, a través de la investigación, el apoyo a pymes, la concienciación sobre los retos y oportunidades y el fomento de un marco de estandarización y coordinación.

Diferentes aproximaciones dentro de la Unión Europea

El diagnóstico europeo aporta una visión global de su industria ante los retos 4.0; sin embargo, el aprovechamiento de las oportunidades está siendo desigual por los distintos países en función de la naturaleza y peso de su entramado industrial, el dinamismo de su mercado, su sistema de innovación y estructura socioeconómica. Según la Confederation of British Industry (CBI) y el Ministerio de Exteriores de Reino Unido (2018), se pueden identificar cuatro tipos de perfiles de países a la hora de abordar la Industria 4.0 en la Unión Europea.

Tabla 5. Respuestas de los países de la Unión Europea ante la Industria 4.0

Líderes	Predisuestos	Tradicionalistas	Vacilantes
Alemania	Bélgica	República Checa	Italia
Irlanda	Finlandia	Hungría	España
Suecia	Países Bajos	Eslovaquia	Estonia
Austria	Dinamarca	Eslovenia	Portugal
	Reino Unido	Lituania	Polonia
	Francia		Croacia
			Bulgaria

Fuente: Elaboración propia en función a CBI (2018: 7)

- Líderes

En Europa occidental y septentrional están más preparados para la carrera hacia la Industria 4.0 que en otras partes del continente. Como fundador del movimiento, Alemania está en primera línea. Por lo general, estos países

cuentan con una gran industria manufacturera y un mercado moderno, con visión de futuro y con condiciones facilitadoras (humanas y tecnológicas) adecuadas para abordar la Industria 4.0.

- Predispuestos

A pesar de que las industrias manufactureras de estos países están en declive, cuentan con una visión y un entramado industrial y mercantil moderno e innovador, que les da el potencial para implementar las tecnologías de la Industria 4.0.

- Tradicionalistas

Estos países, principalmente de Europa del Este, cuentan con una próspera industria manufacturera que les ofrece un futuro prometedor. Sin embargo, hasta ahora estos mercados siguen centrándose en la fabricación tradicional y no están preparados para la digitalización.

- Vacilantes

Estos países no tienen una industria manufacturera particularmente fuerte y, en términos generales, su sector industrial no está listo para la Industria 4.0. Este grupo está formado por los países de Europa del Sur y del Este.

Es relevante señalar que esta clasificación refleja una aproximación a la Industria 4.0 en términos de desarrollo de proveedores de tecnologías 4.0, pero que también va alineada en gran medida a sus respectivas carteras de clientes, y a la aproximación subyacente del sector manufacturero de cada país a la adopción de estas tecnologías.

3.3.2. A nivel español

El Valor Añadido Bruto (VAB) de la industria manufacturera española respecto al total de la economía se sitúa a más de seis puntos por debajo de la media europea (20,1%) en 2018 (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 2019). Esto supone un importante reto.

Una de las estrategias para fortalecer la industria europea en términos de productividad y competitividad se fundamenta en el apoyo a la digitalización productiva y empresarial, con un destacado enfoque en la incorporación de tecnologías avanzadas (Navarro y Sabalza, 2016). Ésta es una de las claves para reforzar la industria española y apostar por una transformación hacia la Industria 4.0, ante la cual se tiene una actitud vacilante.

Avance tímido en el uso de las tecnologías 4.0 en la industria española

Las investigaciones sobre el avance de la Industria 4.0 en el contexto español son escasas; no obstante, los estudios apuntan a que el avance del sector industrial es tímido tanto a nivel de uso de tecnologías 4.0 como en el liderazgo de las mismas, con un intenso foco en las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs).

- Uso minoritario de tecnologías 4.0 en el contexto español

En el estudio de Torrent-Sellens (2018) se investigó el uso de un grupo de tecnologías 4.0 y su relación con la generación de valor y los resultados empresariales. Para ello se encuestó a 1.525 empresas industriales españolas en 2014. Las tecnologías analizadas son: diseño industrial asistido por computadora, robótica, sistemas flexibles de producción, y software y hardware de control numérico de actividad. A nivel de uso de las tecnologías 4.0 destaca que la mayor parte de las empresas industriales (72,5%) no las utiliza o lo hace de forma muy moderada.

Estos resultados son coherentes con datos posteriores del INE (2018) respecto al uso de las TICs y el comercio electrónico; y aunque hay una leve mejoría, sigue la misma pauta. El uso de las Tecnologías 4.0 no supera el 20% en términos generales, salvo en el ámbito de la robótica (24%) y los sistemas digitales de gestión de la actividad, ERP o CRM con software libre (23%), seguido de cerca por los usos de computación en la nube, sobre todo compras de programas (19%). En contraposición, el uso de otras tecnologías es marginal: el análisis de *Big Data* (8%), los servicios digitales de personalización de productos inteligentes por parte de los clientes (6,5%), la impresión 3D (6%), etc.

En suma, la robótica y la implantación de sistemas digitales para controlar y monitorizar los procesos de fabricación son las tecnologías por las que está comenzando la transición a la Industria 4.0 española.

- Nivel de digitalización medio-bajo frente al avance internacional

Desde un enfoque más internacional, se realiza otro estudio sobre la Industria 4.0, "Industry 4.0- Global Digital Operations", bajo el paraguas de PwC (Strategy&, 2018), para el cual se entrevistó a los cuadros directivos de 1.115 empresas industriales (automoción, bienes de consumo, electrónica, equipamiento industrial e ingeniería, e industria manufacturera y de procesos) de 26 países, incluyendo a España.

Los resultados son coherentes con los datos anteriores: más de dos tercios de las empresas industriales españolas (68%) están en un nivel de digitalización medio o bajo, y solo el 5% son punteras en el plano digital, frente al 10% de media mundial. Las regiones del mundo que están liderando la digitalización son Asia (19%), América (11%) y Europa, frente a Oriente Medio y África (EMEA) (5%).

Si se pone el foco en empresas de diversos tamaños, incluyendo a las pequeñas, como hace un estudio de la Cámara de Comercio de Barcelona y el Instituto de Estadística de Cataluña (Idescat) (Fundación BCN, 2017), se detecta un menor porcentaje (15,7%) de empresas adaptadas a las tecnologías 4.0, aunque habría casi un tercio de las empresas industriales con más posibilidades de avanzar en esta senda. Las empresas que ya están implantando las tecnologías 4.0 están invirtiendo en ciberseguridad (84%), la integración vertical y horizontal de sistemas (80%), *big data analytics* (73%), robots autónomos (70%), el *cloud computing* (69%) e Internet de las cosas (61%).

De cara a 2020 incrementarán sus inversiones en la realidad aumentada (pasando del 13% al 45%), la fabricación aditiva (del 21% al 50%), las simulaciones en 3D (del 44% al 62%) e Internet de las cosas (del 61% al 76%) (Blanco et. al, 2017: 72).

- Correlación entre el uso de Tecnologías 4.0 y mejores resultados

En consonancia con los resultados internacionales, en el caso español se observa que aquellas empresas que usan las tecnologías 4.0 con mayor intensidad no llegan a un tercio del total y se destacan por (Torrent-Sellens, 2019):

- Procesos de generación de valor más sofisticados en términos de I+D y capital humano; es decir, son empresas más innovadoras, más digitales y más sostenibles. Esto se refleja en:
 - Un mayor gasto en I+D (2,1 millones de media).
 - Un personal de I+D más numeroso (12%).
 - Un mayor gasto externo en formación por trabajador (139€).
 - La existencia de una dirección o comité de tecnología (10%).

- Una mayor propensión a la innovación en:
 - Producto (6%)
 - Proceso (14%)
 - Organización (8%)
 - Comercialización (6%)
- Un mayor uso del comercio electrónico para:
 - compras digitales a las empresas (14%)
 - ventas digitales a las empresas (4%).
- Mejores resultados empresariales en términos de ventas, valor añadido, exportaciones y margen bruto de explotación, duplicando en resultados a la media industrial española.
- En términos de productividad y empleo estas empresas más intensivas en 4.0 se caracterizan por:
 - 30% más de productividad por trabajador o por hora trabajada.
 - Casi el 50% más de empleados y el 12% de retribución por encima de la media industrial.

En términos generales, se puede decir que los datos demuestran que las empresas españolas con un mayor uso de tecnologías 4.0 son empresas más eficientes, más productivas y más rentables.

Escasas empresas líderes españolas

En el contexto español el número de empresas líderes en tecnologías 4.0 es limitado, suponiendo el 5% del total. Destaca que del total de estas empresas avanzadas trabajan sobre todo en (Torrent-Sellens, 2019):

- Integración de tecnologías en producto y servicio, a través de la mejora de sus ofertas de productos y servicios digitales, así como su acceso a los clientes, que suponen más del 50% de sus ingresos y con una previsión de crecimiento de un 15% a medio plazo.
- Integración de sistemas (operativos, tecnológicos y humanos) para ofrecer soluciones competitivas, integrales (de principio a fin) y personalizadas a sus clientes, creando ecosistemas digitales completos y conectados al cliente.
- Conectividad colaborativa a lo largo de toda la cadena de valor, lo que implica una implantación tecnológica a gran escala. Así, un 87% usan tecnologías para la planificación integrada de toda la cadena de suministro, un 78% aplican Internet de las cosas, un 75% cuentan con sistemas de gestión de la fabricación, y un 70% utilizan soluciones predictivas para el mantenimiento.
- Emergente adopción de la inteligencia artificial para tomar decisiones. Un 9% lo utiliza para tomar decisiones operativas y en torno al 30% para las principales funciones productivas (automatización de tareas manuales y cognitivas). El 52% indican que carecen de las competencias profesionales necesarias para implantarlo y desplegar los sistemas de inteligencia artificial.
- El 70% de las empresas líderes cuentan con una visión estratégica digital y están dispuestas a invertir con fuerza en la formación y capacitación de sus empleados, y en desarrollar equipos multidisciplinares para fomentar la innovación a través de las tecnologías 4.0. Sin embargo, solo el 27% de las empresas consideran que cuentan con las competencias necesarias.

4. La FP como catalizador de aprendizaje e innovación empresarial

Las implicaciones de la Industria 4.0 son de gran alcance, por ello entrañan transformaciones en las empresas industriales a distintos niveles: organizativo, de negocio y de empleo (Ynzunza-Cortés et al., 2017). Dichas transformaciones tienen como base la digitalización, lo que supone una serie de retos (tecnológicos, empresariales y sociales), cuyo logro dependerá de las capacidades y activos de las empresas industriales (humanos, estructurales, relacionales y sociales).

El aprovechamiento de esta oportunidad depende en gran medida de la capacidad de asimilación y/o desarrollo tecnológico de la empresa, de una gestión avanzada, del encaje en la cadena de valor y de la respuesta de los mercados (Lundvall, 1998). Para ello es fundamental que cuente con capitales tangibles suficientes (recursos económicos y financieros, inmobiliarios, etc.) y, en especial, con un capital intelectual apropiado que permita dicha transformación. Este es el conjunto de elementos no materiales que aportan valor en la empresa, tales como las personas, el liderazgo y dirección, formas de gestionar y trabajar, la cultura ante la innovación, las rutinas organizativas internas y externas, su encaje con la cadena de suministro, la relación con sus clientes, etc.

En este sentido, es determinante que los capitales de la empresa estén bien liderados, coordinados y alineados, tanto a nivel humano y competencial (capital humano) como a nivel organizativo y procesal (capital estructural), y a nivel de colaboraciones y alianzas en el marco de negocio, normativo e institucional (capital relacional y social)⁴. Será precisamente en este marco donde el conocimiento adquiera un valor clave como ventaja competitiva para la empresa; entendiendo por conocimiento un cúmulo de capacidades dinámicas de la empresa para integrar, desarrollar y/o reconfigurar competencias internas y externas dando respuestas a los rápidos cambios (Teece, Pisano y Shuen, 1997). En este punto, el aprendizaje organizativo y personal es clave para lograr la innovación y competitividad de las empresas. Es ahí donde la FP adquiere un mayor sentido y valor. En esta línea, Weiss (2015) considera que en el mundo de la digitalización y la automatización, la FP necesita ser actualizada a lo que denomina la Educación y Formación Profesional 4.0.

Con este enfoque, en el cuadro 3 se presenta una visión integral de los capitales intelectuales necesarios para que las empresas manufactureras puedan abordar las amplias transformaciones que supone la Industria 4.0. Las relaciones entre los cambios sociotecnológicos, los retos empresariales y los capitales intelectuales no son lineales, sino que están interconectados. Así, se propone una visión global del ecosistema de Formación Profesional como parte integral de los entornos empresariales 4.0, aportando valor en distintos ámbitos y formatos, y con distintos roles. Esto es, el sistema de FP como:

- Proveedor y capacitador de capital humano en entornos 4.0
- Proveedor y facilitador del capital estructural en entornos 4.0
- Conector y potenciador de capital relacional y social en entornos 4.0

4/ Todo ello se engloba dentro del marco de las Teorías de capital intelectual (Edvinsson y Malone, 1999; Bueno, 1998), las Teorías basadas en el conocimiento (Nonaka, 1994; Nonaka y Takeuchi, 1995) y la Teoría de los recursos y capacidades (Barney; 1991; Grant, 1991; etc.), ligadas al del aprendizaje organizativo (Senge, 1990).

Cuadro 3. Capitales intelectuales para la Industria 4.0

Transformaciones sociotecnológicas	Retos de la Industria 4.0	Apoyo del sistema FP
<p>A nivel industrial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fabricación flexible, autónoma y sostenible. • Plantas productivas completamente digitalizadas e interconectadas. • Robots que asisten e interactúan con humanos. • Máquinas que aprenden, se autogestionan y mantienen. • Gestión y análisis de grandes volúmenes de datos en tiempo real. • Enfoque a la innovación y actividades de valor añadido. 	<p>Tecnológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigación e inversión. • Agenda tecnológica priorizada y compartida. • Protección de la propiedad intelectual. • Seguridad digital, datos personales y privacidad. • Normalización y estandarización de la Industria 4.0: sistemas, plataformas, protocolos. • Medio ambiente, salud y seguridad. 	<p>Capital relacional y social</p> <ul style="list-style-type: none"> • A lo largo de la cadena de valor. • Marco de innovación. • Entornos colaborativos. • Cultura innovadora y de emprendizaje. • Conexión institucional. • Proximidad territorial.
<p>A nivel de negocio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambios en el tipo de productos de físico a digitales y conectados. • Mayores niveles de integración de la organización. • Infraestructura y servicios compartidos en la nube. • Cadenas de suministro inteligentes y globales. • Servitización: modelos de negocio basados en servicios en la nube, logística y distribución. • Redes de trabajo que crean valor, con otras empresas o agentes sectores y/o de innovación. 	<p>Empresariales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambios en la organización del trabajo. • Producción descentralizada: autoorganización, formación y gestión de redes de producción entre distintas empresas. • Producción personalizada y ágil: diseño, marketing, compras, distribución y logística. • Producción digitalizada y conectada: I+D+i, absorción de tecnologías, “softwarización”. 	<p>Capital estructural</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dirección y gestión transformacional. • Vigilancia y transferencia de Tecnologías 4.0. • Nuevas formas de innovar (por retos). • Laboratorios extendidos. • Proyectos pilotos.
<p>A nivel de empleo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nuevos esquemas de colaboración e infraestructuras en red. • Otras formas de interacción persona-máquina. • Perfiles de puestos altamente especializados. • Procesos de trabajo más complejos. • Trabajo más flexible. • Ambientes de trabajo asistidos y dependientes de la tecnología. • Competencias técnicas requeridas (manejo de tecnologías digitales, robots, programación y análisis) y competencias transversales. 	<p>Sociales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento y concienciación a nivel social. • Espacios concertación (empresas, sindicatos, entorno educativo y de innovación, etc.). • Salto a nivel competencial (y de voluntad) para adaptarse al mundo digital. • Adaptación a unos requisitos de cualificación más sofisticados para la Industria 4.0 • Provisión de capacidades y competencias en marcos ágiles, transparentes y de corresponsabilidad. 	<p>Capital humano</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competencias técnicas. • Competencias transversales. • Nuevas formas de trabajar. • Nuevas formas de aprender. • Aprendizaje a lo largo de la vida.

Fuente: Elaboración propia en función a Ynzunza-Cortés et al. (2017) y Smit (2016)

4.1. El sistema de FP como proveedor y capacitador del capital humano

Desde el enfoque de la gestión empresarial el capital humano se refiere a los valores, actitudes, capacidades, habilidades, conocimiento y experiencias del personal que trabaja en la empresa, que detentan las personas, y cuyo catalizador son las competencias profesionales (técnicas y transversales) y fomenta el aprendizaje organizativo (Senge, 1990). En este entorno de cambio tecnológico, las industrias con un débil liderazgo transformacional tendrán dificultades para mantener y mejorar sus niveles de productividad operativa y logro de beneficios. Los líderes transformacionales buscan un equilibrio entre los logros económicos y la motivación de los miembros de la empresa, fomentando la actualización y reconfiguración de las competencias profesionales a la vez que generan un entorno de confianza y apoyo. Al mismo tiempo se encargan de mantener a los miembros motivados a pesar de la complejidad y el alto riesgo asociado con la Industria 4.0. Se requiere de planificación e inversión en formación y nuevas formas de aprendizaje (en alternancia, online, programas de especialización, etc.), en estrecha colaboración con el sistema de educación y formación profesional. Ello implica transformaciones en gran parte de las cualificaciones existentes para responder a la demanda de competencias profesionales (Lorenz, Rübmann, Strack, Lueth y Bolle, 2015). La formación de los empleados en competencias técnicas (integración de la tecnología de la información y de las operaciones, Internet de las cosas, inteligencia artificial, etc.) y las transversales (liderazgo, trabajo en equipos virtuales, etc.) es crucial bajo esquemas de aprendizaje a lo largo de la vida. Asimismo, la contratación de nuevos trabajadores implica que sus perfiles y competencias estén alineados con dichas necesidades empresariales.

Nuevas necesidades de capacitación 4.0

En el entorno 4.0 son de gran relevancia cuestiones organizativas y humanas para poder abordar las apuestas tecnológicas y de negocio, en particular aquellas que conciernen al diseño del trabajo, la seguridad de datos, las técnicas de programación, el análisis de datos, la resolución de problemas y el uso de sistemas de asistencia para la toma de decisiones, etc. (Spöttl, 2016). Algunas estimaciones apuntan que el 45% de las tareas podrían desaparecer como resultado de los procesos de automatización, substituidas por otras tareas más intensivas en conocimiento.

Cuadro 4. Cambio de roles en la Industria 4.0

Industria 3.0	Industria 4.0
Rol de servicio a la fabricación automatizada	Rol impulsor de la fabricación basada en datos
<ul style="list-style-type: none">• Tareas fáciles• Tareas repetitivas• Vigilar y llamar• Estandarización	<ul style="list-style-type: none">• Control de máquinas• Detección de errores• Toma de decisiones• Mantenimiento preventivo

Fuente: Traducción propia de BRICS (2016:33)

En este marco de transición van a convivir nuevas tareas con tareas tradicionales, lo cual tendrá efectos en términos de empleo, ya que ciertos puestos de trabajo desaparecerán o se transformarán en profundidad, con una previsible destrucción neta de empleo. En este sentido, el informe resultante del Foro Económico Mundial de Davos (2016) señala que el 65% de los estudiantes de primaria trabajarán en empleos que todavía no existen. Aunque ya se está detectando la necesidad de más profesionales formados en las disciplinas de informática,

matemáticas, etc., así como de nuevos roles tales como especialistas en inteligencia artificial y aprendizaje de máquinas, grandes especialistas en datos; especialistas en transformación digital, especialistas en nuevas tecnologías, especialistas en automatización de procesos, experiencia del usuario y “*human-machine*”, diseñadores de Interacción, especialistas en capacitación y desarrollo, especialistas en marketing digital y estrategia, etc. (World Economic Forum, 2018: 9).

Existen diferentes estimaciones (véase Tabla 6) sobre lo que se denomina “desempleo tecnológico”, que implica la eliminación de puestos de baja cualificación, así como cambios en el tipo de cualificaciones de los de los operarios más cualificados. Cada vez más, los operarios requieren mayor conocimiento sobre ingeniería, programación y capacidad de resolución de problemas, lo que supone nuevas competencias profesionales (*upskilling*) o actualizar las existentes (*reskilling*).

Tabla 6. Estimaciones de desempleo tecnológico

Organización	Estimaciones
Universidad de Oxford	47% de los trabajadores de Estados Unidos corren un alto riesgo de perder sus empleos por la automatización.
PricewaterhouseCooper	38% de los trabajos en Estados Unidos, 30% en Reino Unido, 21% en Japón y 35% en Alemania están en riesgo por la automatización.
ILO	56% de los trabajos están en riesgo de automatización en los próximos 20 años.
McKinsey	60% de todas las ocupaciones contarán, al menos, con un 30% de actividades automatizadas técnicamente.
OECD	9% de los trabajos corren un alto riesgo. Entre los trabajos con bajo riesgo de desaparecer destaca la transformación de los mismos, dado que entre 50 y 70% de sus tareas serán automatizadas.
Roland Berger	En Europa occidental: 8,3 millones de pérdida de empleo industrial, 10 millones de nuevos empleos creados en servicios para 2035.
Banco Mundial	2/3 de todos los trabajos en países en desarrollo son susceptibles de ser automatizados.
Bruegel	Unión Europea: entre 47% y 54% de los puestos están bajo riesgo de automatización.

Fuente: Traducción propia de Balliester y Elsheikh (2018: 11).

Todavía estamos lejos de un consenso en la literatura especializada, ya que algunos expertos afirman que los técnicos profesionales correrán riesgos al competir con personas con formación universitaria (sobre todo en tareas de planificación y análisis). Sin embargo, los trabajadores cualificados con una formación profesional en metal o tecnología electrónica, o centrada en software, tendrán más opciones en el desarrollo de otras tareas como la resolución de problemas, la puesta en marcha, mantenimiento y reparación. Todo ello siempre que estos profesionales hayan aprendido a “empezar a pensar desde el software” (Spöttl, 2016).

Esta tendencia se extrapola al caso español: aunque los datos son limitados, hay estimaciones (Berger, 2016; Blanco et al., 2017; etc.) que indican que prácticamente la mitad de los puestos existentes en la actualidad podrían desaparecer por ser automatizados. Los puestos más afectados son aquellos que abordan tareas más repetitivas

y con un menor desarrollo competencial (más recurrente en el ámbito industrial), mientras que sectores como la educación, salud, arte y servicios sociales se verían menos alterados. La transición hacia nuevas competencias está siendo lenta; en concreto, la mayoría de las empresas pioneras que están implantando las tecnologías 4.0 consideran que faltan perfiles adaptados a las nuevas necesidades tecnológicas, con las competencias apropiadas, tanto técnicas como transversales (Blanco et al. 2017; Blázquez, Masclans y Canals, 2019). Esta situación se refleja en el *Skill Index* (índice de competencias) de la Unión Europea (Cedefop, 2019), que plantea que hay un desajuste de un 33% de las capacidades y competencias profesionales en el contexto español. También los datos de Randstad Research (2018) son significativos en la medida que apuntan que el 55% de las empresas españolas tiene dificultades a la hora de encontrar candidatos, tanto entre los empleados altamente cualificados como entre los perfiles de Formación Profesional.

En cualquier caso, se requiere de una mayor concreción y de una mayor proyección temporal, más allá del corto plazo, con una visión de aprendizaje a lo largo de la vida (medio y largo plazo) y bajo un esquema triangular que sitúe a las personas en el centro (sistema de FP, empresas y mercado laboral). Este reto público-privado implica que el sector público construya marcos ágiles, de calidad alineados a las necesidades empresariales; y que el ámbito privado sea consciente de la importancia de su rol y como empresa formadora, al ser un factor estratégico para su competitividad.

Hacia nuevas competencias profesionales 4.0

Las definiciones y tipologías sobre competencias más extendidas (OCDE, WISE, ISFO, etc.) son de carácter macro, sin una propuesta normalizada sobre las circunscritas a la Industria 4.0. A raíz de estudios empíricos, autores como Ahrens y Spöttl plantean que los parámetros sobre los que se están configurando las demandas empresariales en referencia a las cualificaciones requeridas por los trabajadores son (Pfeiffer, 2015):

- La integración comprensiva de información y transparencia de la misma.
- La respuesta ante la automatización de los sistemas productivos.
- La autogestión y la toma de decisiones operativa.
- La comunicación digital y las funciones de gestión interactiva.
- La flexibilidad.

El Libro Blanco propuesto en el *Skills Global Summit* de 2016 relacionó las competencias profesionales para las industrias con cuatro pilares cognitivos y competenciales (cuadro 5), sobre los que se desarrollarán otras competencias más específicas:

Cuadro 5. Pilares cognitivos y competenciales para la Industria 4.0

1. Conocimiento de las TICs	2. Habilidad para trabajar con datos
<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento básico de las TICs. • Habilidad para usar e interactuar con ordenadores y máquinas inteligentes como robots, tablets y otros dispositivos. • Comprensión de la comunicación entre máquinas, seguridad de las TICs y protección de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para procesar y analizar datos e información obtenida de las máquinas. • Comprensión visual de datos resultantes y toma de decisiones. • Conocimiento estadístico básico.
3. Saber hacer técnico	4. Competencias personales
<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento genérico e interdisciplinar de tecnologías. • Conocimiento especializado sobre los procesos y actividades manufactureras <i>in situ</i>. • Saber hacer técnico sobre las máquinas destinadas al mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptabilidad y flexibilidad al cambio. • Capacidad de toma de decisiones. • Trabajo en equipo. • Habilidades comunicativas. • Cambio de mentalidad para el aprendizaje a lo largo de la vida.

Fuente: Adaptado de BRICS (2016)

Estos pilares integran de forma agregada diferentes competencias, tanto técnicas como transversales, sobre las que hay diferentes planteamientos (Fundación 1º de mayo, 2016). Si se aborda desde la perspectiva de la cualificación, las investigaciones científicas e informes multilaterales (Cedefop, CE, OCDE, WISE, etc.) coinciden en que el avance de la Industria 4.0 supondrá el empeoramiento de las oportunidades de empleo de los trabajadores semicualificados y no cualificados. Sin embargo, se dista de un consenso sobre los efectos específicos en los **puestos de trabajo**. El estudio exploratorio de Tecnun, realizado con más de veinte empresas vascas, apunta de forma exploratoria a que (Terres et al., 2017):

- La mayor transformación será en las actividades relacionadas con los puestos de supervisión, diseño y operativa. Otros aspectos que cambiarán serán la estructura organizativa empresarial, las relaciones interdepartamentales, etc.; afectando especialmente a los supervisores/cargos intermedios y operarios.
- En cuanto a las competencias técnicas discrimina entre las de los supervisores y las de los operarios. La competencia que más va a cambiar para ambos colectivos es la habilidad para interactuar con interfaces modernos. En el caso de los operarios va seguida por la mejora de los conocimientos en tecnologías de la información, seguridad y protección de datos. En el caso de los supervisores otras competencias técnicas cruciales son un mayor conocimiento sobre la organización y procesos y, por encima de todas ellas, la capacidad de análisis de datos.
- En cuanto a las competencias personales de los operarios indican una mayor relevancia del trabajo en equipo, la adaptabilidad ante el cambio, la confianza en nuevas tecnologías y la creatividad y emprendizaje. En el caso de los cargos intermedios, además de las anteriores, se incluyen otras como la nueva gestión y asignación de responsabilidades, una mayor toma de decisiones y liderazgo, así como de comunicación, capacidad de trabajar bajo presión y resiliencia personal.

Otro factor importante a la hora de abordar la transición de las empresas manufactureras a la Industria 4.0 es el **tamaño de las empresas**. Si bien el músculo inversor de las pymes es inferior al de las grandes, la mayor parte de ellas son proveedoras a distintos niveles dentro de las cadenas de valor y su interconexión con las

transformaciones de las empresas tractoras es directa y profunda. Desde una perspectiva más de automatización, destaca un estudio realizado con 330 pymes industriales (de entre 10 y 250 trabajadores) que proceden en su gran mayoría de sectores de actividad metalmeccánicos, y que analiza la presencia y el papel de los empleados con cualificación de Formación Profesional en pymes industriales vascas (Otero et al., 2018: 319). Como resultado principal destaca la mayor presencia y cualificación formal de los trabajadores con cualificaciones medias en empresas pequeñas, dentro del sector metalmeccánico y en sectores con menor intensidad tecnológica. Respecto a esta última, el hecho de que su nivel sea bajo no implica que no tenga una considerable capacidad innovadora, como fruto de procesos de innovación incrementales y organizativos. Los trabajadores con cualificaciones medias no solo tienen una gran presencia en estas pymes vascas, sino que están presentes en puestos diversos (como operarios, cargos intermedios y directivos) en sus distintas áreas productivas, principalmente en puestos intermedios. Por último, la investigación muestra que las empresas más innovadoras involucran más a estos trabajadores en el desarrollo de prácticas organizativas avanzadas, tales como el análisis de datos, los equipos de proyectos y los equipos de mejora. Asimismo, su contribución a la empresa es mejor valorada por la misma.

En suma, las empresas manufactureras españolas se ven abocadas a cualificarse y aprender de forma permanente para poder contar con un capital humano con competencias profesionales adecuadas a sus necesidades. Por un lado, los trabajadores con cualificaciones intermedias tendrán que sofisticar sus conocimientos, habilidades y competencias a los nuevos requerimientos e involucrarse en procesos de innovación. Por otro lado, el personal no cualificado desaparecerá o bien se cualificará (tanto reconociendo su conocimiento informal y experiencial, como formándose en nuevas competencias profesionales).

Aportación de valor a la empresa desde la FP

- Formación a lo largo de la vida, vehículo de cualificación de la Industria 4.0

Desde el sistema de FP, tanto del ámbito educativo como del empleo, se ofrece formación y capacitación a través de ciclos formativos, programas de especialización, programas de formación para empresas, que se acreditan a través de títulos (técnico y técnico superior) y certificados de profesionalidad. El hecho de que se convierta en un vehículo eficiente de cualificación para la Industria 4.0, requiere que desde el sistema de FP se elabore una propuesta de ciclos, cursos y contenidos alineada a las necesidades a medio y largo plazo de la Industria 4.0; así como que se reconozca el conocimiento informal y tácito no cualificado de forma ágil y con calidad. Si se alcanza una velocidad de crucero en el desarrollo y habilitación de nuevos ciclos y certificados asociados a los retos y tecnologías 4.0, las empresas podrían contar: por un lado, con un portafolio ágil y dinámico de oferta formativa clave para desarrollar sus competencias 4.0; y, por otro lado, podrían asegurar la calidad de sus procesos formativos tanto internos como externos en un marco transparente y normalizado. Esto supone retos para el sistema de FP en clave de innovación pedagógica y asimilación de nuevas tecnologías. Asimismo, las empresas manufactureras (de forma directa o través de asociaciones empresariales y/o clústeres) tienen como reto asumir su rol formador como función estratégica para su competitividad, articulándolo en sus planes de acción.

- Formación especializada, competencias técnicas

Con el fin de lograr economías de escala y una mayor conexión con el entorno productivo y empresarial, ciertos centros de FP apuestan por la especialización en sectores emergentes y/o en crecimiento. La mayor especialización se da en territorios más industriales (Cataluña, Navarra, País Vasco...) en sectores manufactureros como automoción, aeronáutica, etc., y genera capacidades aplicando tecnologías 4.0 para mejorar los procesos de fabricación, tales como:

- la optimización de los procesos de fabricación (simulación);
- la optimización energética (sistemas integrados, almacenamiento, etc.);
- el diseño de nuevos productos (fabricación aditiva, prototipado rápido, etc.);
- la incorporación de nuevos materiales en los procesos de fabricación (simulación, fabricación aditiva, etc.).

- Formación en nuevas formas de trabajar, competencias transversales

La Industria 4.0 requiere de nuevas formas de pensar y trabajar en entornos cada vez más colaborativos, virtuales y globales. Esto implica que las actitudes, valores y la cultura organizativa han de adecuarse a las transformaciones sociotécnicas. Por ello, las competencias transversales son cruciales para orientar, tanto a los trabajadores como a las organizaciones, respecto a la comprensión y aceptación de las nuevas interacciones con las máquinas. Del mismo modo son muy importantes para comenzar a pensar desde lo físico y virtual; para dialogar en clave de “softwarización” y sistemas complejos, para favorecer la autoorganización; la descentralización de las decisiones y la gestión; el trabajo en equipos virtuales, etc. También esta formación incrementa la motivación de las personas, porque ayuda a que éstas se integren y adapten a los requerimientos del entorno laboral, y a que se preparen para los recorridos de su carrera profesional, que estarán sujetos a múltiples cambios. Las competencias transversales sobre las que más se incide son la resolución de problemas y el trabajo en equipo, y a cierta distancia estaría el pensamiento crítico y la iniciativa emprendedora.

- Formación alineada a la realidad empresarial (en alternancia o dual)

Es importante señalar que el fomento de este tipo de formación, tanto en el ámbito de los jóvenes como de los adultos, refuerza procesos de aprendizaje ágiles, eficientes y apegados a las especificidades de las empresas en general. Si bien esto es relevante para todas las empresas, lo es más para aquellas que requieren de fuertes inversiones en instalaciones, maquinaria, instrumental, etc. Algo que sucede en la industria manufacturera, lo cual es difícil de replicar en un centro educativo de FP. De esta manera, la interacción entre el mundo educativo y formativo se está transformando, haciendo más difusa la separación entre ambos entornos. En este contexto, si bien la figura del aprendiz es de largo recorrido histórico, su rol adquiere un mayor valor en los momentos de fuertes cambios tecnológicos, dada la complejidad de los nuevos sistemas y tecnologías, y la necesidad de adaptarlos a las organizaciones. Esta circunstancia se da con mayor frecuencia en los procesos de marketing, diseño y fabricación por requerir un alto nivel de conocimiento, tanto explícito (instrucciones, protocolos, etc.) como tácito (saber hacer). La relación entre los aprendices y los tutores ayuda a que se aceleren los procesos de aprendizaje, especialmente, las maneras de hacer y las competencias transversales. En entornos manufactureros, el conocimiento tácito es en su mayor parte operacional y de coordinación operativa (cooperación entre trabajadores, funciones y unidades organizativas). Esto supone asumir el rol de empresa formadora e integrarlo dentro de su estructura organizativa y de gestión de personas. Si bien desde 2012 se cuenta con un marco normativo para el desarrollo de la Formación Profesional Dual, su implementación cuenta con recursos y avances muy desiguales a nivel territorial; y en términos generales, el avance es insuficiente. Ambos, el entorno educativo y empresarial, han de ser conscientes de su potencial y de la necesidad de invertir en una formación en alternancia flexible y adaptada a cada contexto. En la medida en que la industria manufacturera se reinvente y se configure como una empresa formadora, su desarrollo humano, tecnológico y empresarial se verá potenciado.

- Programas de especialización, altas cualificaciones tecnológicas

Las empresas manufactureras demandan cada vez con más frecuencia altas cualificaciones tecnológicas, y es por ello que se están poniendo en marcha programas de especialización dirigidos a las necesidades concretas de las empresas. Normalmente, las empresas demandantes son empresas grandes que tienen un mayor músculo para integrar estudiantes de FP en alternancia en sus plantas de forma simultánea, aunque también hay pymes que participan con otros formatos colaborativos. En este sentido, dichos programas implican nuevas formas de aprender que, por un lado, alternan espacios de aprendizaje distintos (centros de FP y empresas) y esquemas de coformación (modalidad dual y/o en alternancia); y, por otro lado, nuevas metodologías (colaborativas, participativas y orientadas a retos). Por lo general, al principio se crean equipos multidisciplinares (con profesionales de la empresa y profesores del centro de FP) que, en función de las necesidades productivas de las empresas, diseñan proyectos reales que persiguen resultados concretos (proyectos bajo retos). Estos programas suelen funcionar normalmente bajo esquemas de FP Dual y/o en alternancia. Uno de los pioneros en habilitar este tipo iniciativas ha sido el Gobierno Vasco en 2016 (Decreto 14/2016 de 2 de febrero de 2016), facilitando la puesta en marcha de programas de especialización dirigidos de forma ágil, y siempre como fruto de la demanda de las empresas, bajo esquemas de coparticipación y corresponsabilidad.

Tabla 7. La aportación de valor de los centros de FP al capital humano empresarial

Capital	Rol de los centros de FP	Aportación de valor	Mecanismos
Humano	Proveedores competencias profesionales.	La provisión de jóvenes con cualificaciones técnicas de nivel intermedio y alto, demandadas por los sectores estratégicos y empresas.	Ciclos formativos ágiles y ajustados (FP Básica, Grado Medio y Grado Superior). Programas de especialización. Formación en alternancia/dual. Aprendices.
	Facilitador del aprendizaje profesional a lo largo de la vida.	Cualificación y recualificación de la población activa ante el gran avance tecnológico.	Formación a la carta. Certificados de profesionalidad. Catálogo modular.
	Información actualizada y asesoramiento competencial.	Antena	Información de interés
		Asesoramiento.	Mapas/Planes competenciales y de cualificación.

Fuente: Elaboración propia

4.2. El sistema de FP como proveedor y facilitador del capital estructural

El capital estructural engloba los procesos y sistemas productivos, los sistemas de información y comunicación, las tecnologías e innovación, la marca, las patentes, los procesos de dirección y gestión, las rutinas, la cultura organizativa, etc. La articulación de los procesos de aprendizaje e innovación serán claves para la capacidad de asimilación y adaptación tecnológica, tanto a nivel humano como organizativo; también para generar nuevos productos y servicios, e incluso modelos de negocio. La Industria 4.0 engloba la innovación tanto en productos como en procesos a través de fábricas inteligentes, totalmente integradas en redes de trabajo (a lo largo de

la cadena de valor) que propician nuevas formas de colaboración e infraestructuras sociales. En este marco, procesos como el de diseño adquieren un mayor protagonismo, por la influencia de las modernas tecnologías de procesos y las redes de socios virtuales.

Reto empresarial: capacidad de absorción y adaptación tecnológica

El desafío de la transferencia tecnológica radica en reducir los tiempos entre el despliegue de una nueva tecnología y su implantación en las empresas de sectores industriales o de servicios. La rápida absorción de estas tecnologías por parte de las empresas, sectores y territorios brinda ventajas de posicionamiento competitivo, de forma que en los entornos actuales de Industria 4.0 esta pronta adaptación es crucial. Por ello, en Europa tanto la Comisión Europea como los Estados miembros están promoviendo que se refuercen los sistemas de innovación nacionales y regionales para dar una mejor respuesta a los retos 4.0., fomentando estrategias regionales de especialización inteligente (también denominado RIS3). Las oportunidades y retos de la Industria 4.0 se han explicado de forma profusa en el apartado sobre la cuarta revolución industrial. De forma sintética, se indica que el avance español en la conversión a una Industria 4.0 está siendo tímido, lento y desigual; y que donde más se está avanzando es en los desarrollos tecnológicos y organizativos para lograr una mayor optimización de los procesos productivos. Sin embargo, las oportunidades son de mayor alcance, así como los retos empresariales para poder aprovecharlos. Ello implica ir conociendo la utilidad de las tecnologías 4.0, sus aplicaciones e implicaciones organizativas, las opciones existentes en el mercado, los riesgos y viabilidad de las mismas en función de la cadena de valor, el esfuerzo inversor necesario y, sobre todo, los beneficios económicos que aportarán a corto, medio y largo plazo para las empresas.

En este escenario de absorción y adaptación tecnológica, la relación de las empresas con el entorno de educación y Formación Profesional, bajo esquemas de provisión de servicios técnicos y/o maquinaria e instalaciones, abrirá nuevos escenarios de transferencia tecnológica y de ciclos cortos de asimilación de nuevas tecnologías y pilotajes de nuevos productos y/o servicios (especialmente, para las microempresas y pymes) (Toner y Woolley, 2016). Tradicionalmente, el sistema de Formación Profesional ha estado orientado a la provisión de formación y cualificación, pero las prácticas más avanzadas muestran la gran repercusión del sistema de FP en otras funciones. En este sentido destaca la difusión de tecnologías a través de actividades dirigidas a su transferencia e innovación (sobre todo, innovación no basada en I+D). El elemento catalizador de estas funciones es la figura del centro de Formación Profesional, en especial aquel que puede ser capaz de hibridar el mundo educativo-formativo y el laboral, como es el caso del Centro Integrado de FP (CIFP).

La FP como facilitador en la reducción de la brecha tecnológica

La literatura científica muestra que los centros de FP están más orientados a la difusión de la tecnología que las universidades (Toner, 2011). Además, cuentan con un enfoque más práctico e incremental de la innovación (aprender haciendo, usando e interactuando -DUI-), normalmente más allá de las actividades de I+D. Esta potencia en difusión tecnológica está muy relacionada con dos dimensiones: la territorial y la empresarial. Por un lado, los centros de FP trabajan en niveles territoriales locales o comarcales, por lo que están mucho más próximos a las empresas que las universidades (Rosenfeld, 1998). Por otro lado, los centros de FP poseen una mayor capilaridad en su relación con las empresas, ya que trabajan sobre todo con micro, pequeñas y medianas empresas (Albizu et al., 2017). Sin embargo, los centros de FP, así como el sistema de Formación Profesional, no suelen ser considerados como agentes de innovación ni estar incluidos de forma explícita (con roles, instrumentos y recursos) en los sistemas de innovación nacionales o regionales. A pesar de ello, se conciben cada vez más como un tipo de agente de innovación regional, ya que distintas experiencias regionales (Porto y Doloreux, 2018) demuestran su capacidad para desarrollar una fuerte

interacción con las microempresas y las pymes para apoyar la innovación aplicada. De esta forma, se convierten en un catalizador de la transferencia tecnológica para los sistemas regionales de innovación (Lam y Lundvall, 2006). Desde ese enfoque evolucionista, el concepto de innovación se basa en diferentes tipos de bases de conocimiento. El primero es el modo “CTI” (ciencia, tecnología e innovación), basado en el conocimiento analítico y en la investigación científica y tecnológica (enfoque desde la ciencia y orientado desde la oferta). El segundo modo de innovar es el “HUI” (innovar haciendo, usando o interactuando), más conocido como “DUI” (*doing, using and interacting*), basado en el conocimiento orientado a la acción. La modalidad DUI se ha centrado más en las innovaciones de productos y procesos, como fruto de la absorción e implementación tecnológica y una cultura de innovación y participación, enfatizando el aprendizaje y desarrollo de competencias y las innovaciones organizacionales. A pesar de que el modo DUI está muy interconectado con el aprendizaje y la actualización de habilidades y competencias profesionales, y de su potencialidad para promover transferencia tecnológica hacia microempresas y pymes, las empresas no suelen concebir a los centros de FP como aliados en sus procesos de innovación aplicada.

Aportación de valor a la empresa desde la FP

- Servicios técnicos y de apoyo por áreas de especialización

La figura de los centros integrados de Formación Profesional

El reto de la transferencia tecnológica es doble, dado que implica conocimientos tecnológicos (en su uso y mejora) y organizativos y de gestión; por lo que los propios centros de FP tienen como reto reducir su brecha tecnológica.

En el contexto español el avance en la provisión de servicios técnicos por parte de los centros de FP es emergente y desigual y, en términos generales, sin priorizar ni sistematizar (roles, marcos, incentivos, recursos, instrumentos, etc.). Uno de los ejemplos más avanzados es el V Plan Vasco de Formación Profesional (2019-2021), que está orientado a la cuarta revolución industrial y concede un papel prioritario a los centros integrados de FP, marcándose como reto prioritario la especialización de los centros por tecnologías y sectores para buscar economías de escala tanto en la formación a jóvenes como adultos, así como para contar con laboratorios de ensayo, maquinaria e instalaciones de primer nivel (Gobierno Vasco, 2019: 4). Por un lado, se ha diseñado y sistematizado el desarrollo de procesos de innovación en los propios centros, que incluye actividades como la vigilancia tecnológica, configurar alternativas de equipamiento y material didáctico, transferir el conocimiento e implantar los equipos (a poder ser de forma compartida entre centros). Todo ello se realiza desde los centros de FP y en coordinación con Tknika (Centro de Investigación e Innovación Aplicada de la FP del País Vasco), y, en ocasiones, con el apoyo de profesionales de la empresa. El proceso innovador se ha articulado en proyectos sobre (Mujika e Intxausti, 2018):

- Mantenimiento predictivo y herramientas
- Monitorización de la máquina herramienta
- Internet de las cosas con distintas aplicaciones

Por otro lado, los centros de FP tienden a especializarse en consonancia con las áreas de especialización inteligente de lo local, comarcal y/o regional; integrándose como parte del ecosistema de innovación y bajo la influencia de las políticas industriales y de competitividad. Las áreas de especialización de los centros de FP son (Tknika, 2018):

- Entornos virtuales
- Materiales compósitos
- *Smart grids*

- Aplicaciones de drones
- Fabricación aditiva metálica y Laboratorio 3D
- *Automotive technologies*
- *Offshore*
- *Internet of machines*
- Taller 4.0
- Internet industrial “ciberseguridad”.

Centros de apoyo a la innovación de la FP

Todo ello es apoyado por la figura del centro de investigación e innovación tecnológica de la FP (el ejemplo más destacado es Tknika), cuyas actividades están orientadas a dos colectivos, a los profesores de los centros de FP y a las empresas, como un apoyo en el desarrollo de:

- Vigilancia tecnológica que fomente una inteligencia colectiva y colaborativa (proyectos de *Big Data*).
- Comunidades de prácticas por tecnologías 4.0.
- Transferencia tecnológica a micro y pymes (apoyo en la identificación de nuevas tecnologías, compra e implantación).
- Experimentación de nuevas metodologías (gamificación, scrum, etc.).
- Uso de laboratorios de centros (laboratorios extendidos), apoyando el desarrollo de ensayos y/o pilotajes.
- Nuevos esquemas de exploración colaborativa (proyectos de innovación).

También existe la figura de centros de referencia nacionales, pero su campo de actuación es distinto de los servicios técnicos a empresas, orientándose más a ser antena de tendencias para algunos sectores. Son centros públicos que realizan acciones de innovación y experimentación con los centros de FP, con el objetivo de especializarse en diferentes sectores productivos a través de las familias profesionales. Su desarrollo es desigual, el impacto mejorable y desde la Unión Europea se pretende reactivar este tipo de centros como centros de excelencia, con una mayor dotación y capacidad de actuación (*European Commission, 2018*).

Proyectos de aprendizaje colaborativo por retos

En conexión con el punto anterior, se están desarrollando e implantando nuevas metodologías para la formación y capacitación, fundamentadas en que los procesos de aprendizaje deben enraizarse en contextos reales y con retos orientados a logros explícitos (Barkley, Cross y Howell, 2007). De esta forma, el proyecto asume un reto real, y el centro de FP aborda dicho reto a través de un equipo mixto (profesores, tutores y estudiantes) que, con metodologías colaborativas, trabajan para darle respuesta. Este esquema de aprendizaje conlleva, de forma progresiva, que la diferenciación entre el centro de formación o aula y la empresa sea más difusa. El interés de este tipo de proyectos es que se consigue un resultado triple: primero, se responde a una necesidad empresarial; segundo, se fomenta el desarrollo de competencias técnicas y transversales (personales, digitales, de creatividad, de trabajo en equipo, iniciativa emprendedora, etc.) en los estudiantes y/o aprendices; y tercero, se mejora la relación y confianza entre los centros y empresas propiciando un caldo de cultivo para la colaboración y el aprendizaje mutuo. Los resultados de estas nuevas metodologías de aprendizaje e innovación entre los centros

de FP y las empresas tienen valoraciones muy positivas sobre los resultados (Astigarraga, Agirre y Carrera, 2017), aunque requieren de una mayor participación empresarial, despliegue y sistematización.

En el contexto español, y en concreto, en el sector manufacturero, el reto actual se centra en una apuesta de especialización sistémica, y en el trabajo de la especialización a través de redes de centros, por nichos e incluso por tecnologías específicas, que así permita dar respuestas a los desafíos de los entornos industriales 4.0. Todo ello siempre buscando equilibrios de inclusión social y territorial. Si bien esta tendencia se está dando en algunas comunidades autónomas, no está normalizada o consolidada a nivel estatal.

Tabla 8. La aportación de valor de los centros de FP al capital estructural empresa

Capital	Rol de los centros de FP	Aportación de valor	Mecanismos
Estructural	Proveedor de servicios técnicos	Servicio de asesoramiento y/o apoyo técnico	Vigilancia tecnológica 4.0
			Asesoramiento y apoyo en implantación tecnológica
	Acceso a infraestructuras	Centros con tecnologías especializadas	Comunidades de prácticas por tecnologías 4.0
			Infraestructuras compartidas
	Apoyo a la innovación	Servicios de pruebas y ensayos	Laboratorio extendido
			Apoyo en ensayos y pilotajes
Nuevos esquemas de exploración colaborativa	Proyectos de innovación por retos	Experimentación en nuevas metodologías	

Fuente: Elaboración propia

4.3. La FP como conector y potenciador del capital relacional y social de las empresas

El capital relacional se refiere al conjunto de relaciones (contractuales, alianzas estratégicas, etc.) de la empresa tanto con su cadena de valor (sus clientes, proveedores, canales de distribución, otras empresas) como con el sistema institucional, económico, de innovación... y la comunidad en general (capital social). Se vincula a las cadenas de valor, satisfacción del cliente, la reputación social, la interacción con el entorno, etc.. En el marco de la Industria 4.0 las cadenas de valor virtuales transforman a las organizaciones en entidades estratégicas, colaborativas y orientadas al valor, en las que las actividades no esenciales son realizadas por socios seleccionados con mucho cuidado. A la hora de elegir estos socios, es de suma importancia seleccionar aquellos que tengan sistemas de valores iguales o similares a los de su propia organización para asegurar la sinergia en la cultura y las formas de trabajar (Basco et al., 2018). La Industria 4.0 se caracteriza por una creciente digitalización e interconexión de las cadenas de valor, los productos y los modelos de negocio, por lo que la figura de los colaboradores o socios es clave. Con la ayuda de socios, las organizaciones están cocreando cadenas de valor y de suministro interorganizaciones innovadoras que operan en un ecosistema de colaboración empresarial local, regional e internacional. La competitividad se gana mediante la realización colaborativa de actividades estratégicas de manera más eficaz y eficiente. En este sentido, el hecho de que el sistema de Formación Profesional se incorpore en el ecosistema empresarial en sus diversas funciones, puede ser de gran apoyo.

La aportación de valor a la empresa desde la FP

- *Ser un espacio de encuentro para la cooperación empresarial*
 - Para clústeres y/o asociaciones empresariales que, por temas de cercanía y especialización sectorial, se apoyen en los centros de FP para fomentar sus relaciones y colaboraciones en un sector/subsector o a lo largo de la cadena de valor.
 - Para las empresas que puedan tener necesidades comunes en entornos de proximidad a pesar de ser de sectores diferentes.
- *Fomentar el desarrollo local*

En municipios y/o comarcas que están en entornos menos poblados o bien con una escasa articulación socioeconómica, donde el centro de FP se puede convertir en un catalizador de iniciativas de desarrollo.

- *Mejorar la comunicación e imagen*

La relación estrecha con los centros de FP a través de mecanismos de colaboración, en especial de Responsabilidad Social Empresarial, ayuda a darse a conocer, conectar, comunicarse y colaborar con el entorno inmediato.

Tabla 9. La aportación de valor de los centros de FP al capital relacional y social empresarial

Capital	Rol de los centros de FP	Aportación de valor	Mecanismos
Relacional y social	Conexión y colaboración	Espacio de encuentro	Networking
		Espacio de colaboración	Marco para proyectos
		Mini antena local	Info
	Ventana a la comunidad	Cauce de comunicación y mejora de imagen	Responsabilidad Social Empresarial

Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones

5.1. La industria española afronta profundos retos en un momento clave, puesto que se ahonda la brecha histórica de su peso en la economía respecto al resto de los Estados miembros de la Unión Europea.

A finales del año próximo se comprobará el avance de la Unión Europea en su objetivo de reforzar la industria para que suponga el 20% de su PIB. Ésta es una de las metas a alcanzar en el marco de su estrategia de crecimiento de cara a 2020. En términos generales se está cumpliendo dicho objetivo, dado que el Valor Añadido Bruto (VAB) de la industria manufacturera europea respecto al total de la economía ha ido remontando hasta el 20,1% en 2018. Sin embargo, el caso español todavía está lejos, ya que se sitúa más de seis puntos por debajo de la media europea, lo cual supone un gran reto.

5.2. La cuarta revolución industrial está en marcha y es estratégica para el futuro de la industria europea y española.

- Una de las estrategias para fortalecer la industria europea se basa en la digitalización productiva y empresarial, con un destacado enfoque en la incorporación de tecnologías avanzadas (también denominadas 4.0). Estas tecnologías son un vehículo importante de mejora de la productividad y competitividad de las empresas. Por lo que una de las claves para reforzar la industria española es apostar por una transformación hacia la Industria 4.0.
- Esta revolución se fundamenta en el desarrollo de la Industria 4.0, que según la Unión Europea se refiere a la organización de los procesos de producción basados en la tecnología y a los dispositivos que se comunican entre sí de forma autónoma a lo largo de la cadena de valor. La Industria 4.0 es entendida como un modelo de fábrica 'inteligente' del futuro, donde los sistemas digitales monitorean los procesos físicos, generando una copia virtual del mundo físico y tomando decisiones descentralizadas en tiempo real bajo mecanismos de autogestión.
- Existe un consenso europeo sobre el carácter estratégico de la Industria 4.0 en clave de competitividad y sostenibilidad, e implica una estrategia dual:
 - ofertando tecnologías 4.0 y servicios asociados (proveedores 4.0); y
 - fabricando bajo parámetros 4.0 productos que puedan venderse más fácilmente gracias al aumento de la productividad y de la competitividad (demandantes 4.0).
- Una de las estrategias para fortalecer la industria europea se basa en la digitalización productiva y empresarial, con un destacado enfoque en la incorporación de tecnologías avanzadas (también denominadas 4.0). Estas tecnologías son un vehículo importante de mejora de la productividad y competitividad de las empresas. Por lo que una de las claves para reforzar la industria española es apostar por una transformación hacia la Industria 4.0.

5.3. La Industria 4.0 va más allá de lo tecnológico, y requiere de una profunda respuesta transformacional de la empresa.

- Supone una intensa transformación de la industria, que vaya más allá de las innovaciones tecnológicas, implicando innovaciones organizativas, de modelo negocio y gobernanza de las cadenas de valor y mercados.
- A nivel español el avance de la Industria 4.0 es tímido y vacilante, y suele estar orientado a la optimización de los procesos. En términos generales, las empresas que más avanzan en el uso de tecnologías 4.0 son aquellas de mayor tamaño y con procesos de generación de valor más sofisticados en cuanto a su I+D, capital humano y digitalización, obteniendo mejores resultados empresariales en clave de productividad y rentabilidad. Desde una perspectiva global, se observa que en los cuadros directivos de las industrias manufactureras se adolece de confianza para aprovechar las oportunidades 4.0.

5.4. La transición 4.0 implica apuestas y retos empresariales de carácter estratégico, cuyo logro dependerá de la capacidad de adaptación de sus capitales, capacidades y activos para aprender e innovar, y la FP puede aportar un gran valor en este sentido.

- En este marco de toma de decisiones y desarrollo de apuestas estratégicas, a la hora de posicionarse se identifican tres factores claves:
 - La agilidad y velocidad de reconfigurar las competencias profesionales tanto técnicas como transversales (capital humano).

- La capacidad de adaptarse tecnológica, bien por absorción o desarrollo tecnológico, y organizativamente, procesos, unidades, etc. (capital estructural).
- La capacidad de aprovechar las oportunidades en la interacción con la cadena de valor y nuestro entorno (capital relacional y social).
- Todo ello ha de redundar en resultados en favor de la productividad, innovación y calidad. El eje “competencias profesionales - innovación aplicada”, pasando por la transferencia cognitiva y tecnológica, se erige como un nuevo bastión para absorber con rapidez nuevas tecnologías e implantarlas de forma apropiada en los procesos productivos y estructura organizativa.
- El sistema de FP puede ayudar a crecer y fortalecer las capacidades clave de las empresas (sobre todo, de las micro y pequeñas empresas) desde una perspectiva multifuncional; es decir, tanto formando y capacitando a los empleados presentes y futuros, como aumentando su capacidad de asimilación de nuevas tecnologías, facilitando el uso compartido de recursos productivos y tecnológicos (maquinaria, sistemas de simulación, laboratorios, etc.) y apoyando en parte los nuevos desarrollos (componente, productos, servicios...). Además, puede ser un catalizador de relaciones dentro de la cadena de valor y un catalizador de recursos del sistema de innovación y local.
- La transformación 4.0 debería apoyarse de múltiples maneras en un sistema integral de FP multifuncional y consolidado, como parte del sistema de innovación. Si bien se requiere de mayor investigación al respecto, las buenas prácticas apuntan a que los beneficios pueden redundar en mayor productividad, innovación, calidad, compromiso y motivación. La interacción de las empresas manufactureras con el sistema de FP se extiende dentro de las organizaciones empresariales, involucrando a departamentos o unidades organizativas relacionadas con personas (selección, contratación, formación, puestos de trabajo, etc.), procesos y producción (compras, producción, I+D+i, sistemas y tecnologías, etc.), la cadena de valor (proveedores, clientes, etc.) y el entorno social (relaciones institucionales, reputación, responsabilidad social empresarial-RSE, etc.).

5.5. El sistema de FP es esencial para la Industria 4.0 en su rol de proveedor y capacitador del capital humano de las empresas, desde un enfoque de aprendizaje. La FP es clave para formar tanto a los nuevos trabajadores como a los actuales para que sus competencias a lo largo de la vida sean las apropiadas ahora y en el futuro.

- Desde el enfoque de la gestión empresarial el capital humano se refiere a los valores, actitudes, capacidades, habilidades, conocimiento y experiencias del personal que trabaja en la empresa, que detentan las personas, y cuyo catalizador son las competencias profesionales (técnicas y transversales). En este entorno de cambio tecnológico, las industrias con un débil liderazgo transformacional tendrán dificultades para mantener y mejorar sus niveles de productividad operativa y logro de beneficios.
- La formación de los empleados en competencias técnicas (integración de las tecnologías de la información y de las operaciones, Internet de las cosas, inteligencia artificial, etc.) y las transversales (liderazgo, trabajo en equipos virtuales, etc.) es crucial bajo esquemas de aprendizaje a lo largo de la vida. Asimismo, la contratación de nuevos trabajadores implica que sus perfiles y competencias estén alineados a dichas necesidades empresariales.
- En el caso español el incremento del nivel competencial de los trabajadores para abordar la digitalización y globalización implica la transición hacia un modelo educativo y formativo de aprendizaje a lo largo de la vida (importancia de la trazabilidad), nuevas formas de trabajar y aprender, nuevos roles de las empresas tanto en la formación (como estrategia de competitividad) como en el uso más eficiente de las competencias en el trabajo.

- En este sentido, por un lado, los trabajadores con cualificaciones intermedias tendrán que sofisticar sus conocimientos, habilidades y competencias ante los nuevos requerimientos e involucrarse de forma progresiva en procesos de innovación; y por el otro, el personal no cualificado tenderá a desaparecer o bien se cualificará (tanto reconociendo su conocimiento informal y experiencial, como formándose en nuevas competencias profesionales).

5.6. El sistema de FP tiene la capacidad de acelerar los procesos de innovación aplicada en las microempresas y pymes, al apoyarles en sus procesos de absorción tecnológica y de gestión avanzada. Es un reto profundo que requiere de una visión de conjunto de especialización, encuadrándose dentro del sistema de innovación.

- El capital estructural engloba los procesos y sistemas productivos, los sistemas de información y comunicación, las tecnologías e innovación, la marca, las patentes, los procesos de dirección y gestión, las rutinas, la cultura organizativa, etc. La articulación de los procesos de aprendizaje e innovación serán claves para la capacidad de asimilación y adaptación tecnológica, tanto a nivel humano como organizativo, y la capacidad de generar nuevos productos y servicios, e incluso modelos de negocio.
- La rápida absorción de las tecnologías 4.0 por parte de las empresas, sectores y territorios brinda ventajas de posicionamiento competitivo; la celeridad en la adaptación a los cambios es decisiva. Por ello es importante que las empresas conozcan la utilidad de las tecnologías 4.0, sus aplicaciones, implicaciones organizativas, opciones existentes en el mercado, los riesgos y viabilidad de las mismas, así como su aplicación en sus organizaciones y modelos de negocio, etc.
- Es relevante que, en el imaginario de los directivos y de las empresas en general, se asuma el rol de la FP como facilitador en la reducción de la brecha tecnológica. Las prácticas más avanzadas muestran el gran alcance del sistema de FP en funciones de difusión y transferencia tecnológica e innovación aplicada.
- El elemento catalizador de estas funciones es la figura del centro de formación profesional, de forma primordial aquel que es capaz de integrar el mundo educativo-formativo y el laboral. De esta manera, la figura del centro de FP potencia un nuevo rol de apoyo y aliado en los procesos de innovación empresariales.
- La especialización de los centros de FP y el logro de economías de escala son críticos para que el sistema de FP se convierta en un proveedor de calidad en el contexto español. El reto actual es que la apuesta de especialización sea sistémica, a través de redes de centros, por nichos e incluso por tecnologías específicas, y que así permita dar respuestas a los desafíos de los entornos industriales 4.0. Todo ello buscando siempre equilibrios de inclusión social y territorial.

5.7. El sistema de FP ha de ser entendido como una red de centros de gran capilaridad territorial y capacidad relacional de los agentes socioeconómicos locales. Su carácter conector entre empresas y agentes sociales ofrece un terreno de juego importante en general, pero sobre todo en las zonas más despobladas y en sectores con cadenas de valor más tradicionales.

- El capital relacional se refiere al conjunto de relaciones (contractuales, alianzas estratégicas, etc.) de la empresa tanto con su cadena de valor (sus clientes, proveedores, canales de distribución, otras empresas) como con el sistema institucional, económico, de innovación, etc. y la comunidad (capital social).
- En la economía de la cuarta revolución industrial, la competitividad de una organización ya no depende únicamente de la optimización de sus propios recursos, sino de la capacidad innovadora de toda la cadena de

valor interorganizacional y de los conocimientos, las tecnologías, los productos, los servicios y los sistemas de apoyo de los socios, así como del entorno demográfico, tecnológico, cultura y social, en general. Su conexión colaborativa con las cadenas de valor y con su entorno social le aportará un valor diferencial.

5.8. Los beneficios que aporta el sistema de FP a las empresas industriales 4.0 parten de una concepción integral y avanzada de la FP, y su consecución supone un esfuerzo privado y público.

- La concepción tradicional de la FP se circunscribe, por encima de todo, al fomento de las capacidades, competencias y habilidades de la fuerza de trabajo presente y futura a través de la educación y formación profesional, tanto para los jóvenes como para los adultos. Si bien esta comprensión de la FP es necesaria y clave para avanzar, resulta una concepción parcial respecto al potencial del sistema de FP que, además de formar y fomentar el aprendizaje, puede convertirse en un catalizador de innovación para las micro y pequeñas empresas.
- El mismo sistema de FP requiere recortar su propia brecha tecnológica a través de la asimilación de nuevas tecnologías y metodologías de aprendizaje, por lo que sería conveniente que se le viera como sujeto y objeto de innovación dentro del sistema de innovación estatal.
- Todo ello requiere de esfuerzo de lo privado (en términos estratégicos, de planificación, inversión, etc.) y de lo público (regulación, políticas, recursos y financiación, etc.) para que se pueda desarrollar con éxito.

5.9. Las empresas necesitan más datos, evidencias y herramientas.

Se necesita contar con información cualificada para lograr el máximo provecho del sistema de FP, por lo que se requiere de más investigación científica (sobre todo, empírica y orientada a la acción) para poder ver el avance en la interacción entre las empresas manufactureras (de forma individual o por cadenas de valor o clústeres) y el sistema de FP, y el valor mutuo creado en clave de Industria 4.0.

5.10. El futuro de la Industria 4.0 pasa por el sistema de FP.

En el contexto español se necesita reflexionar sobre cómo abordar los retos de la Industria 4.0 desde un sistema de Formación Profesional integral y multifuncional. Para ello, sería conveniente fomentar un proceso de reflexión, concertación y proposición para ver qué factores son claves para esta transformación, para identificar las palancas de transformación y, por último, para marcar una hoja de ruta participativa y global para su consecución. El reto es de gran alcance, pero se cuenta con muchos mimbres, conocimiento y energía para poder conseguirlo.

Referencias bibliográficas

- Albizu, E., Olazarán, M., Lavía, C. y Otero, B. (2017). Making visible the role of vocational education and training in firm innovation: evidence from Spanish SMEs. *European Planning Studies*, 25(11), 2057-2075.
- Albizu, E., Olazarán, M., Lavía, C. y Otero, B. (2011). Relationship between vocational training centres and industrial SMEs in the Basque Country: A regional innovation system approach. *Intangible Capital*, 7(2), 329-355.
- Aneas, A. (noviembre, 2003). *Competencias profesionales. Análisis conceptual y aplicación profesional*. Trabajo presentado en el Seminari Permanent d'Orientació Professional, Universidad de Barcelona, Barcelona. Recuperado de <http://www.edu.xunta.gal/centros/cfrcoruna/system/files/Asumpta+Aneas.pdf>
- Astigarraga, E., Agirre, A., Carrera, X. (2017). Innovación y cambio en la Formación Profesional del País Vasco. El modelo Ethazi. *Revista Iberoamericana de Educación*, 74, 55-82.
- Balliester, T. y Elsheikh, A. (2018). The future of work: A literature review. *Research Department Working Paper*, 29. International Labour Office.
- Barkley, E. F., Cross, K. P. y Howell, C. (2007). *Técnicas de aprendizaje colaborativo*. Madrid: Secretaría General Técnica del MEC, Ediciones Morata.
- Barney, J.B. (1991). Firm resources and sustained competitive Advantage. *Journal of Management*, 17, 99-120.
- Basco, A. I.; Beliz, G.; Coatz, D., Garneró, P. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el Futuro*, Buenos Aires: BID. Recuperado de <https://publications.iadb.org/es/industria-40-fabricando-el-futuro>
- Billett, S. (2011). *Vocational education: purposes, traditions and prospects*. Dordrecht: Springer.
- Blanco, R., Fondodrona, J., Poveda, C. (2017). La industria 4.0: El estado de la cuestión. *Economía industrial*, 406, 151-164.
- Blázquez, M.L., Masclans, R. y Canals, J. (2019). *El futuro del empleo y las competencias profesionales del futuro: la perspectiva de las empresas*. Barcelona: IESE. Recuperado de <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0490.pdf>
- BRICS (2016). Skill development for Industry 4.0. *White Paper*. India: BRICS Business Council. Recuperado de <http://www.globalskillsummit.com/whitepaper-summary.pdf>

- Brodzic, Z. y Adler, P.S. (2018). The Evolution of Management Models: A Neo-Schumpeterian Theory. *Administrative Science Quarterly*, 63(1), pp. 85-129.
- Brunet, I. y Moral, D. (2017). *Origen, contexto, evolución y futuro de la Formación Profesional*. Tarragona: Universitat Rovira i Virgili.
- Bueno, E. (1998). El capital intangible como clave estratégica en la competencia actual. *Boletín de Estudios Económicos* 53 (164) 207-229.
- CBI (24/11/2018). *Industry 4.0 in Europe*. London: Ministry of Foreign Affairs. Recuperado de <https://www.cbi.eu/node/2666/pdf/>
- Cedefop (10 de enero de 2019). *Skills panorama*. Recuperado de <https://skillspanorama.cedefop.europa.eu/en/indicators/european-skills-index>
- Cedefop (2011a). *A pesar de sus numerosos beneficios, la formación profesional carece de reconocimiento*. Nota Informativa- 9061 ES. Salónica: Cedefop. Recuperado de https://www.cedefop.europa.eu/files/9066_es.pdf
- Cedefop (2011b). *The benefits of vocational education and training*. Research paper 10. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Recuperado de https://www.cedefop.europa.eu/files/5510_en.pdf
- Cedefop (2011c). *The anatomy of the wider benefits of VET in the workplace*. Research paper, 12. Luxembourg: Publication Office of the European Union. Recuperado de https://www.cedefop.europa.eu/files/5512_en.pdf
- Cedefop (2011d). *The economic benefits of VET for individuals*. Research paper, 11. Luxembourg: Publication Office of the European Union. Recuperado de https://www.cedefop.europa.eu/files/5511_en.pdf
- Cedefop (2011e). *Vet for the common good. The macro social benefits of VET*. Research paper, nº 13. Luxembourg: Publication Office of the European Union.
- Choi, A., Calero, J. (2013). Determinantes del riesgo de fracaso escolar en España en Pisa-2009 y propuestas de reforma. *Revista de Educación*, 362, 562-593.
- Comisión Europea (2016). *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones relativa a Una Nueva Agenda de Capacidades para Europa, Trabajar juntos para reforzar el capital humano, la empleabilidad y la competitividad*. COM(2016) 381 final, Bruselas. Recuperado de <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/ES/1-2016-381-ES-F1-1.PDF>
- Consejo Europeo (2018). *Recomendación del Consejo de 22 de mayo de 2018 relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente*. SWD(2018) 14 final, Bruselas. Recuperado de [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=ES](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=ES)
- Decreto 14/2016, de 2 de febrero, de modificación del Decreto por el que se establece la ordenación general de la Formación Profesional del Sistema Educativo. BOPV, n. 27, de 10 de febrero de 2016, pág. 1-18. Recuperado de: <http://www.euskadi.eus/bopv2/datos/2016/02/1600577a.pdf>
- Del Castillo, M., Guillem, R., Moso, M. (2018). *La situación de la Formación Profesional en España en 2018*. Informe Interno. Madrid: Fundación Bankia.
- Echeverría, B. y Martínez, P. (2019). *Diagnóstico de la Investigación sobre la Formación Profesional Inicial en España*. Madrid: Fundación Bankia por la Formación Dual. Recuperado de https://www.dualizabankia.com/recursos/201904020926532019_Publicacion_Diagnostico_Investigacion_FPI_digital.pdf

- Edvinsson, L. y Malone, M.S. (1999). *El Capital Intelectual*. Barcelona: Gestión 2000.
- European Commission (2015). *Riga conclusions, On a new set of medium-term deliverables in the field of vet for the period 2015-2020, as a result of the review of short-term deliverables defined in the 2010 Bruges Communiqué*, 22 de junio de 2015, Latvia. Recuperado de https://www.izm.gov.lv/images/RigaConclusions_2015.pdf
- European Commission (2019). *Commission Staff Working Document. Country Report Spain. Including an In-Depth Review on the prevention and correction of macroeconomic imbalances. Accompanying the Communication from the Commission to the European Parliament, The European Council, the Council, the European Central Bank and the Eurogroup. 2019 European Semester: Assessment of progress on structural reforms, prevention and correction of macroeconomic imbalances, and results of in-depth reviews under Regulation (EU) No 1176/2011*. COM (2019) 150 final. Recuperado de: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/file_import/2019-european-semester-country-report-spain_en.pdf
- European Commission (2018). *Commission Staff Working Document, Main actions implementing the Erasmus Programme Accompanying the document. Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing 'Erasmus': the Union programme for education, training, youth and sport and repealing Regulation (EU) 1288/2013, COM(2018) 367 final, SEC(2018) 265 final, SWD(2018) 277 final*. https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/budget-may2018-actions-erasmus-programme-swd_en.pdf
- Frank, A.G., Dalenogare, L.S., Ayala, N.F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing. *International Journal of Production Economics*, 210, pp- 15-26.
- Fundación 1º de mayo (2016): *Aproximación a las cualificaciones profesionales en la industria 4.0. Reivindicando el valor del trabajo, el conocimiento y las capacidades humanas*. Informe 122. Madrid: Fundación 1º de Mayo. Recuperado de <http://www.1mayo.ccoo.es/5ddc85eb1e3a032a517c6a7b6181bae4000001.pdf>
- Fundación BCN Formació Profesional (2017). *Els sectors econòmics emergents i la formació professional a la Regió Metropolitana de Barcelona. Sector: Indústria 4.0*. Observatori de l'FP a Barcelona. Barcelona: FBCN. Recuperado de <https://docisolation.prod.fire.glass/?guid=2742ec0f-5165-421d-2f5d-9d1914a6919a>
- Fundae (2019). *Formación para el empleo. Balance de situación 2018* (a 29/03/2019). Madrid: Fundae.
- Gobierno Vasco (2019). *V Plan Vasco de Formación Profesional 2019–2021: La Formación Profesional en el entorno de la 4ª Revolución Industrial*. Vitoria/Gasteiz: Gobierno Vasco: 4. Recuperado de http://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/fpgeneral/es_def/adjuntos/V-PLAN-FP-CASazk.pdf
- Grant, R.M. (1991). The resources-based theory of competitive advantage: Implications for Strategy Formulation. *California Management Review*, 114-135
- Hermosilla, J., Senent, J. M., Navas, A.A., Martín, J., Jardón, P., Abiétar, M., Fansa, G., Aparicio, J.V., Martínez, A., Giner, J.M., Alama, L. y Budí, V. (2019). *La Formación Profesional en la Comunitat Valenciana, situación y directrices: visión territorial*. Madrid: Fundación Bankia por la Formación Dual. Recuperado de <https://www.dualizabankia.com/recursos/20190408132250Formacion-Profesional-Comunitat-Valenciana-web%20peso%20bajo.pdf>
- Homs, O. (2008). *La Formación Profesional en España. Hacia la Sociedad del Conocimiento*. Colección Estudios Sociales, 25. Barcelona: Fundación La Caixa.

- INCUAL (2015). *Sistema Nacional de Cualificaciones y Formación Profesional*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, pp. 3.
- INE (2018). *Encuesta sobre el uso de las TICs y el comercio electrónico*. Instituto nacional de Estadística. Recuperado de https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176743&menu=ultiDatos&idp=1254735576799
- Kagermann, H., Anderl, R., Gausemeier, J., Schuh, G., Wahlster, W. (Eds.) (2016): *Industrie 4.0 in a Global Context: Strategies for Cooperating with International Partners (acatech STUDY)*. Munich: Herbert Utz Verlag. Recuperado de https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_eng_STUDIE_Industrie40_global_Web.pdf
- Lam, A. and Lundvall, B.A. (2006). The Learning Organisation and National System of Competence Building and Innovation. In N. Lorenz and Lundvall, B.A. (eds). *How Europe's Economies Learn: Coordinating Competing Models*. (pp. 110-139) Oxford: Oxford University Press
- Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las cualificaciones y la Formación Profesional*. Boletín Oficial del Estado, núm. 147, de 20 de junio de 2002, pp. 22437 a 22442. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/pdf/2002/BOE-A-2002-12018-consolidado.pdf>
- Ley 30/2015, de 9 de septiembre, por la que se regula el Sistema de Formación Profesional para el empleo en el ámbito laboral*. BOE, núm. 217. Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2015/09/10/pdfs/BOE-A-2015-9734.pdf>
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación*. Boletín Oficial del Estado, núm. 106, de 4 de mayo de 2006. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2006/BOE-A-2006-7899-consolidado.pdf>
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa*. BOE núm. 295, de 10 de diciembre de 2013. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-12886-consolidado.pdf>
- Lorenz, M., Rübmann, M., Strack, R., Lueth, K.L. y Bolle, M. (2015). *Man and Machine in Industry 4.0, How will technology transform the industrial workforce through 2025?*. The Boston Consulting Group. Recuperado de http://englishbulletin.adapt.it/wp-content/uploads/2015/10/BCG_Man_and_Machine_in_Industry_4_0_Sep_2015_tcm80-197250.pdf
- Lundvall, B.A. (1998). Innovation as an interactive process: From users-producers interaction to the national system of innovation. En Dosi, G., Freeman, C., Siverber, G. and Soete, L. (eds.) *Technical Change and Economic Theory* (p. 1215-1244). London: Pinter.
- McKinsey Digital (2015): *Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector*. McKinsey & Company. Recuperado de <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Operations/Our%20Insights/Industry%2040%20How%20to%20navigate%20digitization%20of%20the%20manufacturing%20sector/Industry-40-How-to-navigate-digitization-of-the-manufacturing-sector.ashx>
- MEFP (2019a). *Datos y Cifras Curso escolar 2019/2020*. Madrid: Ministerio de Educación y Formación Profesional. Recuperado de <http://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:b998eea2-76c0-4466-946e-965698e9498d/datosyCIFRAS1920esp.pdf>

- MEPF (2019b). *Panorama de la Educación. Indicadores de la OCDE. Informe español*. Madrid: Ministerio de Educación y Formación Profesional. Recuperado de: <https://www.educacionyfp.gob.es/inee/dam/jcr:4689798f-5c6b-4bab-b5fe-58ad7004c6fd/panorama%20de%20la%20educaci%C3%B3n%202019-l%C3%ADnea-def.pdf>
- MEPF (2019c). *Sistema estatal de indicadores de la educación 2019*. Madrid: Ministerio de Educación y Formación Profesional. Recuperado de: https://sede.educacion.gob.es/publiventa/descarga.action?f_codigo_agc=19844
- MEFP (2019d). *Estadística de Enseñanzas no universitarias. Formación Profesional. Curso 2018-2019*. Nota de 1 de agosto de 2019. Recuperado de: <http://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:c876531a-31c1-4f7b-ad19-f85e6d3b49e3/notres1819.pdf>
- MEFP (2018). *Estadística de Enseñanzas no universitarias. Formación Profesional. Curso 2016-2017*. Madrid: MEFP. Recuperado de <http://www.educacionyfp.gob.es/servicios-al-ciudadano/estadisticas/no-universitaria/alumnado/formacion-profesional/2016-2017.html>
- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2019). *Informe Anual 2018. Evolución reciente de la economía española y de los sectores competencia del ministerio de industria, comercio y turismo*. Madrid: Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Recuperado de [https://www.mincotur.gob.es/es-es/IndicadoresyEstadisticas/Informes/InformesMITYC/Informe%20Anual%202018.%20S.G.%20de%20Estudios,%20An%C3%A1lisis%20y%20Planes%20de%20Actuaci%C3%B3n/Informe%20Anual%20\(SG%20Estudios\).pdf](https://www.mincotur.gob.es/es-es/IndicadoresyEstadisticas/Informes/InformesMITYC/Informe%20Anual%202018.%20S.G.%20de%20Estudios,%20An%C3%A1lisis%20y%20Planes%20de%20Actuaci%C3%B3n/Informe%20Anual%20(SG%20Estudios).pdf)
- Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social (2017). *Encuesta de Formación Profesional para el Empleo en las Empresas 2015. Resumen de resultados*. Recuperado de http://www.mitramiss.gob.es/es/estadisticas/FP_medidas_apoyo_empleo/EFPC/index.htm
- Mujika, I., Intxausti, K. (2018). La transformación de la Formación Profesional en Euskadi. Los centros de Formación Profesional, motor del cambio. *Revista Vasca de Economía. Ekonomiaz*, 94(2): 245.
- Mulder, R.H.; Messmann, G., König, C. (2015). Vocational education and training: researching the relationship between school and work. *European Journal of Education*, 50(4), 497-512.
- Navarro, M., Albizu, M., Egaña, J., Egurbide, I., Retegi, J. y Vázquez, R. (2018). *La formación profesional de Navarra. Hacia un nuevo modelo de centro y el reto de la FP dual*. Madrid: Fundación Bankia por la Formación Dual. Recuperado de <https://www.dualizabankia.com/recursos/20181113estudio-formacion-profesional-navarra-2018.pdf>
- Navarro, M., Blanco, L., Egaña, J., Egurbide, I., Franco, S., Murciego, A., Retegi, J. y Vázquez, R. (2019). *El sistema de Formación Profesional de La Rioja*. Madrid: Fundación Bankia por la Formación Dual. Recuperado de https://www.dualizabankia.com/recursos/20190528_FBANKIA_estudio-La-Rioja-web.pdf
- Navarro, M., Retegi, J., Alcalde, H., Lorenz, U., Franco, S., Murciego, A., Vázquez, R., Egurbide, I., Egurbide, I., Irazabalbeitia, I., Egaña, J., Barroeta, B., Morales, A., Llanera, J. y Rodríguez, C. (2017). *Retos y Oportunidades para la Formación Profesional en relación con la especialización productiva en Castilla y León*. Madrid: Fundación Bankia por la Formación Dual. Recuperado de <https://www.dualizabankia.com/recursos/20181113estudio-retos-oportunidades-FP-CyL.pdf>
- Navarro, M. y Sabalza, X. (2016). Reflexiones sobre la Industria 4.0 desde el caso vasco. *Revista Vasca de Economía. Ekonomiaz*, 89 (19), 142-173.

- Nieuwenhuis, L., Hoeve, A., Kuijer, W. y Peeters, A. (2019). Bridging Demands on Education, Innovation and Practice-based Research. The Case of Dutch Vocational and Professional Education. En Bahl, A., Dietzen, A. (Eds). *Work-based Learning as a Pathway to Competence-based Education* pp. (273-287). Bonn: UNEVOC Network Contribution.
- Nonaka, I. (1994). *A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation*. Institute for operations research and the management sciences, 5 (1), 14-37.
- Nonaka, I., y Takeuchi, H. (1995). *The knowledge creating company*. New York: Oxford University Press.
- OCDE (2018a). *Education Policy Outlook Spain*. Paris: OECD Publishing. Recuperado en <https://www.oecd.org/education/Education-Policy-Outlook-Country-Profile-Spain-2018.pdf>
- OECD (2018b). *Getting Skills Right: Spain*. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2019a). *Education at a Glance*. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2019b). *Estrategia de Competencias de la OCDE 2019: Competencias para construir un futuro mejor*. OECD Publishing, Paris: OECD Publishing/Madrid: Fundación Santillana.
- Olazaran, M. y Brunet, I. (Ed.) (2013). *Entorno regional y formación profesional*. Bilbao: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco y URV publicaciones.
- Olazaran, M., Albizu, E., Lavía, C. y Otero, B. (2013). Formación profesional, pymes e innovación en Navarra. *Cuadernos de Gestión*, 13(1), 15-40.
- Otero, B., Olazaran, M., Albizu, E. y Lavía, C. (2018). Demografía de los trabajadores con cualificaciones de Formación Profesional en las pymes industriales del País Vasco. *Revista Vasca de Economía. Ekonomiaz*, 94(2), 300-323.
- Pfeiffer, S. (2015). *Effects of Industry 4.0 on vocational education and training*. Vienna: Institute of Technology Assessment.
- Porto, I. y Doloreux, D. (2018). Knowledge stakeholders in RIS's literatura: to be or not to be. *Revista Vasca de Economía. Ekonomiaz*, 94 (2), 78-107.
- PwC (2016). *Industry 4.0: Building the Digital Enterprise*. Price Waterhouse Coopers. Recuperado de <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>
- Randstad Research (2018). *Déficit de talento y desajuste de competencias*. Enero. Recuperado de <https://research.randstad.es/wp-content/uploads/2018/03/DeficittalentoydesjustecompetenciasRANDSTADRESEARCH.pdf>
- Real Decreto 1128/2003, de 5 de septiembre, por el que se regula el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales*. BOE, n. 223, de 17 de septiembre de 2003, 1-7. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/pdf/2003/BOE-A-2003-17588-consolidado.pdf>
- Real Decreto 1416/2005, de 25 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1128/2003, de 5 de septiembre, por el que se regula el Catálogo Nacional de las Cualificaciones Profesionales*. BOE, n. 289, de 3 de diciembre de 2005, 39854-39855. Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2005/12/03/pdfs/A39854-39855.pdf>

- Real Decreto 1529/2012, de 8 de noviembre, por el que se desarrolla el contrato para la formación y el aprendizaje y se establecen las bases de la formación profesional dual.* BOE, n. 270, de 9 de noviembre de 2012, 78348-78365. <https://www.boe.es/boe/dias/2012/11/09/pdfs/BOE-A-2012-13846.pdf>
- Real Decreto 694/2017, de 3 de julio, por el que se desarrolla la Ley 30/2015, de 9 de septiembre, por la que se regula el Sistema de Formación Profesional para el Empleo en el ámbito laboral.* BOE, núm. 159, de 5 de julio de 2017, páginas 56864 a 56899. Recuperado de https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2017-7769
- Rosenfeld, S. (1998). *Technical Colleges, Technology Deployment, and Regional Development*. Modena: OCDE.
- Schroeder, W. (2016). *Germany's Industry 4.0. strategy. Rhine capitalism in the age of digitalisation*. London: FES.
- Schwab, Klaus. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Geneva: World Economic Forum.
- Senge, P. (1990). *The Fifth Discipline: The art and practice of the learning organization*. New York: Doubleday.
- SEPE (2018). *Informe anual 2017*. Madrid: Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social. Recuperado de <https://www.sepe.es/HomeSepe/que-es-el-sepe/comunicacion-institucional/publicaciones/publicaciones-oficiales/listado-pub-sepe/informe-anual.html>
- SEPE (2019). *Informe del Mercado de Trabajo Estatal. Datos 2018*. Madrid: Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social, pp. 55. Recuperado de http://www.sepe.es/contenidos/observatorio/mercado_trabajo/3267-1.pdf
- Sirking, H. L., Zinser, M. y Rose, J.R. (2015). *The Robotics Revolution. The next great Leap in manufacturing*. The Boston Consulting Group. Recuperado de https://circabc.europa.eu/sd/a/b3067f4e-ea5e-4864-9693-0645e5cbc053/BCG_The_Robotics_Revolution_Sep_2015_tcm80-197133.pdf
- Smit, J., Kreutzer, S., Moeller, C., y Carlberg, M. (2016). *Industry 4.0*. Brussels: Directorate-General for Internal Policies.
- Spöttl, G. (2016). Skilled Workers: Are They the Losers of “Industry 4.0”?, in Deml, B., Stock, P., Bruder, R. y Schlick, C.M. (Eds.). *Advances in Ergonomic Design of Systems, Products and Processes*. Berlin: Springer.
- Strategy&. (2018) *Digital Champions. How industry leaders build integrated operations ecosystems to deliver end-to-end customer solutions. Global Digital Operation Study 2018*. PriceWaterhouseCoopers. Recuperado de <https://www.pwc.es/es/productos-industriales/industria-4-0-global-digital-operations-study-2018.html>
- Teece, D.J., Pisano, G., Shuen, A. (1997). *Dynamic capabilities and strategic management*. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533.
- Terres, J.I., Lleó, A., Viles E. y Santos, J. (2017). *Competencias profesionales 4.0*. Technical Report. Donostia: Tecnun. DOI: 10.13140/RG.2.2.13498_49602.
- Tknika (2018). *Memoria Anual de Centro Tknika*. Vitoria/Gasteiz: Gobierno Vasco. Recuperado de https://www.tknika.eus/wp-content/uploads/2019/02/memoria-tknika_2018.pdf
- Toner, P. (2011). *Workforce Skills and Innovation: An Overview of Major Themes in the Literature*. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2011/01. Paris: OECD Publishing.
- Toner, P. y Woolley, R. (2016). Perspectives and debates on Vocational Education and Training, Skills and the Prospects for Innovation. *Revista Española de Sociología*. 25(3), 319-342.

- Torrent-Sellens, J. (2018). *Las empresas industriales en 2016. Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE). Robótica, productividad y empleo en la empresa industrial*. Madrid: Ministerio de Hacienda.
- Torrent-Sellens, J. (2019). Industria 4.0 y resultados empresariales en España: un primer escaneado. *Oikonomics Revista de economía, empresa y sociedad* (en prensa).
- Weiss, R. (2015). *Vocational Education & Training 4.0*. BIBB Publications. Recuperado de <https://www.bibb.de/en/25228.php>
- World Economic Forum (2018). *The future of Jobs Report 2018*. Geneva: World Economic Forum. Recuperado de <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2018>
- Ynzunza-Cortés, C. B., Manuel Izar-Landeta, J., Bocarando-Chacón, J.G., Aguilar-Pereyra, F., Larios-Osorio, I.M. (2017). El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y perspectivas futuras. *Conciencia Tecnológica*, 4, 33-45.

Efectos sobre la generación de valor y los resultados de la actividad industrial

Dr. Angel Díaz Chao

(Fundación SEPI, FSP)

Dr. Joan Torrent Sellens

(Universitat Oberta de Catalunya)

Apoyo informático:

Isabel Sanchez Seco

(Fundación SEPI, FSP)

Resumen ejecutivo

En este informe se analiza el papel que desempeña la Formación Profesional en la determinación del proceso de generación de valor y los resultados de la empresa industrial, especialmente la productividad, en España. A partir de los datos de la Encuesta Sobre Estrategias Empresariales (ESEE) para 2016, una fuente de información de referencia para conocer la estructura y la dinámica de la empresa industrial en nuestro país, hemos utilizado todo un amplio abanico de metodologías económicas de análisis con el objetivo de responder a un conjunto de preguntas fundamentales: ¿Cómo es el proceso de generación de valor de la empresa industrial que ocupa a empleados con Formación Profesional? ¿Existen diferencias entre la generación de valor de la empresa industrial intensiva en Formación Profesional y el resto de empresas industriales? ¿La Formación Profesional juega algún papel en la explicación de la productividad de la empresa industrial? Y, si lo hace ¿con qué otros elementos de valor interacciona?

Respondiendo a estas preguntas pretendemos aportar nueva evidencia sobre la necesaria, y seguramente urgente, mayor conexión entre el sistema educativo y la actividad profesional, al mismo tiempo que sugerir acciones estratégicas y políticas públicas para atender al reto de mejorar la generación de valor y el empleo industrial en España.

El análisis de situación sobre la Formación Profesional en la empresa industrial nos ha puesto de relieve importantes conclusiones:

- En primer lugar, hemos constatado que el reto de la formación todavía sigue pendiente en la empresa industrial. Poco menos de dos terceras partes de empleados industriales no poseen ningún tipo de titulación. Por su parte, alrededor de una quinta parte adicional está titulada en Formación Profesional, mientras que un 15% restante de los empleados son titulados universitarios.
- Un segundo elemento importante a señalar es que a medida que crece la dimensión de la empresa, la participación de empleados con Formación Profesional o universitaria también se amplía. En la pyme industrial (empresas

de 200 trabajadores o menos) el stock formativo mayoritario es el de los empleados no titulados (66,6%). La distribución del capital humano se completa con un 20,4% adicional de empleados con Formación Profesional y con un 13,1% con formación superior. Por su parte, la gran empresa (más de 200 trabajadores) presenta una distribución de su capital humano más sesgada hacia mayores niveles de formación, aunque la presencia de no titulados todavía es muy relevante (49,5%). En la gran empresa industrial la proporción de empleados con Formación Profesional y universitaria se sitúa en un 29,5% y un 21,0%, respectivamente.

- En tercer lugar, los datos obtenidos también nos han puesto de relieve que la distribución del capital humano, medida en porcentajes de empresas, es claramente desigual. La mitad de las empresas industriales cuentan con una participación del empleo con Formación Profesional de solo un 14,5%. En cambio, para el 10% de empresas del tramo superior, la participación de empleados con esta formación asciende hasta un 58%. Del mismo modo, la mitad de las empresas industriales cuentan con una participación del empleo con formación universitaria de un escaso 11%. Por el contrario, para el 10% de empresas del tramo superior, la participación de empleados con formación universitaria asciende hasta un 32,7%.
- En cuarto lugar, y desde la perspectiva del empleo y los recursos humanos, la presencia de la Formación Profesional se asocia con una mejor estabilidad del empleo. La participación del empleo asalariado con contrato fijo y a tiempo completo es superior en las empresas que contratan empleados con Formación Profesional (83,7% del total). También se asocia con mayores esfuerzos en la capacitación de los empleados. En las empresas con Formación Profesional de sus empleados tanto el gasto interno (81,4 euros) como el gasto externo por trabajador (106,6 euros) son netamente superiores al esfuerzo en capacitación de las empresas sin empleados con esta formación. Esta mayor estabilidad y esfuerzo en formación también se traduce en mayores retribuciones. El coste medio de personal por trabajador en estas empresas se situó en 2016 ligeramente por encima de 44,5 mil euros, un 28,7% por encima de las empresas que no contratan trabajadores con Formación Profesional.
- En quinto lugar, y desde la perspectiva del I+D+i, destacar que las empresas que contratan empleados con Formación Profesional tienen una propensión mayor hacia la realización de actividades y al gasto en I+D+i. Un 30,2% de empresas industriales realizan y/o contratan actividades de I+D. Alrededor de una quinta parte de este tejido empresarial (19,8%) ha puesto en marcha un plan de actividades de innovación. Esta mayor intensidad innovadora está claramente relacionada con su mayor capacidad para establecer redes de colaboración: un 13,6% colabora con centros de Formación Profesional, un 17,1% con proveedores y un 20,4% con Universidades y centros de investigación.

- Y, en sexto lugar, la Formación Profesional también se asocia con unos mejores resultados empresariales. La empresa industrial con empleados titulados en FP presenta mayores volúmenes de ventas (63,5 millones), valor añadido bruto (13,9 millones), activo (56,3 millones) y empleo (177,8 trabajadores de media) que las empresas que no ocupan a personal con esta formación. Lo mismo sucede con la productividad y las exportaciones. Mientras que la productividad del tejido empresarial con empleados con Formación Profesional se sitúa en 63,5 mil euros por trabajador y en 36,3 euros por hora trabajada, la productividad de las empresas que no contratan empleados con dicha formación es claramente inferior (42,6 mil euros por trabajador y 24,2 euros por hora trabajada). En cuanto a la capacidad para colocar productos en los mercados internacionales, un 60,8% de las empresas industriales exportan (por un valor medio de 29,2 millones de euros) y tienen entre sus empleados a trabajadores con Formación Profesional. Un 56,1% de las empresas industriales importan (por un valor medio de 16,3 millones de euros) y cuentan entre sus empleados a trabajadores con FP.

En cuanto al análisis del papel que representa la Formación Profesional en la explicación de la productividad de la empresa industrial en España, los resultados obtenidos también nos ofrecen novedades significativas:

- La Formación Profesional de los empleados eleva el nivel de productividad de la empresa industrial en un 11,5%, mientras que el efecto del empleo sin formación reduce el nivel de productividad del trabajo en un -18,2%.
- En comparación con los resultados obtenidos para la formación universitaria (17,4% de incremento del nivel de productividad), destacar la existencia de un cierto efecto de complementariedad entre ambas formaciones. El efecto total de la Formación Profesional más la formación universitaria sobre la productividad (18,3%) es superior al efecto de la formación universitaria tratada de manera individual.
- Este resultado sugiere que los dos niveles formativos se complementan en la explicación de la productividad, probablemente gracias a efectos combinables en sus distintas dimensiones explicativas.

Por último, el conjunto de resultados obtenidos sugiere algunas implicaciones para la estrategia empresarial y por las políticas públicas de crecimiento y de aceleración empresarial. El análisis realizado ha puesto de relieve la existencia de nuevas y multi-dimensionales fuerzas que explican el crecimiento y la dinámica empresarial en la economía del siglo XXI. Sin duda, la Formación Profesional debe influir de forma decisiva en la nueva formación y la recapacitación del empleo, tan necesaria para impulsar los nuevos factores de la empleabilidad. En primer lugar, las empresas deben transformar en profundidad sus procesos de generación de valor y sus fuentes de eficiencia y competitividad. En segundo lugar, los empleados,

en especial los no cualificados o los que se sitúan en los tramos intermedios de la estructura ocupacional, deben tomar conciencia de que necesitan programas de recapacitación para abordar con éxito las nuevas condiciones tecnológicas y organizativas del trabajo. Y, por último, las instituciones deben diseñar e implementar programas de Formación Profesional que tomen en consideración todo el conjunto de nuevos factores explicativos de la competitividad y la empleabilidad. Nueva industria, más y mejor Formación Profesional.

Executive summary

This report analyses the role that vocational education and training (VET) plays in determining value-generation processes and outcomes — particularly productivity — in industrial companies in Spain. Drawing on data from the 2016 Business Strategies Survey, a valuable source of information about the structure and dynamics of industrial companies in Spain, we have used a wide range of economic analysis methods to address a set of key questions: What is the value-generation process in industrial companies that employ staff with vocational qualifications? Are there differences between the value generated in industrial companies that make intensive use of VET and that generated in other industrial enterprises? Does VET make a contribution to productivity in industrial companies? And, if so, with what other value factors does it interact?

By answering these questions we aim to provide new evidence regarding the necessary, and undoubtedly urgent, increase in interconnection between the education system and employment, while at the same time suggesting strategic actions and public policies to address the challenge of enhancing value generation and industrial employment in Spain.

Analysis of the situation regarding VET in industrial firms leads to a number of important conclusions.

- Our first conclusion, therefore, is that training remains a challenge that industry has yet to address, as evidenced by the fact that around two thirds of people working in industry have no qualifications at all. Meanwhile, around one fifth of them have a vocational qualification and a further 15% are university graduates.
- A second significant conclusion is that as companies grow, so the number of employees with vocational or university qualifications likewise increases. In industrial SMEs (firms with 200 employees or fewer) the majority of workers (66.6%) do not hold a qualification. The breakdown by level of education also reveals that 20.4% of employees hold vocational qualifications and 13.1% hold higher qualifications. For their part, in large enterprises (with over 200

employees) the breakdown reveals higher levels of education and training, although the number of staff without any qualifications remains significant (49.5%). In large industrial enterprises the proportions of employees with vocational or university qualifications stand at 29.5% and 21.0%, respectively.

- Thirdly, the data compiled also highlight that, when measured by percentage of companies, the breakdown of firms' human capital is clearly unequal. In around half of Spain's industrial companies, employees with vocational qualifications make up just 14.5% of the workforce. In contrast, in the 10% of firms at the upper end of the scale, the proportion of VET graduates rises to 58%. Similarly, in around half of Spain's industrial companies university graduates account for merely 11% of the workforce. Conversely, in the 10% of firms at the upper end of the scale, the proportion of university graduates stands at 32.7%.
- Fourthly, and from the perspective of employment and human resources, vocational qualifications are associated with greater job stability. The proportion of salaried staff on permanent, full-time contracts is higher in companies that employ people with vocational qualifications (83.7% of the total). VET is also associated with greater efforts to train employees. In firms that employ VET graduates, both internal expenditure per employee (€81.40) and external expenditure per employee (€106.60) are clearly higher than in companies without workers with vocational qualifications. This greater stability and emphasis on training also translates into higher salaries. Thus, in 2016, the average personnel cost per employee in these companies was just over €44,500, a figure 28.7% higher than among firms that did not employ VET graduates.
- Fifthly, and from the perspective of R&D and Innovation, it should be highlighted that companies that employ staff with vocational qualifications show a greater propensity to invest in R&D. In total, 30.2% of industrial firms carry out and/or subcontract R&D. Nearly one in five (19.8%) industrial firms in Spain has an innovation plan in place. This higher innovation intensity is clearly linked to these firms' greater capacity to develop collaborative networks: 13.6% partner with VET centres, 17.1% with suppliers and 20.4% with universities and research centres.
- And sixthly, VET is also associated with better business outcomes. Industrial firms with staff with vocational qualifications generate higher sales volumes (€63.5 million), create more gross value added (€13.9 million) and have more assets (€56.3 million) and employees (177.8 on average) than companies that do not employ people with vocational qualifications. This situation is repeated with productivity and exports. While productivity among industrial companies that employ people with vocational qualifications stands at €63,500 per employee and at €36.30 per hour worked, among firms that do not employ VET graduates it is significantly lower (€42,600 per employee and €24.20 per hour worked). As regards the capacity to place products on international markets,

60.8% of industrial companies with VET graduates on their workforce export their products (worth an average of €29.2 million). And 56.1% of industrial firms that employ people with vocational qualifications import products (worth an average of €16.3 million).

In terms of the role that VET plays in explaining the productivity of industrial companies in Spain, the results compiled also reveal significant new information:

- Employing staff with vocational qualifications raises industrial firms' productivity by 11.5% while employing people without qualifications lowers productivity by -18.2%.
- When compared with the results obtained for university qualifications (a 17.4% increase in productivity), it is noteworthy that there is a certain degree of complementariness between the two forms of education and training — the overall impact of VET plus university qualifications on productivity (18.3%) is greater than the effect of university qualifications by themselves.
- This suggests that the two training systems complement each other when it comes to productivity, probably due to combining effects in their educational approaches.

Finally, these findings have several implications for corporate strategy and public growth and enterprise-acceleration policies. The analysis conducted has highlighted the existence of new and multi-dimensional forces that explain business growth and dynamics in the 21st-century economy. VET should undoubtedly play a key role in the retraining and reskilling that is so vital to maximising employability. Firstly, companies should deeply transform their value-generation processes and their sources of efficiency and competitiveness. Secondly, employees, particularly those without qualifications or those in the middle tiers of the occupational scale, should acknowledge that they need to retrain if they are to adapt successfully to the technological and organisational changes taking place in the workplace. And finally, institutions should design and implement VET programmes that take into account all the new factors driving competitiveness and employability. In short, industrial renewal and more and better vocational education and training.

1. Introducción

En la economía global del conocimiento, la tecnología y la innovación desempeñan un papel determinante para alcanzar la ventaja competitiva en las empresas. En este contexto, los nuevos procesos de generación de valor y las nuevas fuentes de productividad conllevan, de forma inevitable, cambios en la empleabilidad de los trabajadores (Díaz-Chao, Sainz-González, Torrent-Sellens, 2015; Díaz-Chao, Sainz-González, Torrent-Sellens, 2016; Díaz-Chao, Miralbell-Izard, Torrent-Sellens, 2016). En esta nueva fase del crecimiento económico, la creación y el mantenimiento del empleo dependen, en gran medida, de los nuevos factores de empleabilidad. Por ejemplo, la habilidad de las empresas para generar empleos con trabajadores formados, autónomos y satisfechos que, además, son capaces de innovar y participar en proyectos de mayor valor añadido (Díaz-Chao, Ficapal-Cusí, Torrent-Sellens, 2016).

La reestructuración de la economía y las empresas también está transformando con profundidad los fundamentos del empleo. El impacto de la economía del conocimiento sobre la organización, las condiciones y los resultados del trabajo es todavía un tema de debate abierto en el ámbito académico (Neumark, Reed, 2004; Díaz-Chao -coord., Torrent-Sellens et al., 2008). Por una parte, la introducción de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), y su relación simbiótica con los flujos masivos de conocimiento, han ido a la par con un incremento de la demanda de tareas cognitivas, impulsando la autonomía, reducciones del control jerárquico, aumentos en la creación de empleo y mejoras en las retribuciones. Pero, por otra parte, también se han constatado reducciones de empleo en las tareas rutinarias, manuales y cognitivas (Autor, Levy, Murnane, 2003). Tal y como han puesto de relieve investigaciones recientes, la disminución y la destrucción de empleo en algunos segmentos de la población activa se han visto reforzadas por los recientes avances en la robótica y la inteligencia artificial (Michaels, Natraj, Van Reenen, 2014; Autor, 2015). En efecto, se ha observado una creciente polarización del empleo, con la sustitución de habilidades, tareas, empleos y personas en los niveles medios de la estructura ocupacional (Goss, Manning, Salomons, 2014; Frey, Osborne, 2017).

La flexibilización, polarización y automatización de los mercados de trabajo ha impulsado recientemente nuevas aproximaciones en la investigación sobre la empleabilidad (Brown, Hesketh, Williams, 2003; Torrent-Sellens, Ficapal-Cusí, Boada-Grau, 2016). En primer lugar, se ha resaltado la flexibilidad al alza de los mercados de trabajo, así como la aparición de nuevos contratos y marcos de relaciones laborales (Esser, Olsen, 2012). Y, en segundo lugar, también se ha corroborado la emergencia de nuevos problemas asociados a los cambios estructurales del empleo (Gallie, 2017).

La investigación sobre la empleabilidad también ha realizado importantes avances durante los últimos años, relacionados de manera clara con estos cambios generales. En concreto, se ha señalado que las expectativas futuras de los empleados cobran cada vez mayor importancia, y están íntimamente relacionadas con su nivel educativo. Los trabajadores que tienen una percepción positiva sobre el futuro de sus empleos tienden hacia una mejor empleabilidad y una mayor calidad de su trabajo (Graso, Probst, 2012).

Así pues, en la investigación, que ahora introducimos, analizaremos algunos de los cambios en las condiciones de empleabilidad de los trabajadores en la empresa industrial. Siempre teniendo en cuenta dichos cambios como resultado del advenimiento de la economía global del conocimiento. Algunas consideraciones importantes al respecto: en primer lugar, señalar que nuestra perspectiva de estudio va más allá de la tradicional relación entre el capital humano o el nivel educativo, y la empleabilidad de los trabajadores (Heckman, 2004). Nuestra aproximación considera determinante el papel de la empresa, su estructura económica y su proceso de generación de valor como agente imprescindible en la explicación de la calidad del empleo y la empleabilidad de los trabajadores (Díaz-Chao, Ficapal-Cusí, Torrent-Sellens, 2017).

Y, en segundo lugar, destacar que, a pesar de la evidencia cada vez más clara sobre la realidad de la Formación Profesional en España (Pérez-Esparrells, Rahona-López, 2009; Sancha, Gutiérrez, 2018; Observatori del Treball i Model Productiu, 2017), y en especial sobre la formación dual (Sastre, Alegret, Rebollar, 2018; Miñarro, Olivella, Riudor, 2017), la mayoría de estas investigaciones se centran en la estructura de la oferta de empleo. Por consiguiente, una investigación que combine los distintos niveles educativos del empleo y las características estratégicas y organizativas de las empresas aporta novedad al análisis existente, y permite obtener conclusiones y recomendaciones tanto para la oferta como para la demanda de empleo.

En el caso concreto de la Formación Profesional no hay apenas estudios que se centren en analizar la incidencia e importancia de ésta sobre la productividad en la industria manufacturera. De este modo, la investigación que aquí se expone pretende ser un primer análisis de cómo la estructura de recursos humanos de la empresa española, desde la óptica de la Formación Profesional, está influyendo en la productividad de la empresa manufacturera española y, por ende, en la competitividad de la misma.

El informe de investigación consta de los siguientes apartados: después de esta breve introducción conceptual, en el primero se revisarán las características de la estructura, el proceso de generación de valor y los resultados de la empresa industrial que incorpora empleados con Formación Profesional. La principal idea de este apartado es la caracterización de la empresa industrial que emplea a trabajadores con dicha formación. En segundo lugar, se analizarán los efectos, directos e indirectos, que ésta ejerce sobre tres de los principales resultados de la empresa industrial: la innovación, la competitividad y la productividad. Para ello, se plantea y contrasta un modelo multidimensional explicativo de la productividad en la empresa industrial con presencia de capital humano, cuya metodología se expone en el anexo final. La principal idea de este apartado es la parametrización de los factores explicativos del resultado empresarial, con la incorporación de los efectos de la Formación Profesional. Cerrarán la investigación las principales conclusiones obtenidas, las referencias bibliográficas utilizadas y el citado anexo metodológico.

2. Formación Profesional y empresa industrial: una caracterización

La investigación sobre la generación de valor y los resultados de la empresa industrial con Formación Profesional en España no se puede dissociar de su estructura económica. Esto es así porque dicha estructura condiciona la actividad de la organización, y más allá del entorno, también sus resultados. En este contexto, y como paso previo a la descripción del proceso de generación de valor y los resultados de la empresa industrial, es imprescindible abordar su caracterización, estudiar su estructura económica. Con este objetivo, para analizar la realidad de la empresa industrial con Formación Profesional en España durante 2016 nos hemos centrado, en primer lugar,

en el estudio de variables como la estructura de propiedad, la participación del capital, y la localización de la actividad y de los establecimientos.

Una vez realizada esta caracterización, ya estaremos en disposición de abordar sus elementos de valor y resultados, con especial atención a sus recursos humanos y al empleo, la tecnología y la innovación, así como la productividad y la competitividad. Para todo este análisis, utilizaremos los datos de la Encuesta de Estrategias Empresariales (ESEE), propiedad de la Fundación SEPI F.S.P, que, en su edición de 2016, y por primera vez, incorpora información específica sobre la Formación Profesional de los empleados en la empresa industrial de España. Es importante tener en cuenta que los resultados de la encuesta son representativos del conjunto del territorio nacional. En el cuadro 1, se describen las principales características de esta encuesta.

Cuadro 1. La Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE)¹

La Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE) tiene su origen en un convenio suscrito en 1990 entre el entonces Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, y la Fundación SEPI (entonces Fundación Empresa Pública) para que esta última, a través de su Programa de Investigaciones Económicas, realizara una encuesta anual orientada, fundamentalmente, hacia la caracterización del comportamiento estratégico de las empresas industriales manufactureras españolas. En su última edición se presentan los resultados correspondientes al ejercicio 2016, con el que se sobrepasan los veinticinco años de investigación continua sobre el tejido industrial español.

El diseño de la ESEE está orientado a obtener información sobre las estrategias de las empresas industriales. Se entiende por estrategias las decisiones que las empresas adoptan sobre aquellas variables que constituyen sus instrumentos de competencia, incluyendo tanto los más flexibles o modificables en el corto plazo (por ejemplo, los precios o el grado de promoción de los productos), como aquellos que requieren plazos más largos para su replanteamiento (por ejemplo, las elecciones en el espacio de productos o las actividades de I+D). Como estas decisiones se adoptan en estrecha interacción con el entorno competitivo, e interesan especialmente con relación al resultado que producen, se completan con información acerca de dicho entorno (mercados de la empresa), y con algunos datos contables imprescindibles para aproximarse a los resultados. En este contexto, la ESEE es un instrumento que también recoge la evolución del proceso de generación de valor de la empresa industrial, así como de sus principales resultados.

La población de referencia de la ESEE son las empresas con 10 o más trabajadores de la industria manufacturera en España. Esta última queda definida como la que abarca las divisiones 10 a 32 de la CNAE-2009, excluyendo la 19, es decir, las actividades industriales relacionadas con el refino de petróleo y el tratamiento de combustibles. El ámbito geográfico es el conjunto del territorio nacional y todas las variables obtenidas tienen una referencia temporal anual. La selección muestral se realiza a partir del directorio de cuentas de cotización de la Seguridad Social. Las unidades encuestadas se seleccionan combinando criterios de exhaustividad y muestreo aleatorio, dependiendo del número de empleados en las empresas. A las empresas de más de 200 trabajadores se les requiere exhaustivamente su participación. Las empresas con empleo comprendido entre 10 y 200 trabajadores son seleccionadas mediante muestreo estratificado, proporcional con restricciones, y sistemático con arranque

1/ La información de este recuadro se ha extraído de la web de la Fundación SEPI, así como de algunos de sus informes anuales referidos a la ESEE (véase https://www.fundacionsepi.es/investigacion/esee/sesee_informes.asp para una información más detallada).

aleatorio. Los estratos definidos para el muestreo resultan del cruce de los grupos de actividad CNAE definidos a dos dígitos y los intervalos de empleo de 10-20, 21-50, 51-100, 101-200 y 201 o más trabajadores.

La ESEE trata de delimitar y mantener una muestra representativa de las empresas industriales manufactureras españolas. De esta forma, y siempre que se tengan en cuenta las peculiaridades de esta representatividad, las inferencias establecidas a partir de la muestra pueden reclamarse como válidas para la población de referencia. Ese esfuerzo se ha dirigido explícitamente a la obtención de datos de panel -observaciones consistentes a lo largo del tiempo de las mismas unidades-, que permitieran explotar a fondo todas las ventajas de análisis que proporcionan este tipo de datos.

El propósito de la ESEE de encuestar repetidamente al mismo conjunto de empresas en años sucesivos y, al mismo tiempo, mantener la representatividad respecto a la población de referencia, se ha traducido en dos tipos de actuaciones. En primer lugar, se ha intentado reducir lo más posible el deterioro de la muestra viva en cada momento del tiempo, evitando el decaimiento de la colaboración de las empresas. En segundo lugar, el mantenimiento de la representatividad a través del tiempo ha llevado a incorporar cada año una muestra de empresas con criterios de selección ajustados a los aplicados en la primera toma de datos.

La ESEE ha venido realizándose de forma continua desde 1990. En 2016, y siguiendo los criterios habituales, se ha obtenido información para una parte muy significativa de la muestra viva de empresas, al mismo tiempo que también se han incorporado nuevas empresas al panel de datos (tabla 1).

Tabla 1. Muestra obtenida de empresas (panel más ampliación) de la ESEE, según estratos de rama de actividad y tamaño. 2016 (número de empresas)

Rama de actividad	2016		
	200 y menos trabajadores	Más de 200 trabajadores	Total
Industria cárnica	70	16	86
Productos alimenticios y tabaco	189	55	244
Bebidas	32	8	40
Textiles y confección	102	7	109
Cuero y calzado	66	0	66
Industria de la madera	52	1	53
Industria del papel	67	10	77
Artes gráficas	68	3	71
Industria química y productos farmacéuticos	83	43	126
Productos de caucho y plástico	93	16	109
Productos minerales no metálicos	93	22	115
Metales férreos y no férreos	27	24	51
Productos metálicos	205	25	230

Rama de actividad	2016		
	200 y menos trabajadores	Más de 200 trabajadores	Total
Máquinas agrícolas e industriales	88	27	115
Productos informáticos, electrónicos y ópticos	28	7	35
Maquinaria y material eléctrico	43	13	56
Vehículos de motor	39	39	78
Otro material de transporte	17	15	32
Industria del mueble	68	8	76
Otras industrias manufactureras	34	5	39
Total	1.464	344	1.808

En primer lugar, señalar que el trabajo de campo de la ESEE 2016 alcanzó una cobertura del 69,9% de cuestionarios válidos (en el caso del panel superó el 92%), 1.808 empresas obtenidas, y se recogieron un conjunto de incidencias que afectan a 20 empresas de la muestra viva (panel más ampliación). En 2016, y tomando como punto de partida la muestra viva resultante de 2015, el reparto de registros obtenidos (2.586 empresas) se distribuyó como sigue: panel (1.808), ampliación (274), incidencias (20 empresas) y pendientes de respuesta (758 empresas).

La tabla 1 recoge la muestra de empresas obtenida para la ESEE en 2016. Varias consideraciones al respecto. En primer lugar, señalar la presencia mayoritaria de pymes industriales. Un 80,9% de las empresas de la muestra obtenida en 2016 son empresas industriales con 200 o menos trabajadores. A la presencia mayoritaria de pymes industriales, cabe añadir también una muy notable participación (superior a la media del universo) de grandes empresas industriales. Un 19,1% de empresas de la muestra obtenida en 2016 son empresas con 200 o más trabajadores. En este contexto, también cabe señalar el mantenimiento de la proporcionalidad entre la muestra de pymes y grandes empresas industriales. En efecto, a pesar del aumento obtenido en las empresas de la muestra (8,5% entre 2015 y 2016), la proporción entre grandes empresas y pymes industriales se ha mantenido bastante estable: un 20,7% en 2015 y un 23,4% en 2016, respectivamente.

En segundo término, y atendiendo a la estructura sectorial, cabe destacar la elevada diversificación de los datos obtenidos. La especialización del tejido industrial en España se ha visto claramente reflejada en los datos de la ESEE, puesto que ninguna de las 20 ramas de actividad especificadas supera el 14% de datos obtenidos. En este contexto, las dos ramas de actividad con mayor participación en la ESEE 2016 son la industria alimentaria (13,5% del total de la muestra obtenida) y la industria metalúrgica (12,7% del total de encuestas). Le siguen, ya a una cierta distancia, la industria química y los productos farmacéuticos, las industrias de productos minerales no metálicos, la maquinaria agrícola e industrial, los productos de caucho y plástico, y la industria textil y de confección, todas ellas con una participación respecto al total de empresas obtenidas inferiores al 7%.

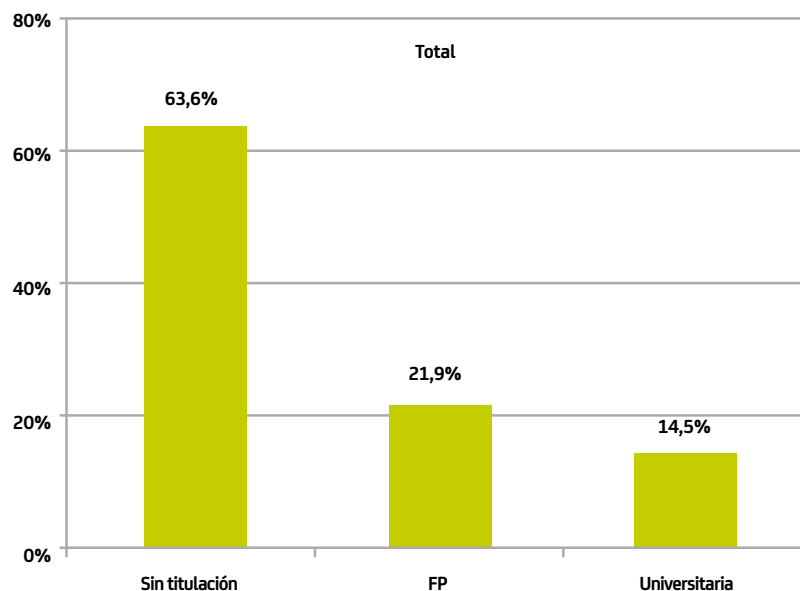
2.1. Formación Profesional y generación de valor en la empresa industrial

2.1.1. El capital humano en la empresa manufacturera

El reto de la formación en la empresa industrial sigue pendiente: poco más de un 66% de empleados industriales no tienen titulación, alrededor de un 22% la tienen en Formación Profesional y cerca de un 15% tienen formación universitaria. A mayor dimensión empresarial, mayor nivel formativo de los empleados.

Un primer elemento a destacar respecto al capital humano de la empresa industrial es la débil presencia de empleados con formación (gráfico 1). En efecto, alrededor del 66% de los empleados en la empresa industrial no tiene formación (concretamente un 63,6%). Por su parte, la participación de empleados con Formación Profesional se sitúa un poco por encima de la quinta parte del total (21,9%), mientras que el porcentaje de empleados con formación universitaria se acerca al 15% (14,5%).

Gráfico 1. Estructura del capital humano en la empresa industrial de España. 2016
(Porcentajes de trabajadores por nivel formativo)

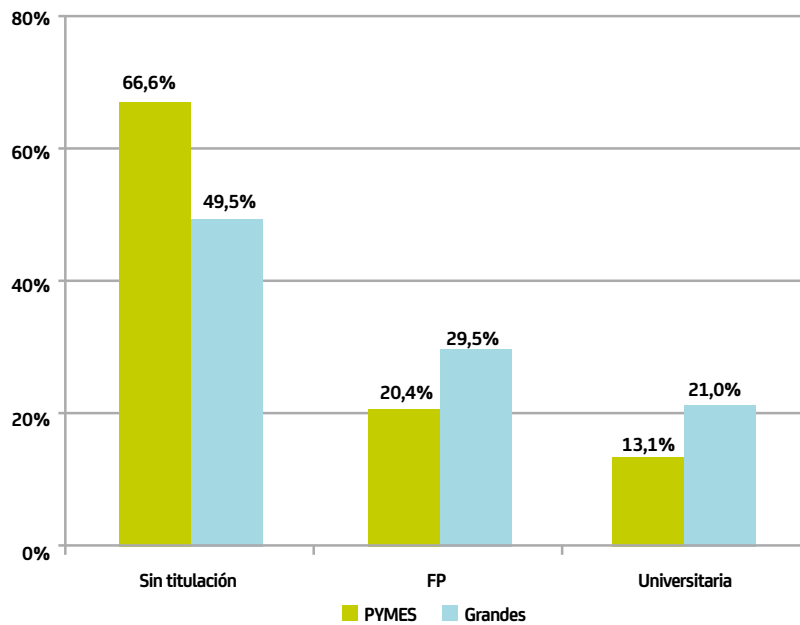


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

Un segundo elemento importante a señalar es que, a medida que crece el tamaño de la empresa, la participación de empleados con formación (profesional o universitaria) también se amplía (gráfico 2). En efecto, en la pyme industrial (empresas de 200 trabajadores o menos) el stock formativo mayoritario es el de los empleados no titulados (66,6%). La distribución del capital humano se completa con un 20,4% adicional de empleados

con Formación Profesional: 10,6% de grado medio y 9,8% de grado superior, y con un 13,1% con formación superior: 5% diplomados universitarios y 8,1% titulados universitarios. Por su parte, la gran empresa (más de 200 trabajadores) presenta una distribución de su capital humano más sesgada hacia mayores niveles de formación, aunque la presencia de no titulados todavía es muy relevante (49,5%). De hecho, en la gran empresa industrial la proporción de empleados con FP se sitúa en un 29,5%: 14,5% FP de grado medio y 15,0% FP de grado superior, respectivamente. La distribución del capital humano en la gran empresa industrial se completa en un 21% del total de empleados con formación universitaria: 8,1% de graduados y 12,9% de titulados.

Gráfico 2. Estructura del capital humano en la empresa industrial de España. 2016
(Porcentajes de trabajadores por nivel formativo)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

2.1.2. La Formación Profesional en la empresa manufacturera

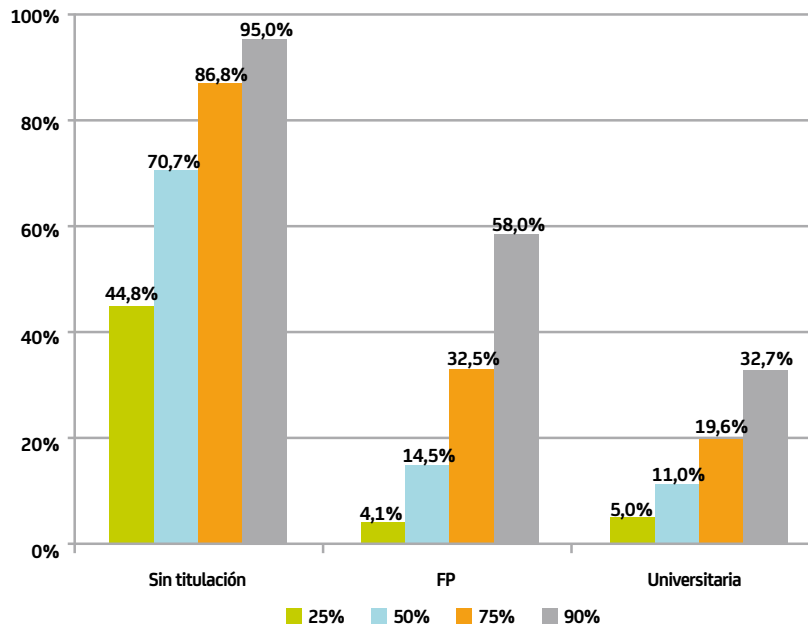
Un 80,5% de empresas industriales emplean a trabajadores con Formación Profesional, aunque con una distribución claramente desigual.

A través de un análisis de comparación de medias, acabamos de constatar que tanto la Formación Profesional como la formación universitaria están poco presentes en la dotación de capital humano en la empresa industrial. El análisis de la distribución de este capital humano por deciles nos permite profundizar y concretar un poco más nuestras conclusiones (gráfico 3). Para ello, hemos dividido el número de empresas de la muestra en partes iguales (cuartiles y deciles), y a partir de esta disección nos hemos fijado en la distribución de los porcentajes del capital humano. En este sentido, para la construcción del gráfico 3 hemos calculado los cuartiles (25%, 50% y

75%) y el último decil (90%) a partir de los porcentajes de trabajadores sin formación, con Formación Profesional y con formación universitaria.

Un primer elemento reseñable es que solo un 2,6% de empresas industriales no tienen empleados sin formación. En cambio, estos porcentajes crecen de forma ostensible para el caso de la Formación Profesional y universitaria. Un 19,5% y un 14,3% de empresas industriales no emplean a trabajadores con Formación Profesional y universitaria, respectivamente.

Gráfico 3. Distribución del capital humano en la empresa industrial de España. 2016
(Porcentajes de empresas por nivel formativo)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

De hecho, el punto de vista inverso de estos últimos porcentajes nos permite afirmar que la gran mayoría de empresas industriales emplean al menos un trabajador con Formación Profesional o con formación universitaria. En efecto, un 80,5% y un 85,7% de empresas industriales ocupan a trabajadores con Formación Profesional y universitaria, respectivamente. Sin embargo, la distribución del capital humano, medida en porcentajes de empresas, es a todas luces desigual. La mitad de las empresas industriales cuentan con una participación del empleo con Formación Profesional de solo un 14,5%. En cambio, para el 10% de empresas del tramo superior, el porcentaje de empleados con dicha formación asciende hasta un 58%. Del mismo modo, la mitad de las empresas industriales cuentan con una presencia de trabajadores con formación universitaria de únicamente un 11%. Por el contrario, para el 10% de empresas del tramo superior, la proporción de empleados con este tipo de educación superior aumenta hasta un 32,7%. Los datos del empleo con Formación Profesional y universitaria contrastan con los del empleo sin titulación. Para la mitad de las empresas industriales, la participación del empleo sin titulación se sitúa en un 70,7%, registro que sube hasta el 95% para el 10% de empresas del tramo superior.

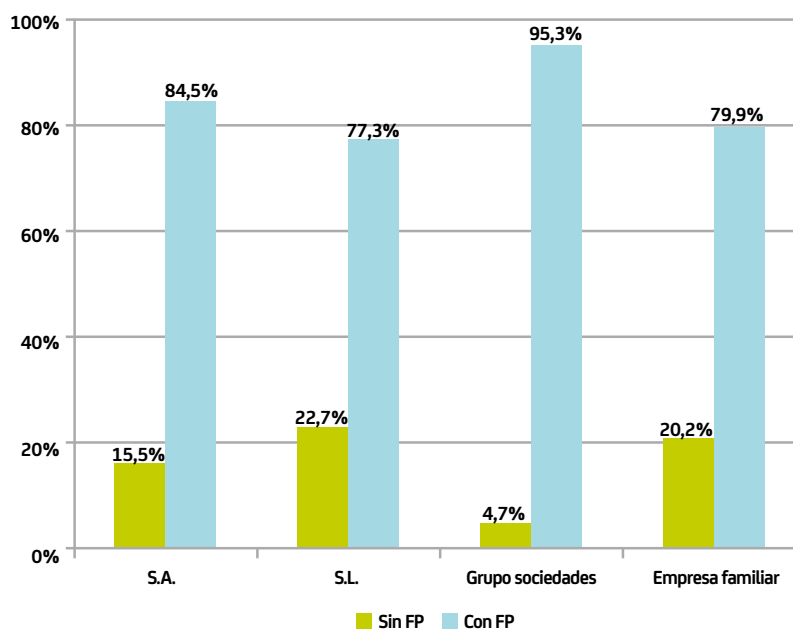
2.1.3. Propiedad y Formación Profesional en la empresa manufacturera

La estructura económica de la empresa industrial con Formación Profesional: sociedad anónima e integrada a un grupo empresarial. En cambio, las empresas sin Formación Profesional tienden a ser sociedad limitada y pertenecer a un grupo familiar.

En consonancia con la dimensión de la actividad, en 2016 las dos formas jurídicas principales de la empresa industrial en España eran la sociedad anónima y la sociedad limitada. Sin embargo, los datos obtenidos para las empresas en función de la presencia de trabajadores con Formación Profesional nos señalan una tendencia diferenciada (gráfico 4). Mientras que las empresas con Formación Profesional de sus empleados tienden hacia una estructura de sociedad anónima (un 84,5% de las S.A. contratan a empleados con esta formación), las empresas que carecen de ellos presentan de forma mucho más frecuente una estructura de sociedad limitada (22,7%, frente al 15,5%, respectivamente).

La misma situación se reproduce cuando se analiza la estructura de la propiedad en la empresa industrial. Mientras que las empresas con Formación Profesional de sus empleados observan una tendencia evidente a pertenecer a un grupo de sociedades (un 95,3% de las empresas que forman parte de un grupo empresarial contratan a empleados con Formación Profesional), en las empresas que no cuentan con personal formado en FP abundan de forma mucho más notoria las empresas familiares que los grupos empresariales (20,2%, frente al 4,7%, respectivamente).

Gráfico 4. Estructura económica de la empresa industrial con Formación Profesional de sus empleados. 2016 (Porcentajes de empresas)



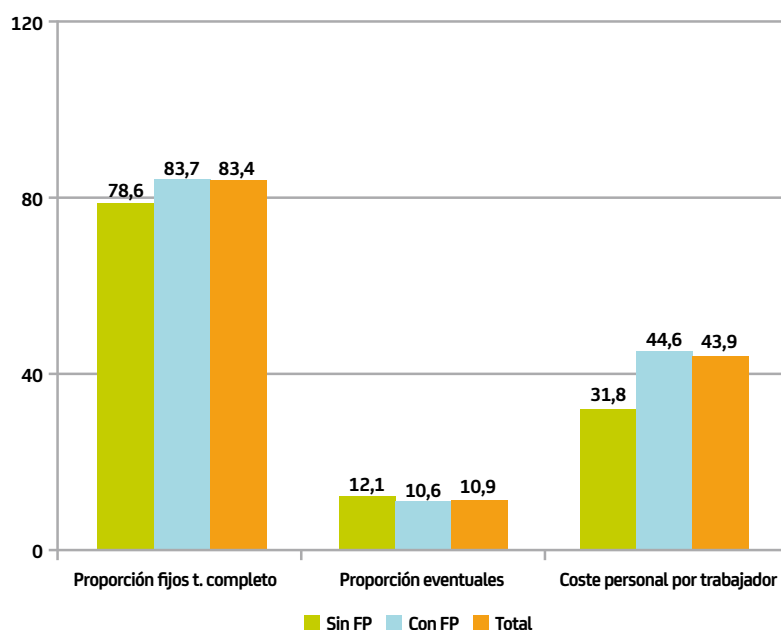
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

2.1.4. Gastos en formación y Formación Profesional en la empresa manufacturera

Los recursos humanos en la empresa industrial con Formación Profesional de sus empleados: mayor estabilidad del empleo, más gasto en formación y mejores salarios.

Desde la dimensión del empleo y los recursos humanos, los datos obtenidos para la empresa industrial que emplea trabajadores con Formación Profesional también nos ofrecen conclusiones interesantes (gráficos 5 y 6). En primer lugar, cabe señalar que esta formación se asocia con una mejor estabilidad del empleo. En efecto, el empleo asalariado con contrato fijo y a tiempo completo es superior en las empresas que contratan empleados con Formación Profesional (83,7% del total, respecto del 78,6% en las empresas que se sitúan en el polo opuesto). Del mismo modo, el porcentaje del empleo eventual es superior en las empresas que no contratan trabajadores con dicha formación (12,1% frente al 10,6% de las empresas que sí que lo hacen).

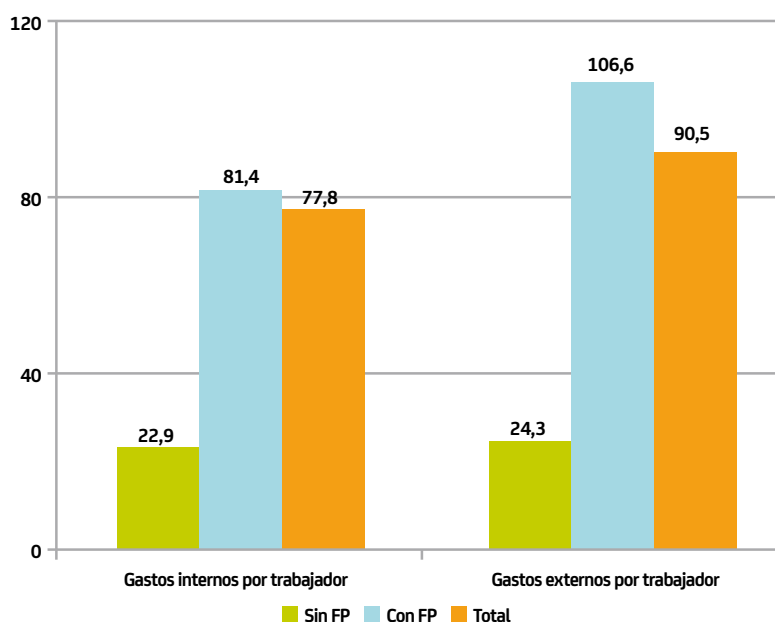
Gráfico 5. Los recursos humanos en la empresa industrial con Formación Profesional de sus empleados. 2016
(Proporción de fijos a tiempo completo y eventuales en porcentajes, gastos en formación –internos [FI] y externos [FE]– en euros, y coste de personal por trabajador en miles de euros)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

A esta mayor estabilidad del empleo, la Formación Profesional también se asociaba en 2016 con mayores esfuerzos en la capacitación de los empleados. En realidad, en las empresas con empleados que han cursado FP, tanto el gasto interno por trabajador (81,4 euros) como el gasto externo por trabajador (106,6 euros) son netamente superiores al esfuerzo en capacitación de las empresas que no tienen empleados con esta formación (22,9 euros para la formación interna y 24,3 euros para la formación externa, respectivamente).

Gráfico 6. Gastos externos e internos por empleado. 2016 (Datos en euros)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

Por último, la mayor estabilidad y esfuerzo en formación de las empresas que cuentan con empleados titulados en FP también se traduce en mayores retribuciones. Así, en 2016, el coste medio de personal por trabajador en estas empresas superó ligeramente los 44,5 mil euros, un 28,7% por encima de los 31,8 mil euros de media para las empresas que no contratan trabajadores con Formación Profesional.

Las empresas manufactureras que emplean más trabajadores con Formación Profesional invierten más en formación.

Un elemento relevante dentro de la estructura de las empresas manufactureras es la relación entre el gasto en formación y la mayor presencia de empleados con Formación Profesional. Las diferencias que existen entre las empresas que tienen empleados de FP y las que no son muy elevadas (véase tabla 2).

En realidad, el gasto en formación interna (esto es, la formación que lleva a cabo la empresa con sus propios medios no subcontratada) es 14 veces superior en términos absolutos en aquellas con empleados con Formación Profesional. Además, teniendo en cuenta la dimensión de la empresa, el gasto por trabajador en formación interna es de 40 euros anuales en aquellas con empleados provenientes de FP frente a los 14,5 del resto de empresas.

En la misma línea, los gastos externos reflejan también una clara diferencia en la inversión en formación de sus empleados entre ambos tipos de empresas. En el caso de aquellas que tienen trabajadores con FP, el gasto por empleado se eleva hasta los 105 euros frente a los 24,8 del resto de empresas.

Por tipología de gasto encontramos la misma relación. Respecto a la formación en informática y tecnologías de la información, en idiomas, en ventas y marketing, en ingeniería y formación técnica o en otros aspectos, la inversión es muy superior en las empresas con trabajadores con Formación Profesional frente a aquellas que no apuestan por una estructura de empleo que los incluya.

Tabla 2. Gasto en formación según tipología del gasto

	Gasto en euros		Gasto por trabajador	
	Sin FP	Con FP	Sin FP	Con FP
Gastos totales en formación interna	975	14.484	12,46	40,13
Gtos. ext. en formación en informática y tecnologías de la info.	186	2.423	2,38	8,30
Gtos. ext. en formación en idiomas	552	6.629	5,34	25,27
Gtos. ext. en formación en ventas y marketing	110	1.958	1,20	7,79
Gtos. ext. en formación en ingeniería y formación técnica	367	9.739	3,07	25,32
Gastos externos en formación en otros temas	1.194	10.980	12,81	39,02
Gastos externos totales en formación	2.408	31.737	24,79	105,73

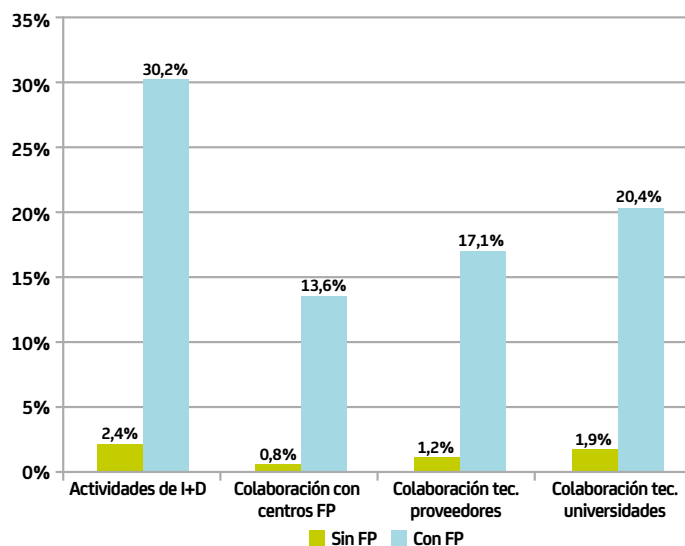
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

2.1.5. Innovación, Actividades de I+D y Formación Profesional en la empresa manufacturera

La empresa industrial con Formación Profesional de sus empleados destaca por una mayor intensidad tecnológica y en las actividades de I+D+i.

Sin duda, otro elemento importante para incrementar la generación de valor en la empresa industrial es la realización de actividades de I+D, tecnología e innovación. Los datos disponibles para la ESEE en 2016 también nos permiten evaluar esta dimensión de la generación de valor en la empresa industrial en función de la Formación Profesional de sus empleados (gráficos 7 y 8). Un primer elemento a destacar es su mayor propensión a la realización de actividades y al gasto en I+D. Así, un 30,2% de empresas industriales realizan y/o contratan actividades de I+D y además contratan empleados con este nivel formativo. Por el contrario, entre las empresas que no contratan empleados con FP, solo un 2,4% realizan y/o contratan actividades de I+D. Los datos del gasto en I+D sobre ventas van en la misma dirección. Para las empresas que contratan empleados con Formación Profesional este ratio se sitúa en un 0,84%, porcentaje que desciende con claridad hasta un 0,22% en el caso de las empresas que no emplean a trabajadores con FP.

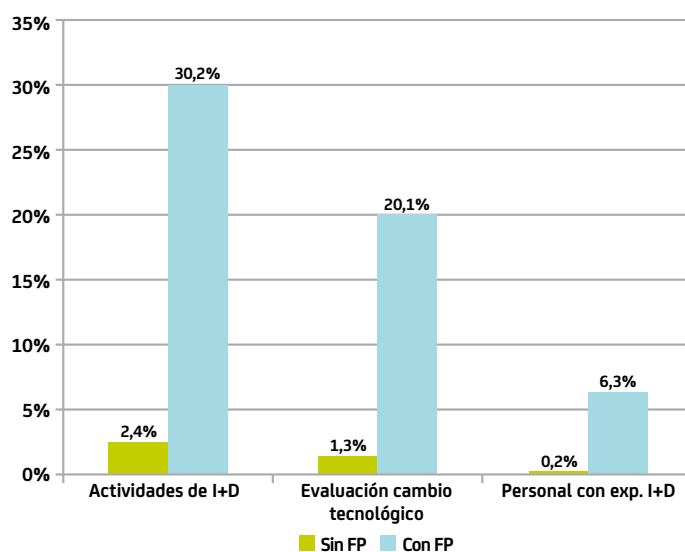
Gráfico 7. Actividades de I+D en la empresa industrial con Formación Profesional de sus empleados. 2016 (Porcentajes de empresas)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

Esta mayor intensidad tecnológica de las empresas que ocupan a trabajadores con Formación Profesional está muy relacionada con su mayor capacidad para establecer redes de colaboración: un 13,6% colabora con centros de Formación Profesional, un 17,1% con proveedores y un 20,4% con Universidades y centros de investigación. Además, también destacan por una mayor capacidad para evaluar el cambio tecnológico (20,1%) o para contratar personal con experiencia empresarial en actividades de I+D (6,3%). Los registros de la empresa industrial con empleados formados en FP contrastan con los datos, muy inferiores y en ningún caso superiores al 5% del total, de las empresas que no ocupan a empleados con esta característica.

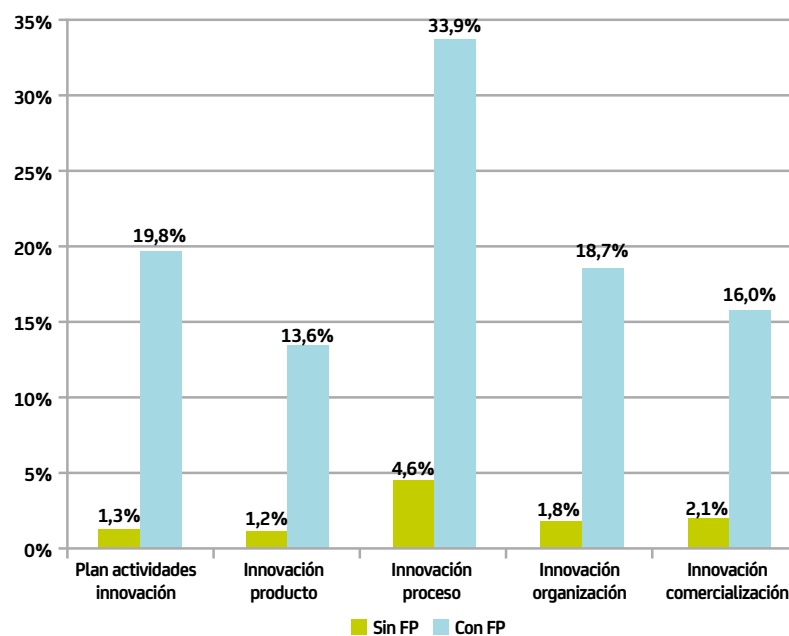
Gráfico 8. Actividades de I+D en la empresa industrial con Formación Profesional de sus empleados. 2016 (Porcentajes de empresas)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

Con la innovación se reproducen los resultados ya obtenidos en las actividades de I+D. Es decir, una mayor potencia innovadora en las empresas que ocupan a trabajadores con Formación Profesional (gráfico 9). En principio, señalar que alrededor de una quinta parte de este tejido empresarial (19,8%) ha puesto en marcha un plan de actividades de innovación. Más allá de su diseño, la realización de las distintas tipologías de innovación también distingue a la empresa industrial con empleados titulados en FP: innovación en producto (13,6%), innovación en proceso (33,9%), innovación en métodos organizativos (18,7%) e innovación en comercialización (16,0%). Como en el caso de las actividades de I+D, los resultados obtenidos para la empresa industrial con Formación Profesional entre sus empleados contrastan con los datos, siempre inferiores al 5% del total, de las empresas cuyos empleados no tienen esta titulación.

Gráfico 9. Actividades de innovación en la empresa industrial con Formación Profesional de sus empleados. 2016 (Porcentajes de empresas)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

2.1.6. La distribución sectorial y la Formación Profesional en la empresa manufacturera

Existen notables diferencias en la distribución sectorial de la empresa industrial con Formación Profesional.

Ya hemos señalado con anterioridad que más de tres cuartas partes de las empresas industriales (en concreto, un 80,5%) ocupan, al menos, a un empleado con Formación Profesional de grado medio y/o superior. Sin embargo, un análisis de la distribución sectorial nos señala importantes diferencias (gráfico 10). En efecto, los subsectores industriales de la industria del motor (95,8% de empresas con empleados titulados en FP), la industria química y

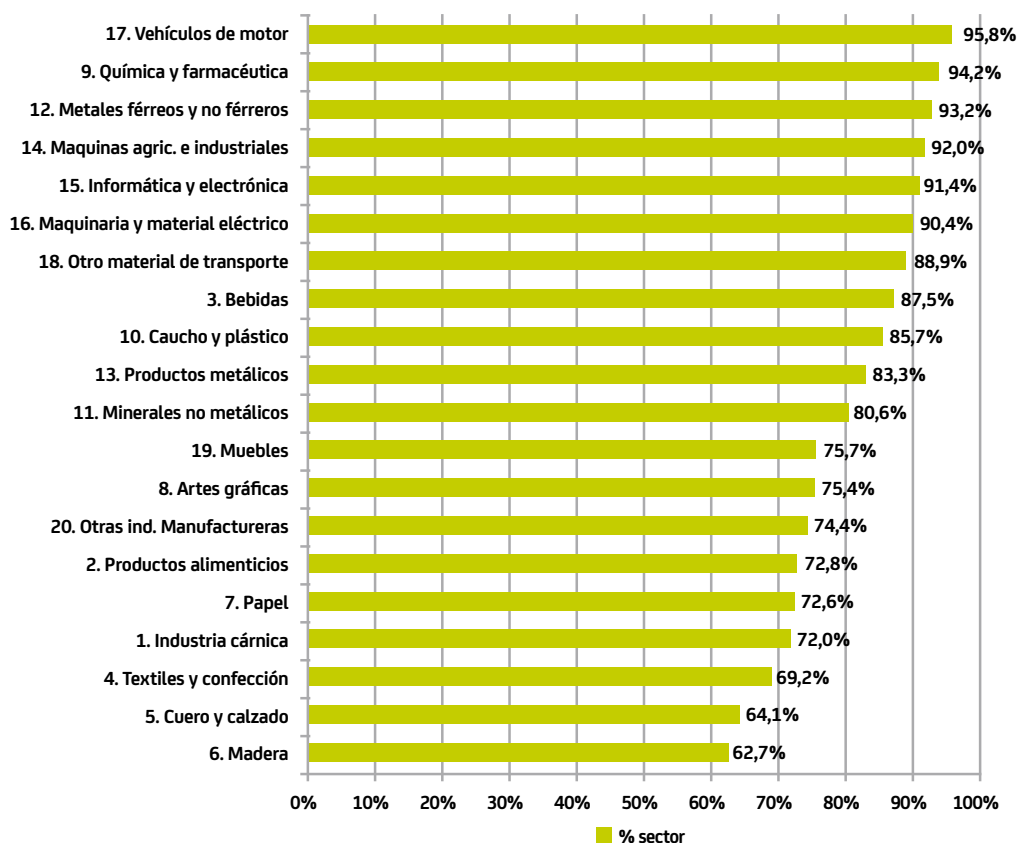
farmacéutica (94,2%), la industria de los metales férreos y no férreos (93,2%), la maquinaria agrícola e industrial (92,0%), los productos informáticos, electrónicos y ópticos (91,4%) y la maquinaria y el material eléctrico (90,4%) superan con amplitud la media industrial y el 90% de empleados con Formación Profesional.

Tabla 3. Porcentaje de empresas con empleados con Formación Profesional respecto al total de la industria manufacturera.

Sector	% total FP
Productos metálicos	13,3%
Productos alimenticios	12,0%
Química y farmacéutica	8,1%
Máquinas agric. e industriales	7,4%
Caucho y plástico	6,5%
Minerales no metálicos	6,3%
Téxtiles y confección	5,3%
Vehículos de motor	4,9%
Industria cárnica	4,3%
Muebles	4,0%
Papel	3,8%
Artes gráficas	3,7%
Maquinaria y material eléctrico	3,4%
Cuero y calzado	3,0%
Metales férreos y no férreos	3,0%
Bebidas	2,5%
Madera	2,3%
Informática y electrónica	2,3%
Otras ind. Manufactureras	2,1%
Otro material de transporte	1,7%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

Gráfico 10. Distribución sectorial de la empresa industrial con Formación Profesional de sus empleados. 2016
(Porcentajes de empresas con empleados con FP respecto al total de cada sector)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

En cambio, otros subsectores industriales se alejan bastante de la media sectorial y se sitúan muy por debajo de los que son líderes en empleados con FP. Entre ellos destacan la industria de la madera (62,7%), el cuero y calzado (64,1%) y la industria textil y de la confección (69,2%), todas ellas por debajo del 70% de empresas que ocupan a trabajadores titulados en Formación Profesional.

Por su parte, teniendo en cuenta la proporción sobre el total de empresas que contratan a trabajadores con FP, cabe destacar a la industria de los productos metálicos (13,3% de empresas que emplean a estos trabajadores) y a la industria alimenticia (12,0%). Sin embargo, la importancia relativa de estas dos ramas de actividad industrial debe atribuirse a su elevada presencia en la muestra de empresas (cercana al 13%), más que a su intensidad en el empleo con Formación Profesional.

2.1.7. La distribución territorial y la Formación Profesional en la empresa manufacturera

Existen importantes diferencias territoriales en la distribución de la empresa industrial con Formación Profesional.

Desde una perspectiva territorial, también hemos captado la distribución por comunidades autónomas del empleo con FP en la empresa industrial. Para ello, hemos utilizado como indicador de referencia la localización, es decir, la ubicación por comunidades autónomas del establecimiento principal de las empresas industriales. De nuevo, los resultados obtenidos nos señalan notables disparidades territoriales. La Rioja (93,8% de empresas que emplean a trabajadores con esta formación), Aragón (92,6%), el País Vasco (91,5%) y Baleares (90,5%) son las comunidades autónomas con mayor incidencia en el uso empresarial de empleados titulados en FP. Por el contrario, Extremadura (64,3%), Andalucía (68,5%) y Canarias (69,6%) se sitúan muy por debajo de la media nacional (80,5%) y representan a las comunidades autónomas que menos utilizan la Formación Profesional en la actividad industrial.

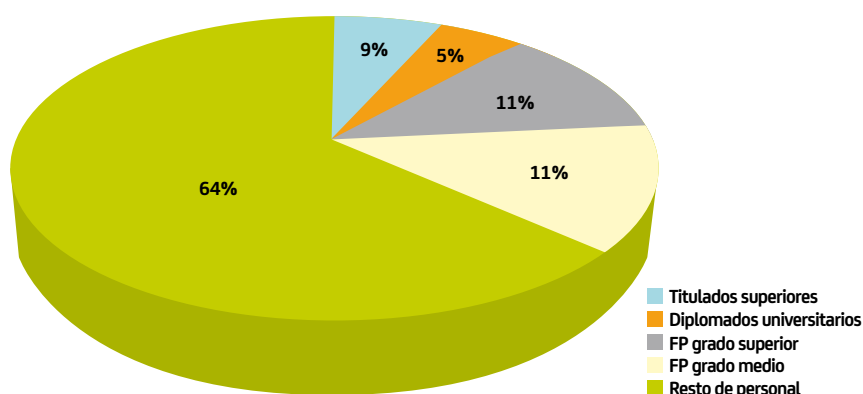
Debido a su importancia en términos de la mayor relevancia de su tejido industrial, es importante analizar los casos de Catalunya, la Comunidad Valenciana y Madrid. Mientras que en el caso de Catalunya su importancia relativa (24,0% del total de empresas españolas que ocupan a trabajadores con Formación Profesional) se ve ratificada por un porcentaje superior a la media nacional (85,6%), en el caso de Madrid (9,9% del total y 77,5% del total de empresas de la comunidad autónoma) y la Comunidad Valenciana (12,9% y 75,8%, respectivamente) sucede lo contrario.

2.2. Formación Profesional y resultados en la empresa industrial

El 22% de los empleados de la empresa media de la industria manufacturera española tiene un nivel educativo de Formación Profesional.

El nivel educativo del empleado industrial muestra una clara dualidad. Aproximadamente dos terceras partes de los empleados industriales de la muestra cuentan con estudios de formación secundaria. Por su parte, un 14% presentan un nivel de formación universitaria (titulados superiores o diplomados universitarios). Por último, un 22% de los empleados de la muestra tienen formación con origen en la FP. De ellos, un 11% de empleados con Formación Profesional de grado superior y otro 11% con Formación Profesional de grado medio.

Gráfico 11. Porcentaje de empleo según titulación



Fuente: Elaboración propia a partir de la ESEE 2016.

El desglose de los empleados con Formación Profesional nos señala una media de 40,78 empleados con esta tipología de formación por empresa (tabla 4). Su desglose, como ya se ha señalado, está integrado en su mayoría por empleados con FP de grado superior (20,9 empleados de media) y con FP de grado medio (19,94 empleados de media). Por su parte, el número de empleados en I+D con Formación Profesional es bajo, de 0,92 empleados de media (0,57 con FP de grado superior y 0,35 con FP de grado medio). Por último, la presencia de empleados (asalariados) o becarios procedentes de FP Dual es muy reducida (0,23 en el caso de los asalariados y 0,21 en el de los becarios).

Tabla 4. Trabajadores procedentes de Formación Profesional.

	Media	Desviación. Típica
Empleados totales		
FP grado superior	20,90	98,5
FP grado medio	19,94	96,5
FP total	40,78	184,4
Empleados en I+D		
FP grado superior	0,57	2,6
FP grado medio	0,35	3,3
FP total	0,92	4,9
FP Dual		
Asalariados	0,23	1,4
Becarios	0,21	1,5

Fuente: Elaboración propia a partir de la ESEE 2016.

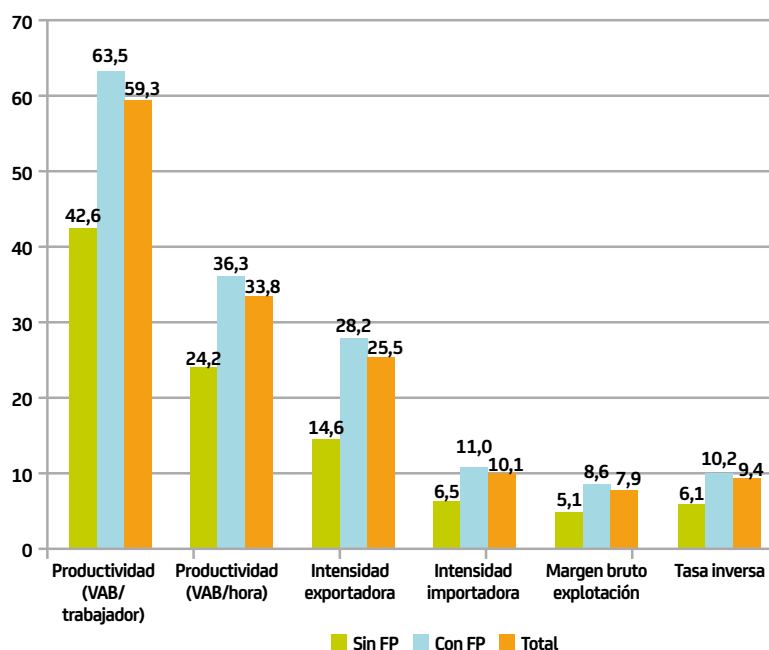
Los resultados de la empresa industrial con Formación Profesional de sus empleados: mayor dimensión, productividad, competitividad, beneficios e inversión.

Como resultado de un proceso de generación de valor más intensivo en capital humano, tecnología, I+D e innovación es de suponer que la empresa industrial que contrata empleados con Formación Profesional presente unos mejores resultados. Los datos disponibles para la ESEE de 2016 también nos han permitido corroborar esta premisa: los resultados obtenidos son muy favorables (gráfico 12). En primer lugar, hay que señalar que la empresa industrial con empleados titulados en FP presenta mayores volúmenes de ventas (63,5 millones frente a los 9,5 millones de las empresas que no contratan empleados con esta formación), valor añadido bruto (13,9 millones frente a 2,1 millones, respectivamente), activo (56,3 millones frente a 9,5 millones, respectivamente) y empleo (177,8 trabajadores de media frente a 42,5 empleados, respectivamente).

Un segundo elemento a tener en cuenta es que la empresa industrial con Formación Profesional de sus empleados es bastante más eficiente que la empresa que no contrata empleados con dicha formación. Este resultado es evidente cuando analizamos los datos de productividad, expresada tanto en términos por trabajador como en términos por hora trabajada. En efecto, mientras que la productividad del tejido empresarial con empleados procedentes de FP se sitúa en 63,5 mil euros por trabajador y en 36,3 euros por hora trabajada, la productividad de las empresas que no contratan este tipo de empleados es claramente inferior (42,6 mil euros por trabajador y 24,2 euros por hora trabajada).

El tercer elemento a reseñar es el mayor grado de apertura internacional de la empresa industrial con Formación Profesional de sus empleados. En 2016, un 60,8% de las empresas industriales exportaron (por un valor medio de 29,2 millones de euros) y tuvieron entre sus empleados a trabajadores titulados en FP. Un 56,1% de las empresas industriales importan (por un valor medio de 16,3 millones de euros) y cuentan entre sus empleados con trabajadores titulados en Formación Profesional. Más importante que el porcentaje de empresas con presencia en los mercados internacionales es su capacidad para ir aumentando de forma progresiva sus ventas en estos mercados. Aunque estos resultados son mucho más modestos, de nuevo cabe señalar el mayor grado de apertura internacional en la empresa industrial que contrata a empleados con Formación Profesional. En 2016 estas empresas fueron capaces de colocar un 28,2% del total de sus ventas a los mercados de exportación, a la par que importaron un 14,9% de sus ventas. Estos resultados contrastan con los datos obtenidos para las empresas sin Formación Profesional entre sus empleados (14,5% y 6,5% de exportaciones e importaciones sobre el total de ventas, respectivamente).

Gráfico 12. Principales resultados en la empresa industrial con Formación Profesional de sus empleados. 2016
(Productividad por trabajador en miles de euros [Valor añadido-VAB- por trabajador]; productividad por hora trabajada en euros [VAB por hora trabajada]; intensidad exportadora e importadora en porcentajes sobre ventas; y margen bruto de explotación y tasa inversora en porcentajes)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

Por último, hay que señalar que esta mayor eficiencia y competitividad también se ha trasladado a los beneficios empresariales, y a su ulterior tasa de inversión. El margen bruto de explotación en este conjunto del tejido empresarial industrial se situó en un 8,6% en 2016, bastante por encima del alcanzado por las empresas que no contratan empleados con Formación Profesional (5,1%). Además, estos mayores beneficios también se trasladaron a la actividad empresarial en forma de mayores ritmos de inversión. La tasa inversora de la empresa industrial que contrata empleados titulados en FP se situó en un importante 10,2%, más de cuatro puntos porcentuales por encima de la tasa inversora de las empresas que no cuentan con empleados con esta formación en sus plantillas (6,1%).

Tabla 5. Empleados con Formación Profesional y resultados de la empresa industrial

	Sin empleados con FP	Con empleados con FP
Valor añadido bruto (VAB) ¹	2.145.107	13.912.148
Productividad horaria (VAB / hora trabajada) ¹	23,9	35,7
Exportaciones		
Sí	14,1%	85,9%
No	32,6%	67,4%
Valor de las exportaciones ¹	2.854.975	29.213.323
Actividades de I+D		
No realiza ni contrata	25,3%	74,7%
Realiza y no contrata	7,4%	92,6%
Contrata y no realiza	10,0%	90,0%
Realiza y contrata	7,1%	92,9%

(1) Datos en euros.

Fuente: Elaboración propia a partir de la ESEE 2016.

3. Formación Profesional y resultados en la empresa industrial: un modelo explicativo

Acabamos de constatar que la empresa industrial española que contrata empleados con Formación Profesional presenta un proceso de generación de valor más intensivo, con mayores dotaciones de capital humano, tecnología, I+D e innovación, que la empresa que no lo hace. Además, también hemos observado que la presencia de esta formación en la empresa industrial se asocia con una mayor dimensión (activo, ventas, valor añadido y empleo) y mejores niveles de eficiencia, competitividad y rendimiento. Sin embargo, estas evidencias encontradas no nos señalan ninguna relación de causalidad, ni tampoco la dirección de dicha relación. Podría suceder que el simple hecho de que las empresas fueran más grandes, eficientes y competitivas, permitiera la contratación de empleados con mayores niveles de formación. O, justo al contrario, que las mayores dotaciones de capital humano, en especial de la Formación Profesional, explicaran los niveles más altos de innovación, eficiencia y competitividad de las empresas industriales.

Con el objetivo de esclarecer esta relación de causalidad hemos diseñado y contrastado económicamente un modelo multidimensional explicativo de la productividad en la empresa industrial, que también incorpora otros resultados y dimensiones del valor, como la competitividad, la innovación o el capital humano. La premisa básica de este modelo es que la Formación Profesional ejerce un conjunto de efectos, directos e indirectos, que explicarían los resultados de la empresa industrial en España. Se cumpliría, así, el postulado previo según el cual la Formación Profesional de los empleados explicaría los resultados de la empresa industrial. Para ver hasta qué punto estos efectos son mayores o menores que los ejercidos por otros capitales humanos, por ejemplo la formación universitaria, los modelos contrastados también incorporan otras tipologías de formación. Del

mismo modo, y con el objetivo de comprobar si una mayor presencia de la Formación Profesional en la empresa explica mejor sus resultados, también hemos analizado los efectos de su distribución. Como resultado de la multidimensionalidad del planteamiento, la metodología de estimación econométrica escogida ha sido el diseño y contraste de un modelo de ecuaciones estructurales (*Structural Equation Modelling*, SEM).

3.1. Las nuevas fuentes de la productividad empresarial

Durante los últimos años la persistencia de notables diferencias de productividad en amplias muestras de empresas y de sectores de actividad de todo el mundo ha impulsado la investigación sobre la eficiencia desde varios ámbitos del pensamiento económico (Syverson, 2011). Desde el punto de vista interno de la empresa, la investigación en organización industrial ha identificado todo un conjunto de elementos de valor, que estarían directamente relacionados con la generación y la difusión del conocimiento y que provocarían claras externalidades sobre los procesos de negocio (Torrent-Sellens, 2015). Nos referimos a las actividades de investigación y desarrollo (I+D), la innovación, y la inversión y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Tradicionalmente, se ha observado que las actividades de I+D son cruciales para aumentar la capacidad de absorción tecnológica de las empresas y, a través de la innovación, mejorar los niveles de productividad (Luintel, Khan, Theodoridis, 2014). En este contexto, se ha destacado la importancia de la I+D internacional para la productividad. En comparación con la innovación doméstica, y a través del conocimiento asociado con los productos y servicios intermedios, el mecanismo de transferencia tecnológica internacional genera desbordamientos (*spillovers*) y retornos (Ang, Madsen, 2013; Eberhardt, Helmers, Strauss, 2013). Sin embargo, la investigación sobre la heterogeneidad de la productividad empresarial ha subrayado la necesidad de superar la investigación tradicional en I+D, y ha señalado también la importancia decisiva de la innovación, en especial en las empresas de menor dimensión (Doraszelski, Jaumandreu, 2013; Hall, Lotti, Mairesse, 2009). Estos resultados sugieren que las diferentes prácticas de innovación inciden sobre la productividad de manera diversa. La innovación de producto, más vinculada con la respuesta a los cambios de la demanda, explica la productividad de forma más directa (Bernard, Redding, Schott, 2010). En cambio, la innovación de proceso, más vinculada con la generación interna de valor, proporciona una explicación más directa de la eficiencia técnica de la empresa (Gunday et al., 2011).

A partir de la segunda mitad de la década de los noventa, y como resultado del resurgimiento de la productividad en Estados Unidos, la literatura ha demostrado una importancia creciente de la inversión y el uso de las TIC. Se ha puesto de relieve que las tecnologías digitales ejercen un efecto directo positivo sobre la productividad agregada a través de la dependencia (intensificación) del capital TIC y de las mejoras de eficiencia (productividad total de los factores) en los sectores que producen estas tecnologías. En cambio, la influencia directa de las TIC en los sectores intensivos en sus usos ha sido más bien modesta (Jorgenson, Ho, Stiroh, 2008). Sin embargo, investigaciones más recientes han confirmado que el cambio tecnológico inducido por las TIC ejerce un amplio grupo de efectos sinérgicos sobre el conjunto de elementos de valor de la empresa (Bloom, Sadun, Van Reenen, 2012; Jorgenson, Ho, Stiroh, 2016). En el caso de las empresas pequeñas estos efectos sinérgicos de las TIC sobre la productividad serían, en la mayoría de ocasiones, indirectos (Díaz-Chao, Sainz-González, Torrent-Sellens, 2015).

En el contexto digital, la literatura también ha señalado que los avances en productividad también pueden ser impulsados a través de la conexión entre empresas. Estos desbordamientos estarían relacionados con los mecanismos de aglomeración (en particular, la densidad de los mercados de factores) y la transferencia de conocimiento (entre empresas líderes y sus seguidoras, o entre empresas y sus vecinos más inmediatos). Estos mecanismos incluirían la convergencia en productividad a través de la expansión de los flujos de conocimiento dentro de la actividad de I+D, la transferencia de tecnología o la inversión directa extranjera (Keller, Yeaple, 2009).

A pesar de que los robots industriales ya hace mucho tiempo que han sido introducidos en la actividad productiva, durante los últimos años su vinculación con la inteligencia artificial y las tecnologías de la segunda oleada digital (como el aprendizaje de las máquinas, Internet de las cosas, la computación en la nube, los grandes datos o la impresión 3D, entre otras) ha generado un renovado interés académico por sus efectos sobre la productividad y el empleo (Autor, 2015; Pratt, 2015). Observando la productividad, la evidencia disponible nos sugiere una clara relación entre la densidad robótica (robots por horas trabajadas), la productividad del trabajo y el crecimiento económico durante el periodo anterior a la última crisis económica iniciada el 2007 (Graetz, Michaels, 2015).

Con todo, la manifestación de un claro retardo (*slowdown*) de la productividad agregada durante los últimos años en la mayoría de economías más avanzadas del mundo ha abierto, una vez más, el debate sobre las consecuencias de las diferentes oleadas tecnológicas (especialmente de la digitalización) sobre la dinámica de la productividad (Syverson, 2017). Las visiones más optimistas sugieren que las oleadas de la digitalización y la automatización continúan conduciéndonos hacia nuevos modelos disruptivos de negocio y hacia nuevas fases del crecimiento de la productividad (Brynjolfsson, McAfee, 2012). En contrapartida, los puntos de vista más pesimistas sugieren que la primera oleada de la digitalización (TIC e Internet no interactivo) ya habría finalizado sus efectos sobre la productividad, mientras que la incidencia de la segunda oleada todavía no se estaría percibiendo (Gordon, 2012). En este contexto y para el nivel empresarial, la poca evidencia disponible señala claros incrementos en la dispersión de la productividad. Se consolida una distancia creciente entre las empresas que están en la frontera global de la innovación y la digitalización, y el gran grupo de empresas restantes que las siguen (Andrews, Criscuolo, Gal, 2016).

La investigación macroeconómica también ha introducido varios componentes microeconómicos para clarificar las diferencias de productividad agregada. La evidencia confirma que la presencia en los mercados internacionales, tanto a través de la importación de factores como mediante la exportación de productos, ejerce una presión competitiva que podría impulsar la productividad. Esta presión se asocia, en el caso de las importaciones, con un mayor o más barato acceso a los factores de producción o de innovación (Bloom et al., 2013) y, en el caso de las exportaciones, con las economías de aprendizaje que genera la entrada y la consolidación a los mercados de exportación (De Loecker, Van Biesebroeck, 2016).

La economía del trabajo también ha contribuido de manera significativa a la explicación de las diferencias de productividad del trabajo entre empresas. En este contexto, se ha destacado la importancia decisiva del capital humano y el aprendizaje (Fox, Smeets, 2011; Konings, Vanormelingen, 2015). La literatura organizativa también ha realizado importantes avances, señalando los efectos sobre la productividad empresarial de los sistemas organizativos de elevado rendimiento y las relaciones laborales flexibles (Bloom, Sadun, Van Reenen, 2012), las prácticas conjuntas e innovadoras de recursos humanos (Guest, 2011; Jiang et al., 2012), o la interacción social entre los trabajadores (Bandiera, Barankay, Rasul, 2009). Por último, la literatura de la estrategia empresarial también nos ha explicado cómo las prácticas directivas, la experiencia empresarial o los diferentes perfiles de los directivos explican la productividad (Bloom, Van Reenen, 2010; Kaplan, Klebanov, Sorensen, 2012). En este contexto, dicha productividad también se vincularía con las decisiones estratégicas sobre la estructura empresarial, en particular la descentralización y deslocalización hacia empresas y plantas de producción más eficientes (Bartelsman, Haltiwanger, Scarpetta, 2013).

Acabamos de constatar que los factores impulsores de la productividad empresarial son múltiples y complejos. Durante los últimos años, la investigación ha intentado explicar las fuentes y las diferencias de la productividad empresarial en el contexto competitivo vinculado con la irrupción de la economía global del conocimiento

(Venturini, 2015). Esta literatura abarca tanto los elementos internos de generación de valor como las fuerzas competitivas del mercado. Sin embargo, esta evidencia toma en su mayor parte una aproximación parcial, un foco específico de análisis. Con la intención de ampliar y mejorar esta parcialidad, el pensamiento económico ha desarrollado el nuevo enfoque de los efectos desbordamiento, en especial los vinculados con el conocimiento (*knowledge spillovers*). Esta literatura trata de entender la heterogeneidad empresarial y las consecuencias, directas e indirectas, que explican la productividad. Precisamente, este enfoque es el que se ha utilizado para el planteamiento de nuestro modelo e hipótesis de trabajo (véase anexo metodológico).

3.2. Resultados

Flujos de conocimiento en la empresa industrial

El primer paso de la metodología econométrica de análisis ha sido la construcción del indicador latente relativo a los flujos de conocimiento (F. CONOCIMIENTO en tabla 7). En la tabla 6 se reproducen los resultados de la estimación del modelo de ecuaciones estructurales (SEM) con errores de medida evaluado para 2016².

Tabla 6. Estimación del indicador latente de los flujos de conocimiento (FLCONOC) en la empresa industrial. 2016

Indicadores	Coefficientes estandarizados	Errores
Innovación (INNOV)	0,542***	0,973***
Nuevas formas de organización del trabajo (NFOT)	0,427***	0,623***
Usos Web (USWEB)	0,065***	0,878***
Tecnologías Web (TECWEB)	0,298***	0,837***
Actividades de I+D (AI+D)	0,792***	0,352***
Tecnologías de I+D (TECI+D)	0,733***	0,146***
Recursos de I+D (RECI+D)	0,838***	0,189***
Bondad de ajuste	Valor	Valor crítico
NFI	0.947	>0.95
RFI	0.977	>0.95
IFI	0.993	>0.95
TLI	0.988	>0.95
CFI	0.993	>0.95
RMSEA	0.042	<0.08

Notas: Método de regresión: modelo de ecuaciones estructurales (SEM) con errores de medida. Coeficientes estimados: efectos directos. *** $p < 0.01$. Índices de bondad de ajuste: NFI: Normed Fix Index; RFI: Relative Fit Index; IFI: Incremental Fit Index; TLI: Tucker-Lewis Index; CFI: Comparative Fit Index; RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

2/ Cabe destacar que los índices de bondad de ajuste del modelo son altamente satisfactorios. Los valores de los índices NFI, RFI, IFI, TLI y CFI son elevados y cercanos a su valor óptimo de 1. Por su parte, el valor del índice RMSEA es inferior a 0,08, lo que corrobora la validez del modelo propuesto (Hooper, Coughlan, Mullen, 2009).

Es importante señalar que, en cuanto a los coeficientes obtenidos, todos los indicadores especificados en el modelo son estadísticamente significativos (al 99% de confianza). Es decir, se puede afirmar que en la empresa industrial, la I+D (actividades, tecnologías y recursos) constituye el núcleo (coeficientes más elevados) de la generación y la difusión de conocimiento.

Determinantes de la productividad en la empresa industrial

El segundo paso de la metodología econométrica de análisis es la estimación de un modelo, siguiendo la misma metodología, que nos permita analizar los factores explicativos de la productividad del trabajo (PRODUCTIVIDAD en la siguiente tabla) en la empresa industrial de España. En la tabla 7 se reproducen los resultados de la estimación del modelo (efectos directos) para el año 2016 y en función del stock formativo de los empleados³ (incidencia sobre el empleo de los siguientes niveles educativos: sin formación, Formación Profesional, formación universitaria, y Formación Profesional más formación universitaria).

Por lo que respecta a los coeficientes obtenidos, un primer resultado importante a destacar es que el stock formativo de los empleados ejerce un efecto directo y creciente sobre el coste laboral, el gasto externo en formación y el gasto en I+D sobre ventas. De esta manera, mientras que para los empleados sin formación los coeficientes directos de estas tres relaciones son negativos, para la Formación Profesional y la formación universitaria estos coeficientes se tornan positivos y, además, evolucionan al alza de manera clara. De hecho, en el tránsito desde el empleo sin formación al empleo con Formación Profesional, el coste laboral por empleado aumenta un 19,4%, los gastos externos en formación crecen un 10,5% y los gastos en I+D aumentan un 6,4%. Así pues, se puede concluir que la Formación Profesional genera un efecto directo positivo sobre las retribuciones del empleo, además de intensificar el proceso de generación de valor en la empresa industrial mediante una mayor ampliación de su stock de capital humano y un mayor esfuerzo en las actividades de I+D.

Además, y para el caso concreto del coste laboral y el gasto en formación, se observa una evidente relación de complementariedad entre la Formación Profesional y la formación universitaria, en el sentido de que los coeficientes de ambas formaciones son superiores a los coeficientes de estos niveles formativos tratados de manera individual. En segundo lugar, y para el resto de dimensiones explicativas de la productividad, no se aprecian diferencias muy notables entre los coeficientes directos obtenidos en función del nivel educativo de los empleados en la empresa industrial.

3/ Los índices de bondad de ajuste de los dos modelos son satisfactorios, con valores de los índices NFI, RFI, IFI, TLI y CFI cercanos a 1, y valores del índice RMSEA inferiores o iguales a 0,08.

Tabla 7. Estimación de la productividad del trabajo en la empresa industrial, en función del stock formativo de sus empleados. 2016 (coeficientes estandarizados; efectos directos)

Hipótesis/variables (explicativas à explicada)	Sin formación (SF)	Formación Profesional (FP)	Formación universitaria (FU)	(FP+FU)
EFECTOS SOBRE LA PRODUCTIVIDAD				
H1. F. CONOCIMIENTO → PRODUCTIVIDAD	0,094***	0,094***	0,094***	0,094***
H2. ROBOTS → PRODUCTIVIDAD	0,044*	0,043**	0,044**	0,044**
H3. C. LABORAL → PRODUCTIVIDAD	0,523***	0,532***	0,521***	0,523***
H4. EXPORTA → PRODUCTIVIDAD	0,144***	0,142***	0,144***	0,144***
OTROS EFECTOS				
H5. F. CONOCIMIENTO → ROBOTS	0,100***	0,101***	0,099***	0,100***
H6. ACTIVO → F. CONOCIMIENTO	0,527***	0,523***	0,532***	0,527***
H7. ACTIVO → ROBOTS	0,349***	0,349***	0,349***	0,349***
H8. ACTIVO → C. LABORAL	0,464***	0,485***	0,451***	0,464***
H9. ACTIVO → EXPORTS	0,626***	0,626***	0,627***	0,626***
H10. ACTIVO → G.FORMACIÓN	0,360***	0,371***	0,359***	0,360***
H11. ACTIVO → GI+D	0,128***	0,174***	0,075***	0,127***
H12. G.FORMACIÓN → C. LABORAL	0,118***	0,162***	0,124***	0,117***
H13. F. CONOCIMIENTO → G.FORMACIÓN	0,246***	0,269***	0,234***	0,246***
H14. GI+D → F. CONOCIMIENTO	0,305***	0,304***	0,307***	0,305***
H15. GI+D → EXPORTA	0,054***	0,054***	0,055***	0,055***
H16. FORMEMP → C. LABORAL	-0,313***	0,194***	0,289***	0,314***
H17. FORMEMP → G.FORMACIÓN	-0,167***	0,105***	0,164***	0,169***
H18. FORMEMP → GI+D	-0,197***	0,064***	0,304***	0,198***
Bondad de ajuste				
NFI	0,926	0,951	0,923	0,946
RFI	0,915	0,947	0,875	0,915
IFI	0,929	0,954	0,916	0,949
TLI	0,922	0,985	0,865	0,921
CFI	0,939	0,954	0,906	0,939
RMSEA	0,061	0,047	0,071	0,061

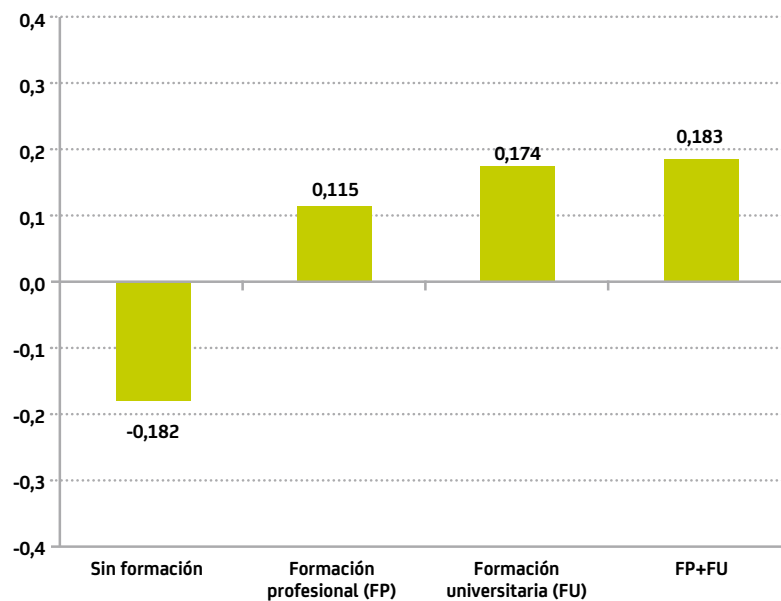
Notas: Método de regresión: modelo de ecuaciones estructurales (SEM) con errores de medida. Coeficientes estimados: efectos directos. *** p < 0,01; ** p < 0,05; * p < 0,1. Índices de bondad de ajuste: NFI: Normed Fix Index; RFI: Relative Fit Index; IFI: Incremental Fit Index; TLI: Tucker-Lewis Index; CFI: Comparative Fit Index; RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

La Formación Profesional de los empleados eleva el nivel de productividad de la empresa industrial en un 11,5%. Además, se observa una relación de complementariedad entre ésta y la formación universitaria en la explicación de la productividad.

Acabamos de confirmar que la Formación Profesional ejerce resultados directos positivos sobre la retribución de los empleados, además de intensificar el proceso de generación de valor de la empresa industrial con mayores dotaciones de capital humano e inversión en I+D. Sin embargo, todavía no hemos podido demostrar los efectos de las tipologías de formación de los empleados sobre los principales resultados en la empresa industrial. Precisamente, el modelo multidimensional planteado nos permite obtener conclusiones relevantes en este sentido a través del análisis de los efectos totales que las variables explicativas generan sobre las variables explicadas.

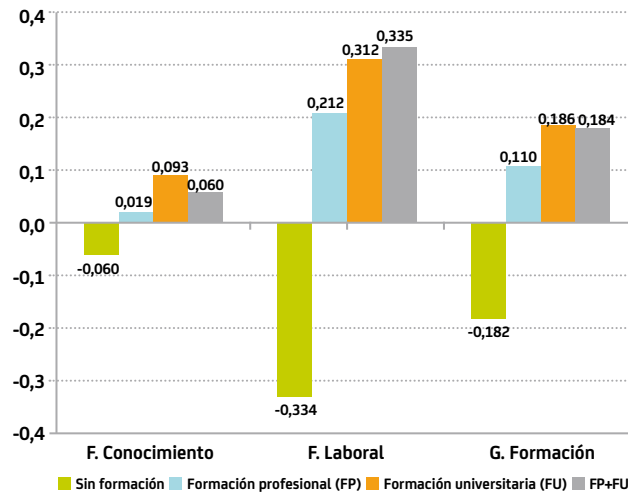
Gráfico 13. Efectos del stock formativo de los empleados sobre la productividad de la empresa industrial. 2016 (efectos totales estandarizados)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

Los gráficos 13, 14 y 15 presentan los efectos totales que el stock formativo de los empleados genera sobre los principales resultados de la empresa industrial.

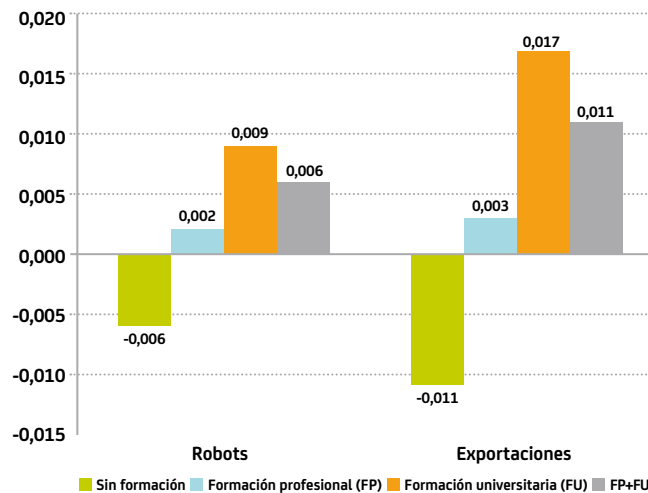
Gráfico 14. Efectos del stock formativo de los empleados sobre algunos de los principales resultados de la empresa industrial. 2016 (efectos totales estandarizados)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

En primer lugar, cabe señalar que la Formación Profesional de los empleados eleva el nivel de productividad de la empresa industrial en un 11,5%, mientras que el empleo sin formación reduce el nivel de productividad del trabajo en un -18,2%. En comparación con los resultados obtenidos para la formación universitaria (17,4% de incremento del nivel de productividad), hay que apuntar la existencia de cierta relación de complementariedad entre ambas formaciones. El efecto total de la Formación Profesional más la formación universitaria sobre la productividad (18,3%) es superior al de la formación universitaria tratada individualmente. Este resultado sugiere que los dos niveles formativos se complementan en la explicación de la productividad, probablemente gracias a efectos combinables en sus distintas dimensiones explicativas.

Gráfico 15. Efectos del stock formativo de los empleados sobre las exportaciones y robotización de la empresa industrial. 2016 (efectos totales estandarizados)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

La Formación Profesional de los empleados en la empresa industrial aumenta de forma ostensible las retribuciones brutas (21,2%) y la inversión en I+D (6,4%). Sin embargo, los efectos sobre la competitividad internacional son muy modestos.

En segundo lugar, y como ya hemos observado al analizar los efectos directos, la Formación Profesional también tiene consecuencias muy positivas sobre la innovación y la retribución en la empresa industrial. De hecho, desde unos coeficientes muy negativos para el caso de los empleados sin formación, la Formación Profesional eleva tanto el coste laboral por trabajador (21,2%) como la inversión en I+D (6,4%). Como en el caso de la productividad, estos son inferiores a los generados por la formación universitaria: 31,2% de aumento en el caso del coste laboral medio por trabajador y 30,4% en el de la inversión en I+D. Por último, los resultados obtenidos nos señalan un efecto de la Formación Profesional muy modesto sobre la competitividad internacional (valor de las exportaciones) de la empresa industrial. Desde un efecto negativo para el empleo sin formación (-1,1%), el tránsito hacia la Formación Profesional genera un resultado muy poco perceptible (0,3%), que mejora claramente con la formación universitaria (1,7%).

A mayor presencia de la Formación Profesional en la empresa industrial, mejores retribuciones y mayor intensidad del capital humano y la innovación.

Hemos constatado que la Formación Profesional ejerce claros efectos positivos sobre el proceso de generación de valor de la empresa industrial, a través de la innovación y la ampliación del capital humano, además de impulsar las retribuciones de los empleados y mejorar la eficiencia empresarial. Con el objetivo de contrastar si una mayor presencia de esta formación mejora estos resultados positivos, hemos segmentado la muestra de empresas disponible en función de los cuatro cuartiles (puntos de corte cada 25% de empresas⁴) que nos proporciona la distribución de la Formación Profesional en la empresa industrial. En la tabla 8 se reproducen los resultados de la estimación del modelo (efectos directos) para el año 2016 y en función de la distribución por cuartiles de la Formación Profesional en la empresa industrial. En primer lugar, debemos señalar que los índices de bondad de ajuste de los dos modelos son satisfactorios, con valores de los índices NFI, RFI, IFI, TLI y CFI cercanos a 1, y valores del índice RMSEA inferiores o iguales a 0,08.

En cuanto a los coeficientes obtenidos, un primer resultado importante a destacar es que la Formación Profesional de los empleados ejerce un efecto directo y creciente sobre el coste laboral, el gasto externo en formación y el gasto en I+D sobre ventas. En realidad, mientras que para los dos primeros cuartiles de dicha formación los coeficientes directos de estas tres relaciones son negativos, para el tercer y el cuarto cuartil los coeficientes se tornan positivos y, además, evolucionan al alza de manera clara. De hecho, en el tránsito desde los dos primeros cuartiles con menor presencia de la Formación Profesional hacia los dos segundos cuartiles que la tienen más representada, el coste laboral por

4/ Los puntos de corte de cada 25% se obtienen ordenando las empresas de forma creciente en función de la proporción de trabajadores con Formación Profesional que tiene cada empresa.

empleado aumenta un 5,3% y 16,1%, respectivamente. Por su parte, los gastos externos en formación crecen un 5,9% y un 9,2%, en cada caso, mientras que los gastos en I+D se acrecientan en un 2,9% y 7,7%, respectivamente. Así pues, se puede concluir que una mayor presencia de la Formación Profesional en la empresa industrial genera un efecto directo positivo sobre las retribuciones del empleo, además de intensificar el proceso de generación de valor, a través de una mayor ampliación de su stock de capital humano y de un mayor esfuerzo en las actividades de I+D.

Tabla 8. Estimación de la productividad del trabajo en la empresa industrial, en función de la distribución por cuartiles de la Formación Profesional de sus empleados. 2016 (coeficientes estandarizados; efectos directos)

Hipótesis/variables (explicativas à explicada)	Primer cuartil	Segundo cuartil	Tercer cuartil	Cuarto cuartil
EFECTOS SOBRE LA PRODUCTIVIDAD				
H1. F. CONOCIMIENTO → PRODUCTIVIDAD	0,094***	0,093***	0,093***	0,093***
H2. ROBOTS → PRODUCTIVIDAD	0,043*	0,043*	0,043*	0,043*
H3. C.LABORAL → PRODUCTIVIDAD	0,530***	0,537***	0,536***	0,533***
H4. EXPORTA → PRODUCTIVIDAD	0,142***	0,141***	0,141***	0,141***
OTROS EFECTOS				
H5. G.FORMACIÓN → ROBOTS	0,101***	0,100***	0,100***	0,100***
H6. ACTIVO → F. CONOCIMIENTO	0,524***	0,523***	0,523***	0,523***
H7. ACTIVO → ROBOTS	0,348***	0,349***	0,349***	0,349***
H8. ACTIVO → C.LABORAL	0,482***	0,489***	0,487***	0,487***
H9. ACTIVO → EXPORTA	0,626***	0,626***	0,626***	0,626***
H10. ACTIVO → G.FORMACIÓN	0,360***	0,377***	0,376***	0,372***
H11. ACTIVO → GI+D	0,165***	0,183***	0,180***	0,175***
H12. G.FORMACIÓN → C.LABORAL	0,157***	0,190***	0,185***	0,170***
H13. F. CONOCIMIENTO → G.FORMACIÓN	0,259***	0,275***	0,270***	0,271***
H14. GI+D → F. CONOCIMIENTO	0,304***	0,304***	0,304***	0,304***
H15. GI+D → EXPORTA	0,054***	0,054***	0,054***	0,054***
H16. FP → C.LABORAL	-0,152***	-0,072***	0,053***	0,161***
H17. FP → G.FORMACIÓN	-0,159***	-0,003*	0,059***	0,092***
H18. FP → GI+D	-0,080***	-0,029***	0,029***	0,077***
Bondad de ajuste				
NFI	0,935	0,957	0,951	0,954
RFI	0,848	0,893	0,877	0,885
IFI	0,948	0,961	0,954	0,957
TLI	0,945	0,901	0,884	0,892
CFI	0,938	0,960	0,954	0,957
RMSEA	0,055	0,043	0,047	0,046

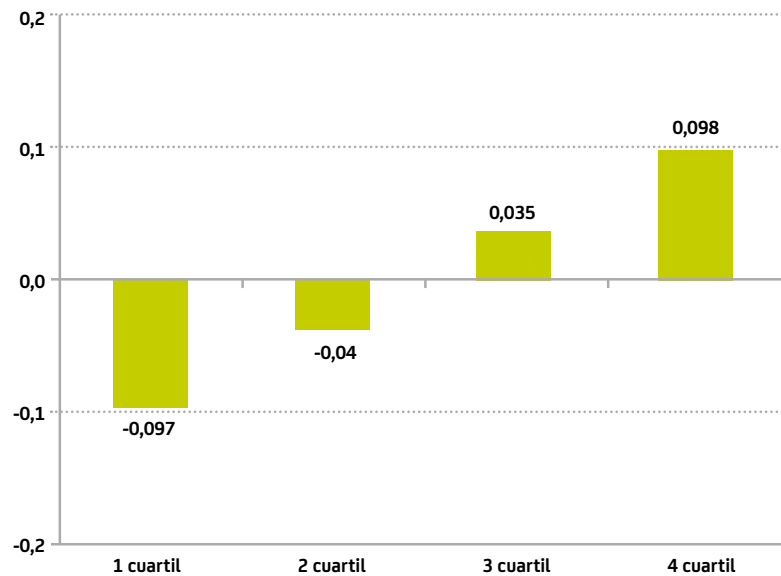
Notas: Método de regresión: modelo de ecuaciones estructurales (SEM) con errores de medida. Coeficientes estimados: efectos directos. *** p < 0,01; ** p < 0,05; * p < 0,1. Índices de bondad de ajuste: NFI: Normed Fix Index; RFI: Relative Fit Index; IFI: Incremental Fit Index; TLI: Tucker-Lewis Index; CFI: Comparative Fit Index; RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

A mayor presencia de la Formación Profesional en los empleados de la empresa industrial, mayores niveles de productividad. A partir de un 14,5% de empleados con Formación Profesional, los efectos de este nivel formativo sobre la productividad se vuelven positivos y se aceleran con claridad.

Los gráficos 16, 17 y 18 presentan los efectos totales que la intensificación de la Formación Profesional de los empleados genera sobre los principales resultados de la empresa industrial.

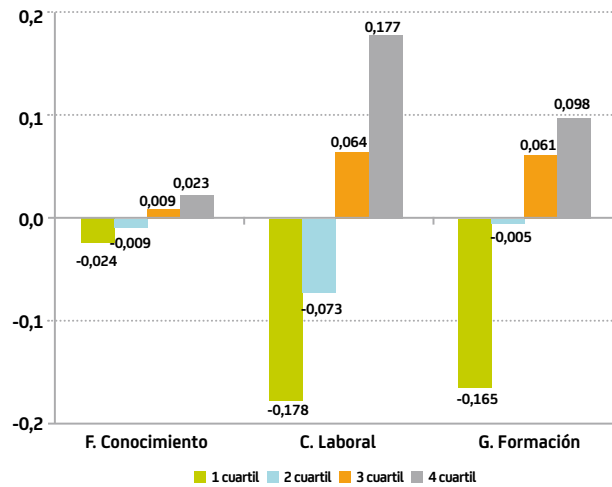
Gráfico 16. Efectos de la intensidad de la Formación Profesional de los empleados sobre la productividad de la empresa industrial. 2016 (efectos totales estandarizados)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

En primer lugar, cabe señalar que una mayor presencia de empleados con Formación Profesional eleva de manera clara el nivel de productividad en la empresa industrial. Mientras que en los dos primeros cuantiles con menor presencia de empleados con este tipo de formación su efecto sobre la productividad es negativo (hasta un 14,5% de empleados con titulación en FP), en el tercer y el cuarto cuartil el efecto se vuelve positivo, con aumentos del nivel de productividad del 3,5% y el 9,8%, respectivamente.

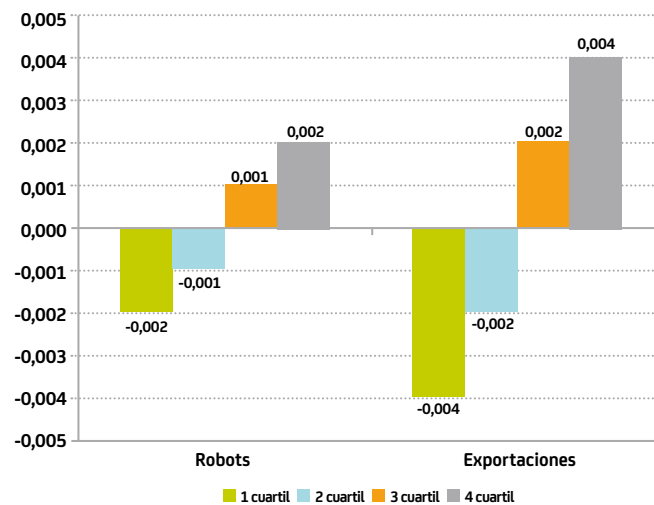
Gráfico 17. Efectos de la intensidad de la Formación Profesional de los empleados sobre los flujos de conocimiento, el coste laboral y los gastos en formación de la empresa industrial. 2016 (efectos totales estandarizados)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

En segundo lugar, y como ya hemos observado al analizar los efectos directos, la intensificación de la Formación Profesional también ejerce una influencia positiva sobre la innovación y la retribución en la empresa industrial. Así pues, desde unos coeficientes muy negativos para el caso de sus dos primeros cuantiles, dicha formación eleva tanto el coste laboral por trabajador (6,4% y 17,7% en el tercer y cuarto cuartil, respectivamente) como la inversión en I+D (2,9% y 7,7% en el tercer y cuarto cuartil, respectivamente). Por último, los resultados obtenidos nos señalan un efecto de la intensificación de la Formación Profesional muy modesto, prácticamente imperceptible, sobre la competitividad internacional (valor de las exportaciones) de la empresa industrial. De hecho, el impacto de esta formación sobre las exportaciones de la empresa industrial se mueve en una horquilla que va desde un -0,4% para el primer cuartil hasta un 0,4% en el cuarto cuartil.

Gráfico 18. Efectos de la intensidad de la Formación Profesional de los empleados sobre las exportaciones y robotización de la empresa industrial. 2016 (efectos totales estandarizados)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

4. Conclusión: nueva industria, más y mejor Formación Profesional

Este estudio ha analizado las nuevas fuentes de la productividad de la empresa industrial en España, en particular dentro del contexto de los efectos desbordamiento del conocimiento, y prestando especial atención al papel que ejerce la Formación Profesional de sus empleados. Para llevarlo a cabo, se ha diseñado y contrastado un modelo de efectos directos e indirectos de la productividad del trabajo a través de 18 hipótesis de investigación. Estas hipótesis se han contrastado empíricamente mediante un modelo de ecuaciones estructurales (SEM) con dos etapas y con errores de medida. En la primera etapa, se ha construido un indicador latente sobre los flujos de conocimiento en la empresa, que aglutina la actividad empresarial de I+D, innovación y usos de Internet (siete indicadores aditivos y 20 variables de entrada). En la segunda etapa, se han estimado los factores explicativos de la productividad del trabajo en la empresa industrial durante 2016, además de obtener resultados específicos sobre los distintos tipos de stock formativo de los empleados (sin formación, Formación Profesional, formación universitaria, y Formación Profesional más formación universitaria), así como de la distribución por cuartiles de la Formación Profesional. En total, se han diseñado y contrastado ocho modelos econométricos. El análisis se ha realizado sobre un panel de unas 1.800 empresas industriales con establecimiento del producto principal ubicado en España. Se aportan también datos descriptivos y de caracterización de los usos y resultados empresariales de la Formación Profesional. La fuente de información utilizada ha sido la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE), que en 2016, y por primera vez, ha obtenido información sobre este tipo de formación.

Conclusiones respecto del análisis descriptivo

El análisis descriptivo de la Formación Profesional en la empresa industrial nos ha puesto de relieve importantes conclusiones. En primer lugar, hemos constatado que el reto de la formación todavía sigue pendiente en la empresa industrial. En efecto, poco menos de dos terceras partes de los empleados industriales no poseen ningún tipo de titulación. Por su parte, alrededor de una quinta parte adicional está titulada en FP, mientras que un 15% restante tiene titulación universitaria. Un segundo elemento importante es que a medida que crece el tamaño de la empresa, la participación de empleados con Formación Profesional o universitaria también se amplía. En la pyme industrial (empresas de 200 trabajadores o menos) el stock formativo mayoritario es el de los empleados no titulados (66,6%). La distribución del capital humano se completa con un 20,4% adicional de empleados con Formación Profesional y con un 13,1% con formación superior. Por su parte, la gran empresa (más de 200 trabajadores) presenta una distribución de su capital humano más sesgada hacia mayores niveles de formación, aunque la presencia de no titulados todavía es muy relevante (49,5%). En la gran empresa industrial la proporción de empleados con Formación Profesional y universitaria se sitúa en un 29,5% y un 21,0%, respectivamente. Por último, los datos obtenidos también han demostrado que la distribución del capital humano, medida en porcentajes de empresas, es claramente desigual. La mitad de las empresas industriales cuentan con una participación del empleo con Formación Profesional de solo un 14,5%. En cambio, para el 10% de empresas del tramo superior, la cantidad de empleados titulados en FP asciende hasta un 58%. Del mismo modo, la mitad de las empresas industriales disponen de un empleo con formación universitaria de solo un 11%. Sin embargo, para el 10% de empresas del tramo superior, la formación universitaria de sus empleados asciende hasta un 32,7%.

Conclusiones respecto de la formación y los recursos humanos

Desde la perspectiva del empleo y los recursos humanos, los datos obtenidos para la empresa industrial que emplea trabajadores con Formación Profesional nos ofrecen conclusiones interesantes.

- La presencia de la Formación Profesional se asocia con una mayor estabilidad del empleo. La participación del empleo asalariado con contrato fijo y a tiempo completo es superior en las empresas que contratan empleados con dicha formación (83,7% del total).
- Junto a una mayor estabilidad del empleo, esta clase de formación también se asocia con mayores esfuerzos en la capacitación de los empleados. En las empresas que cuentan con empleados con Formación Profesional, tanto el gasto interno (81,4 euros) como el gasto externo por trabajador (106,6 euros) son bastante superiores al esfuerzo en capacitación de las empresas que no tienen empleados con FP.
- La mayor estabilidad y esfuerzo en formación en las empresas con FP de sus empleados también se traduce en mayores retribuciones. Así, el coste medio de personal por trabajador en estas empresas se situó en 2016 un poco por encima de los 44,5 mil euros, un 28,7% más que el de las empresas que no contratan trabajadores titulados en FP.

Conclusiones respecto a las actividades de I+D

Otro elemento importante para la generación de valor en la empresa industrial es la realización de actividades de I+D, tecnología e innovación.

- Un primer elemento a destacar de las empresas que contratan empleados con Formación Profesional es su mayor propensión a la realización de actividades y al gasto en I+D. Así, un 30,2% de empresas industriales realizan y/o contratan actividades de I+D.
- Los datos del gasto en I+D sobre ventas van en la misma dirección. Para las empresas que contratan empleados con Formación Profesional este ratio se sitúa en un 0,84%.
- La mayor intensidad tecnológica de las empresas que ocupan a trabajadores con FP está relacionada con su mayor capacidad para establecer redes de colaboración: un 13,6% colabora con centros de Formación Profesional, un 17,1% con proveedores y un 20,4% con Universidades y centros de investigación.
- Además, también destacan por una mayor intensidad en sus capacidades para evaluar el cambio tecnológico (20,1%) o para contratar personal con experiencia empresarial en actividades de I+D (6,3%).

Conclusiones respecto a la innovación

Con la innovación se reproducen los resultados ya obtenidos en las actividades de I+D.

- Existe una mayor intensidad innovadora en las empresas que ocupan a trabajadores con Formación Profesional.
- Alrededor de una quinta parte de este tejido empresarial (19,8%) ha puesto en marcha un plan de actividades de innovación. Más allá de su diseño, la realización de las distintas tipologías de innovación también distingue a la empresa industrial que apuesta por la Formación Profesional de sus empleados: innovación en producto (13,6%), innovación en proceso (33,9%), innovación en métodos organizativos (18,7%) e innovación en comercialización (16,0%).

Conclusiones respecto a los resultados empresariales

Como resultado de un proceso de generación de valor más intensivo en capital humano, tecnología, I+D e innovación es previsible que la empresa industrial que contrata empleados con Formación Profesional presente mejores resultados:

- La empresa industrial con empleados titulados en FP presenta mayor volumen de ventas (63,5 millones), valor añadido bruto (13,9 millones), activo (56,3 millones) y empleo (177,8 trabajadores de media) que las empresas que no ocupan a personal con esta cualificación.
- La empresa industrial con Formación Profesional de sus empleados es mucho más eficiente que la que no contrata dicha formación. Esta conclusión no deja lugar a dudas cuando analizamos los datos de productividad, expresada tanto en términos por trabajador como por hora trabajada. En efecto, mientras que la productividad del tejido empresarial con empleados con FP se sitúa en 63,5 mil euros por trabajador y en 36,3 euros por hora trabajada, la productividad de las empresas que carecen de empleados con esta formación es muy inferior (42,6 mil euros por trabajador y 24,2 euros por hora trabajada).
- El tercer elemento a reseñar es el mayor grado de apertura internacional de la empresa industrial que tiene empleados con Formación Profesional. En 2016, un 60,8% de las empresas industriales exportaban (por un valor medio de 29,2 millones de euros) y tenían entre sus empleados a trabajadores con titulaciones de FP. Un 56,1% de las empresas industriales importan (por un valor medio de 16,3 millones de euros) y cuentan entre sus empleados con trabajadores formados en FP. Más importante que el porcentaje de empresas con presencia en los mercados internacionales es su capacidad para colocar cada vez más ventas en estos mercados.
- Aunque estos resultados son mucho más modestos, hay que tener en cuenta el mayor grado de apertura internacional en la empresa industrial que contrata a empleados con Formación Profesional. En 2016 estas empresas fueron capaces de colocar un 28,2% del total de sus ventas a los mercados de exportación, mientras que importaron un 14,9% de sus ventas.

Conclusiones respecto a la productividad

En relación con los factores explicativos de la productividad del trabajo en la empresa industrial, los resultados obtenidos también nos ofrecen novedades significativas.

- La Formación Profesional de los empleados eleva el nivel de productividad de la empresa industrial en un 11,5%, mientras que el efecto del empleo sin formación reduce el nivel de productividad del trabajo en un -18,2%.
- En comparación con los resultados obtenidos para la formación universitaria (17,4% de incremento del nivel de productividad), se advierte cierto efecto de complementariedad entre ambas formaciones. La repercusión total de la Formación Profesional más la formación universitaria sobre la productividad (18,3%) es superior a la de esta última tratada de forma individual.
- Este resultado sugiere que los dos niveles formativos se complementan en la explicación de la productividad, probablemente gracias a efectos combinables en sus distintas dimensiones explicativas.
- La Formación Profesional también ejerce una influencia muy positiva sobre la innovación y la retribución en la empresa industrial. Así, partiendo de unos coeficientes muy negativos en el caso de los empleados sin formación, la Formación Profesional eleva tanto el coste laboral por trabajador (21,2%) como la inversión en I+D (6,4%). Como en el caso de la productividad, estos efectos son inferiores a los generados por la formación universitaria: 31,2% de aumento para el caso del coste laboral medio por trabajador y 30,4% para el caso de la inversión en I+D.

- Por último, los resultados obtenidos nos señalan un impacto de la Formación Profesional muy modesto sobre la competitividad internacional (valor de las exportaciones) de la empresa industrial. Desde un resultado negativo para el empleo sin formación (-1,1%), el tránsito hacia la Formación Profesional genera un valor positivo apenas perceptible (0,3%), que mejora de forma significativa con la formación universitaria (1,7%).

Conclusiones finales y recomendaciones

1. **La Formación Profesional ejerce claros efectos positivos sobre el proceso de generación de valor de la empresa industrial** a través de la innovación y la ampliación del capital humano, además de impulsar las retribuciones de los empleados y mejorar la eficiencia empresarial.
2. Con el objetivo de contrastar si una mayor presencia de la Formación Profesional mejora estos resultados positivos, hemos segmentado la muestra de empresas disponible en función de los cuatro cuartiles (puntos de corte cada 25% de empresas) que nos proporciona la distribución de esta formación en la empresa industrial.
 - a. En primer lugar, cabe señalar que una mayor presencia de empleados con Formación Profesional aumenta de manera clara el nivel de productividad en la empresa industrial. Mientras que en los dos primeros cuartiles con menor presencia de empleados con esta formación sus efectos sobre la productividad son negativos (hasta un 14,5% de empleados con Formación Profesional), en el tercer y el cuarto cuartil los resultados se vuelven positivos, con aumentos del nivel de productividad del 3,5% y el 9,8%, respectivamente.
 - b. En segundo lugar, la intensificación de la Formación Profesional también ejerce efectos claramente positivos sobre la innovación y la retribución en la empresa industrial. Partiendo de unos coeficientes muy negativos para el caso de sus dos primeros cuartiles, esta formación eleva tanto el coste laboral por trabajador (6,4% y 17,7% en el tercer y cuarto cuartil, respectivamente) como la inversión en I+D (2,9% y 7,7% en el tercer y cuarto cuartil, respectivamente).
 - c. Y, en tercer lugar, los resultados obtenidos nos señalan un impacto de la intensificación de la Formación Profesional muy modesto, casi imperceptible, sobre la competitividad internacional (valor de las exportaciones) de la empresa industrial.
3. Por último, estos resultados sugieren algunas **implicaciones para la estrategia empresarial y para las políticas públicas de crecimiento y de aceleración empresarial**.
 - a. Impulsar procesos de transformación digital de segunda oleada, por ejemplo la inversión en robótica o inteligencia artificial, sin tener asentados los mecanismos de re-capacitación del empleo, por ejemplo a través de nuevos programas de Formación Profesional, también podría conllevar resultados inesperados.
 - b. Hay que poner de relieve la necesidad de considerar todo el conjunto de efectos desbordamiento que los flujos de conocimiento y la Formación Profesional generan sobre la generación de valor y la productividad de las empresas. Políticas o estrategias parciales podrían ser del todo contraproducentes. Por ejemplo, promover la internacionalización de las pymes sin considerar su dinámica previa de productividad, y por consiguiente el papel que tiene la Formación Profesional en la eficiencia empresarial, podría ser absolutamente perjudicial.
4. El análisis realizado ha demostrado la existencia de nuevas fuerzas multidimensionales que explican el crecimiento y la dinámica empresarial en la economía del siglo XXI. Sin duda, **la Formación Profesional debe**

desempeñar un papel decisivo en la nueva formación y la recapitación del empleo, tan necesaria para impulsar los nuevos factores de la empleabilidad.

5. **Las empresas** deben transformar en profundidad sus procesos de generación de valor y sus fuentes de eficiencia y competitividad.
6. **Los empleados**, en especial los no cualificados o los que se sitúan en los tramos intermedios de la estructura ocupacional, deben tomar consciencia de que necesitan programas de capacitación para abordar con éxito las nuevas condiciones tecnológicas y organizativas del trabajo.
7. Por último, **las instituciones deben diseñar e implementar programas de Formación Profesional que tomen en consideración todo el conjunto de nuevos factores explicativos de la competitividad y la ocupabilidad.** Nueva industria, más y mejor Formación Profesional.

Referencias bibliográficas

- [1]** Díaz-Chao, A., Sainz-González, J., Torrent-Sellens, J. (2015). *ICT, innovation and firm productivity: New evidence from small local firms*. *Journal of Business Research*, 69(5), 1439-1444.
- [2]** Díaz-Chao, A., Sainz-González, J., Torrent-Sellens, J. (2016). *The competitiveness of small network-firm: A practical tool*. *Journal of Business Research*, 69(5), 1769-1774.
- [3]** Díaz-Chao, A., Miralbell-Izard, O., Torrent-Sellens, J. (2016). *Information and communication technologies, innovation, and firm productivity in small and medium-sized travel agencies: New evidence from Spain*. *Journal of Travel Research*, 55(7), 862-873.
- [4]** Díaz-Chao, A., Ficapal-Cusí, P., Torrent-Sellens, J. (2016). *Economic crisis and job quality in Spain. A multi-dimensional and micro-data empirical approach*. *Social Indicators Research*, 125(2), 613-633.
- [5]** Neumark, D., Reed, D. (2004). *Employment relationships in the new economy*. *Labour Economics*, 11, 1-31.
- [6]** Díaz-Chao, A. (coord.), Torrent-Sellens, J. et al. (2008). *Nuevas tecnologías, nuevos mercados de trabajo*. Madrid: Mundi-Prensa.
- [7]** Autor, D.H., Levy, F., Murnane, R.J. (2003). *The skill content of recent technological change: An empirical exploration*. *Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279-1333.
- [8]** Michaels, G., Natraj, A., Van Reenen, J. (2014). *Has ICT polarized skill demand? Evidence from eleven countries over 25 years*. *Review of Economics and Statistics*, 96(1), 60-77.
- [9]** Autor, D.H. (2015). *Why are there still so many Jobs? The history and future of workplace automation*. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30.
- [10]** Goss, M., Manning, A., Salomons, A. (2014). *Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring*. *American Economic Review*, 104(8), 2509-2526.
- [11]** Frey, C.B., Osborne, M. (2017). *The future of employment: How susceptible are jobs to computerization?* *Technological Forecasting & Social Change*, 114, 254-280.
- [12]** Brown, P., Hesketh, A., Williams, S. (2003). *Employability in a knowledge-driven economy*. *Journal of Education and Work*, 16(2), 107-126.

- [13] Torrent-Sellens, J., Ficapal-Cusí, P., Boada-Grau, J. (2016). *Dispositional employability and online training purchase. Evidence from employees' behavior in Spain*. *Frontiers in Psychology*, 7, 831, 1-15.
- [14] Esser, I., Olsen, K.M. (2012). *Perceived job quality: Autonomy and job security within a multi-level framework*. *European Sociological Review*, 28(4), 443-454.
- [15] Gallie, D. (2017). *The quality of work in a changing labour market*. *Social Policy & Administration*, 51(2), 226-243.
- [16] Graso, M., Probst, T.M. (2012). *The effect of consideration of future consequences on quality and quantity aspects of job performance*. *Journal of Applied Social Psychology*, 42(6), 1335-1352.
- [17] Heckman, J.J. (2004). *Lessons from the technology skill formation*. *Annals of the New York Academy of Science*, 1038(1), 179-200.
- [18] Díaz-Chao, A., Ficapal-Cusí, P., Torrent-Sellens, J. (2017). *Did small and medium enterprises maintain better jobs during the early years of the recession? Job quality multidimensional evidence from Spain*. *European Management Journal*, 35(3), 396-413.
- [19] Pérez-Esparrells, M.C., Rahona-López, M. (2009). *La calidad de la formación profesional y sus implicaciones para el mercado de trabajo*. *Revista del Instituto de Estudios Económicos*, 2, 71-102.
- [20] Sancha, I, Gutiérrez, S. (2018). *La formación profesional en España -2016-*. Madrid: Fundación Estatal para la Formación en el Empleo (FUNDAE) y Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional (CEDEFOP).
- [21] Observatori del Treball i Model Productiu (2017). *Anàlisi longitudinal de la inserció laboral de la formació professional: 5 anys de seguiment*. Cursos acadèmics 2004/05-2013/14. Barcelona: Generalitat de Catalunya.
- [22] Sastre, E., Alegret, A., Rebollar, R. (2018). *Orientación profesional y formación dual. Hacia un modelo integrado para el empleo juvenil*. Barcelona: Instituto de la Empresa Familiar y Fundación Bankia para la Formación Dual.
- [23] Miñarro, E., Olivella, M., Riudor, X. (2017). *La formació professional dual en el sistema educatiu*. Barcelona: Consell de Treball, Econòmic i Social de Catalunya (CTESC).
- [24] Syverson, C. (2011). *What determines productivity?* *Journal of Economic Literature*, 49(2), 326-365.
- [25] Torrent-Sellens, J. (2015). *Knowledge products and network externalities. Implications for the business strategy*. *Journal of the Knowledge Economy*, 6(1), 135-156.
- [26] Luintel, K.B., Khan, M., Theodoridis, K. (2014). *On the robustness of R&D*. *Journal of the Productivity Analysis*, 42(2), 137-155.
- [27] Ang, J.B., Madsen, J.B. (2013). *International R&D spillovers and productivity trends in the Asian miracle economies*. *Economic Inquiry*, 51(2), 1523-1541.
- [28] Eberhardt, M., Helmers, C., Strauss, H. (2013). *Do spillovers matter when estimating private returns to R&D?* *Review of Economics and Statistics*, 95(2), 436-448.
- [29] Doraszelski, U., Jaumandreu, J. (2013). *R&D and productivity: estimating endogenous productivity*. *Review of Economic Studies*, 80(4), 1338-1383.

- [30]** Hall, B., Lotti, F., Mairesse, J. (2009). *Innovation and productivity in SMEs: empirical evidence from Italy*. *Small Business Economics*, 33(1), 13-33.
- [31]** Bernard, A.B., Redding, S.J., Schott, P.K. (2010). *Multiple-product firms and product switching*. *American Economic Review*, 100(1), 70-97.
- [32]** Gunday, G., Ulusoy, G., Kilic, K., Alpkan, L. (2011). *Effects of innovation type on firm performance*. *International Journal of Production Economics*, 133(2), 662-676.
- [33]** Jorgenson, D.W., Ho, M.S., Stiroh, K.J. (2008). *A retrospective look at the US productivity growth resurgence*. *Journal of Economic Perspectives*, 22(1), 3-24.
- [34]** Bloom, N., Sadun, R., Van Reenen, J. (2012). *Americans do IT better: US multinationals and the productivity miracle*. *American Economic Review*, 102(1), 167-201.
- [35]** Jorgenson, D.W., Ho, M.S., Stiroh, K.J. (2016). *The impact of information technology on postwar US economic growth*. *Telecommunications Policy*, 40(5), 398-411.
- [36]** Keller, W., Yeaple, S.R. (2009). *Multinational enterprises, international trade, and productivity growth: firm level evidence from the United States*. *Review of Economics and Statistics*, 91(4), 821-831.
- [37]** Pratt, G.A. (2015). *Is a Cambrian explosion coming for robotics?* *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 51-60.
- [38]** Graetz, G., Michaels, G. (2015). *Robots at work*. *Center for Economic Performance (CEP) Discussion Paper, 1335*. London: London School of Economics and Political Science.
- [39]** Syverson, C. (2017). *Challenges to mismeasurement explanations for the US productivity slowdown*. *Journal of Economic Perspectives*, 31(2), 165-186.
- [40]** Brynjolfsson, E., McAfee, A. (2012). *Race against the machine: How the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy*. Cambridge, MA: MIT Press.
- [41]** Gordon, R.J. (2012). *Is US economic growth over? Faltering innovation confronts the six headwinds*. National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper, 18315. Cambridge, MA: NBER.
- [42]** Andrews, D., Criscuolo, C., Gal, P. (2016). *The global productivity slowdown, technology divergence and public policy: A firm-level perspective*. OECD Background Paper. Paris: OECD.
- [43]** Bloom, N., Romer, P.M., Terry, S.J., Van Reenen, J. (2013). *A trapped-factors model of innovation*. *American Economic Review*, 103(3), 208-213.
- [44]** De Loecker, J., Van Biesebroeck, J. (2016). *Effect on international competition on firm productivity and market power*. National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper, 21994. Cambridge, MA: NBER.
- [45]** Fox, J.T., Smeets, V. (2011). *Does input quality drive measured differences in firm productivity?* *International Economic Review*, 52(4), 961-989.
- [46]** Konings, J., Vanormelingen, S. (2015). *The impact of training on productivity and wages: firm-level evidence*. *Review of Economics and Statistics*, 97(2), 485-497.

- [47] Bloom, N., Sadun, R., Van Reenen, J. (2012). *The organization of firms across countries*. Quarterly Journal of Economics, 127(4), 1663-1705.
- [48] Guest, D.E. (2011). *Human resource management and performance: still searching for some answers*. Human Resource Management Journal, 21(1), 3-13.
- [49] Jiang, K., Lepak, D.P., Hu, J., Baer, J.C. (2012). *How does human resource management influence organizational outcomes? A meta-analytic investigation of mediating mechanisms*. Academy of Management Journal, 55(6), 1264-1294.
- [50] Bandiera, O., Barankay, I., Rasul, I. (2009). *Social connections and incentives in the workplace: evidence from personnel data*. Econometrica, 77(4), 1047-1094.
- [51] Bloom, N., Van Reenen, J. (2010). *Why do management practices differ across firms and countries?* Journal of Economic Perspectives, 24(1), 203-224.
- [52] Kaplan, S.N., Klebanov, M.M., Sorensen, M. (2012). *Which CEO characteristics and abilities matter?* Journal of Finance, 67(3), 973-1007.
- [53] Bartelsman, E.J., Haltiwanger, J., Scarpetta, S. (2013). *Cross-country differences in productivity: the role of allocation and selection*. American Economic Review, 103(1), 305-334.
- [54] Venturini, F. (2015). *The modern drivers of productivity*. Research Policy, 44(2), 357-369.
- [55] Keller, W. (2004). *International technology diffusion*. Journal of Economic Literature, 42(3), 752-782.
- [56] Bartelsman, E.J., Doms, M. (2000). *Understanding productivity: lessons from longitudinal microdata*. Journal of Economic Literature, 38(3), 569-594.
- [57] Dosi, G., Moschella, D., Pugliese, E., Tamagni, F. (2015). *Productivity, market selection, and corporate growth: comparative evidence across US and Europe*. Small Business Economics, 45(3), 643-672.
- [58] Aghion, P., Blundell, R., Griffith, R., Howitt, P., Prantl, S. (2004). *Entry and productivity growth: evidence from microlevel panel data*. Journal of the European Economic Association, 2(2), 265-276.
- [59] Cardona, M., Kretschmer, T., Strobel, T. (2013). *ICT and productivity: conclusions from the empirical literature*. Information Economics and Policy, 25(3), 109-125.
- [60] Lee, G. (2009). *International knowledge spillovers through the import of information technology commodities*. Applied Economics, 41(24), 3161-3169.
- [61] Hall, B.H., Lotti, F., Mairesse, J. (2013). *Evidence on the impact of R&D and ICT investment on innovation and productivity in Italian firms*. Economics of Innovation and New Technology, 22(3), 300-328.
- [62] Bryne, D.M., Fernald, J.G., Reinsdorf, M.B. (2016). *Does the United States have a productivity slowdown or a measurement problem?* Brooking Papers on Economic Activity, 2016(1), 109-182.
- [63] Brambilla, I., Lederman, D., Oporto, G. (2012). *Exports, export destinations, and skills*. American Economic Review, 102(7), 3406-3438.
- [64] Herrmann, A.M., Peine, A. (2011). *When national innovation system meets varieties of capitalism arguments on labour qualifications: on the skill types and scientific knowledge needed for radical and incremental product innovations*. Research Policy, 40(5), 687-701.

- [65]** Love, J.H., Roper, S., Bryson, J. (2011). *Knowledge, openness, innovation and growth in UK business services*. Research Policy, 40(10), 1438-1452.
- [66]** Rosing, K., Frese, M., Bausch, M. (2011). *Explaining the heterogeneity of the leadership-innovation relationship: ambidextrous leadership*. Leadership Quarterly, 22(5), 956-974.
- [67]** Faggio, G., Salvanes, K.G., Van Reenen, J. (2010). *The evolution of inequality in productivity and wages: panel data evidence*. Industrial and Corporate Change, 19(1), 1919-1951.
- [68]** Mahy, B., Rycx, F., Volral, M. (2011). *Wage dispersion and firm productivity in different working environments*. British Journal of Industrial Relations, 49(3), 460-485.
- [69]** Eaton, J., Kortum, S. (2002). *Technology, geography and trade*. Econometrica, 70(5), 1741-179.
- [70]** Bernard, A.B., Jensen, J.B. (2004). *Why some firms export?* Review of Economics and Statistics, 86(2), 561-569.
- [71]** Aw, B.Y., Roberts, M.J., Xu, D.Y. (2008). *R&D investments, exporting, and the evolution of firm productivity*. American Economic Review, 98(2), 451-456.
- [72]** Cassiman, B., Golovko, E., Martínez-Ros, E. (2010). *Innovation, exports and productivity*. International Journal of Industrial Organization, 28(4), 372-376.
- [73]** Lileeva, A., Trefler, D. (2010). *Improved access to foreign markets raises plant-level productivity... For some plants*. Quarterly Journal of Economics, 125(3), 1051-1099.
- [74]** Love, J.H., Roper, S. (2015). *SME innovation, exporting and growth: a review of existing evidence*. International Small Business Journal, 33(1), 28-48.
- [75]** Seamans, R., Raj, M. (2018). *AI, labor, productivity and the need for firm-level data*. National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper, 24239. Cambridge, MA: NBER.
- [76]** Duval, R., Hong, G.H., Timmer, Y. (2017). *Financial frictions and the great productivity slowdown*. International Monetary Fund (IMF) Working Paper, 17-129. Washington D.C.: IMF.
- [77]** Ricci, L.A., Trionfetti, F. (2012). *Productivity, networks and export performance: evidence from a cross country dataset*. Review of International Economics, 20(3), 552-562.
- [78]** Riding, A., Orser, B.J., Spence, M., Belanger, B. (2012). *Financing new venture exporters*. Small Business Economics, 38(2), 147-163.
- [79]** Combes, P.P., Duranton, G., Gobillon, L., Puga, D., Roux, S. (2012). *The Productivity advantages of large cities: distinguishing agglomeration from firm selection*. Econometrica, 80(6), 2543-2594.
- [80]** Glückler, J. (2013). *Knowledge, networks and space: connectivity and the problem of non-interactive learning*. Regional Studies, 47(6), 880-894.
- [81]** Love, J.H., Ganotakis, P. (2013). *Learning by exporting: lessons from high-technology SMEs*. International Business Review, 22(1), 1-17.
- [82]** Hooper, D., Coughlan, J., Mullen, M. (2009). *Structural equation modelling: guidelines for determining model fit*. Electronic Journal of Business Research Methods, 6(1), 53-60.

Anexo metodológico: hipótesis de trabajo y modelo econométrico

A.1. Hipótesis de trabajo

El papel de los desbordamientos del conocimiento que la innovación genera sobre la productividad ha recibido cada vez más atención por parte de la investigación económica, sobre todo durante la última década (Keller, 2004). En la empresa, la innovación genera un *output* que, en forma de conocimiento, puede ser utilizado en el futuro para la mejora de la generación de valor. El conocimiento adquirido con la innovación disemina un amplio conjunto de externalidades que, a través de varios canales, mejoran la productividad (Torrent-Sellens, 2015). Ahora bien, estos efectos desbordamiento del conocimiento se relacionan de manera clara con la heterogeneidad de la empresa (Bartelsman, Doms, 2000; Dosi, et al., 2015).

La investigación tradicional sobre la dinámica empresarial ha asumido que la distribución de productividad es exógena a la toma de decisiones y al proceso interno de generación de valor. Estos modelos de ciclo vital postulan que las empresas nacen con una productividad inherente, y que su capacidad para crecer viene condicionada por la relación entre su nivel de eficiencia y la eficiencia del mercado. Así, las empresas eficientes tienden a crecer dentro de su mercado, mientras que las empresas ineficientes, con niveles de productividad inferiores a un cierto límite, tienden a decaer y mueren (Aghion et al., 2004). Sin embargo, la literatura del ciclo vital de la empresa ha introducido hace poco el concepto de heterogeneidad. Se trata de una aproximación que hace énfasis en la forma como cada empresa estructura de manera específica su actividad de negocio. Es decir, analiza la relación entre la toma de decisiones, la generación interna de valor y la dinámica de productividad (Bernard, Redding, Schott, 2010).

Observando los flujos de conocimiento, la vinculación entre la I+D, la innovación y las TIC ha sido identificada por la literatura como un conjunto de externalidades internas de conocimiento que explicarían la productividad de la empresa. El punto de aceleración de esta literatura se establece con la consolidación de las TIC como tecnologías de utilidad general (Venturini, 2015). Sin embargo, las TIC no comportan mejoras generalizadas de productividad hasta que las empresas y sus trabajadores no adquieren las competencias tecnológicas, formativas y de aprendizaje, estratégicas, organizativas, laborales y culturales necesarias. En otras palabras, la consolidación de las TIC como tecnologías de utilidad general necesita de cambios organizativos y en los procesos de negocio para explotar con plenitud todas sus oportunidades de crecimiento (Díaz-Chao, Sainz-González, Torrent-Sellens, 2016). En este contexto, los efectos de las TIC sobre la productividad de la empresa, sobre todo en las pymes, son indirectos. Se establecen relaciones de complementariedad con otras dimensiones, en particular con el capital

humano y la innovación en el puesto de trabajo. Estos efectos desbordamiento han sido demostrados con mucha claridad por la investigación para el nivel empresarial (Díaz-Chao, Sainz-González, Torrent-Sellens, 2015; Cardona, Kretschmer, Strobel, 2013).

La investigación también proporciona evidencia a propósito de otra relación entre las TIC, la I+D y la innovación. Las tecnologías digitales han aumentado de manera significativa las transferencias de flujos de I+D, tecnología y conocimiento, lo que ha generado una conectividad entre las empresas mucho más rápida, un avance de los intercambios de conocimiento científico y de habilidades emprendedoras y una expansión de las fronteras de innovación (Lee, 2009). En este contexto, la evidencia más reciente indica mayores adelantos de la productividad empresarial como resultado de la inversión en I+D y TIC (Hall, Lotti, Mairesse, 2013). La expectativa de una relación positiva entre los flujos de conocimiento (capturados a través de las actividades de I+D, innovación y TIC) y la productividad de las empresas industriales se configura como nuestra primera hipótesis de investigación:

- **Hipótesis 1:** A más flujos de conocimiento, mayor productividad.

Más allá de la interacción entre las diferentes dimensiones de los flujos de conocimiento (I+D, innovación y TIC), en los últimos años la investigación también ha destacado la importancia creciente de los usos de la robótica y la inteligencia artificial en la explicación de la productividad agregada o sectorial durante los años inmediatamente anteriores a la crisis financiera y económica internacional (Graetz, Michaels, 2015; Brynjolfsson, McAfee, 2012). Sin embargo, durante y después de dicha crisis, y para la mayoría de economías del mundo, la productividad ha evolucionado a la baja (Syverson, 2017; Gordon, 2012). Esta ralentización ha generado, de nuevo, una importante controversia sobre el papel de las oleadas tecnológicas, en particular de la segunda oleada digital, en la explicación del crecimiento de la productividad. Mientras que algunas investigaciones atribuyen esta desaceleración a los problemas de medida de la productividad (Bryne, Fernald, Reinsdorf, 2016), la literatura ha puesto de relieve que esta tendencia agregada y a la baja de la productividad esconde comportamientos empresariales claramente diferenciados.

En este sentido, la nueva investigación internacional para el nivel empresarial (Andrews, Criscuolo, Gal, 2016) ha señalado que la característica más sorprendente de la reciente desaceleración de la productividad no es, como se podría esperar, la ralentización del ratio de innovación en la frontera global. La sorpresa es el incremento de productividad en dicha frontera. También se confirma un crecimiento de la divergencia en productividad entre las empresas líderes de la frontera global y el resto de las empresas que les siguen. Se sugiere que este incremento de las diferencias en productividad entre las empresas líderes (cada vez más líderes, cada vez más innovadoras y cada vez mejor situadas en la frontera global de la innovación) y las empresas seguidoras (cada vez con más dificultades para seguir la capacidad de innovación de las empresas líderes en la frontera global), podría reflejar la divergencia tecnológica. Así, los cambios estructurales de la economía global, sobre todo la automatización y la digitalización, podrían determinar una dinámica en la que las empresas ganadoras continuarían aumentando su poder de mercado. Por el contrario, las empresas que se encuentran rezagadas verían cómo su capacidad de adopción tecnológica se iría complicando cada vez más.

Esta nueva evidencia nos sugiere el planteamiento de otra hipótesis que vincula la utilización de la robótica, como variable proxy de la automatización y la segunda fase de la digitalización, y la productividad de la empresa industrial:

- **Hipótesis 2:** A más usos de robots industriales, mayor productividad.

Entre el conjunto de factores internos que determinan los desbordamientos del conocimiento en la explicación de la productividad, la investigación ha remarcado el papel de las habilidades (*skills*) y las nuevas formas de organización del trabajo (Brambilla, Lederman, Oporto, 2012; Herrmann, Peine, 2011). Así, el liderazgo empresarial, dirigir personas con el objetivo de desarrollar sus habilidades, aumentar el capital humano o fomentar las prácticas innovadoras de organización del trabajo, también asegura los efectos de desbordamiento del conocimiento como factor explicativo de la productividad en las empresas (Love, Roper, Bryson, 2011; Rosing, Frese, Bausch, 2011). Estos resultados se añaden a la ya evidente relación directa de los costes laborales con la productividad (Faggio, Salvanes, Van Reenen, 2010; Mahy, Rycx, Volral, 2011). Unos trabajadores más preparados, con más habilidades y más comprometidos generan más retornos, en forma de innovación y productividad, para la empresa cuando reciben unas compensaciones (salariales o no salariales) más elevadas. En sintonía con estos argumentos, podemos esperar que:

- **Hipótesis 3:** A más costes laborales por trabajador, mayor productividad.

La investigación que analiza la conexión entre el comercio internacional y la productividad de la empresa ha realizado progresos muy importantes durante las últimas dos décadas (Eaton, Kortum, 2002). Se ha puesto de manifiesto que los efectos del comercio internacional varían entre empresas y que, además, dependen de sus niveles de productividad. El crecimiento de la productividad se relaciona con la selección de mercados y viene impulsado por las mejoras asociadas con el comercio exterior. Así, se ha observado un comportamiento de autoselección en las empresas más eficientes, que explicaría su presencia y éxito en los mercados de exportación. A su vez, esto redundaría en mejoras de productividad a través de las prácticas de innovación (Bernard, Jensen, 2004). Este círculo virtuoso entre los flujos de conocimiento, las exportaciones y la productividad confirmaría la hipótesis de los costes hundidos (*sunk costs*). Únicamente las empresas más eficientes estarían preparadas para asumir los costes de entrada y la intensidad de la competencia en los mercados de exportación. Estos mecanismos de selección entre las empresas más eficientes que quieren exportar estarían asociados a las decisiones previas de inversión, en particular con la inversión en innovación. Y la innovación, sobre todo la innovación en producto, aumenta la productividad, lo que refuerza la presencia en los mercados de exportación a través de los mecanismos de autoselección (Aw, Roberts, Xu, 2008; Cassiman, Golovko, Martínez-Ros, 2010; Lileeva, Trefler, 2010). En definitiva, la entrada en los mercados de exportación genera un conocimiento que desborda y retorna a la empresa, en forma de una relación entre innovación y productividad (Love, Roper, 2015). En este sentido, es posible plantear una hipótesis que vincule la presencia en los mercados internacionales de la empresa industrial con su nivel de productividad:

- **Hipótesis 4:** A más exportaciones, mayor productividad.

Una vez establecidas las hipótesis sobre los factores directos que inciden sobre la productividad de la empresa industrial, el modelo explicativo también contempla todo un conjunto de hipótesis supuestos para los factores indirectos y sus interrelaciones. En concreto, las relaciones indirectas se establecen a través de un conjunto de variables que inciden sobre los cuatro factores explicativos directos de la productividad. La primera conexión indirecta está relacionada con los flujos de conocimiento y el uso de robots industriales. Como la primera oleada digital, donde se constataron vínculos de complementariedad entre los usos de las TIC, el capital humano y la innovación en el puesto de trabajo (Cardona, Kretschmer, Strobel, 2013), se espera que los usos de la robótica se asocien con las actividades de la empresa que utilizan de forma más intensiva el conocimiento (Seamans, Raj, 2018).

- **Hipótesis 5:** A más flujos de conocimiento, mayores usos de la robótica industrial.

El segundo conjunto de conexiones indirectas está relacionado con la vinculación entre el acceso a los recursos especializados del ecosistema externo, en concreto recursos financieros, y la dinámica de la productividad en la empresa industrial, tanto en épocas de expansión como de recesión (Duval, Hong, Timmer, 2017). La investigación muestra que la inserción en redes de financiación de la propiedad empresarial genera un proceso de generación de valor más sofisticado, y refuerza los desbordamientos sobre los resultados de las empresas (Ricci, Trionfetti, 2012; Riding et al., 2012). En este sentido, es posible establecer un conjunto de hipótesis que relacionan los activos financieros de la empresa con los cuatro factores explicativos directos de la productividad (flujos de conocimiento, robots industriales, costes laborales y exportaciones), así como con el capital humano (gasto externo en formación por trabajador) y la innovación (gasto en I+D sobre ventas):

- **Hipótesis 6:** A más activos financieros, mayores flujos de conocimiento.
- **Hipótesis 7:** A más activos financieros, mayores usos de la robótica industrial.
- **Hipótesis 8:** A más activos financieros, mayores costes laborales por trabajadores.
- **Hipótesis 9:** A más activos financieros, mayores exportaciones.
- **Hipótesis 10:** A más activos financieros, mayor gasto externo en formación por trabajador.
- **Hipótesis 11:** A más activos financieros, mayor gasto en I+D sobre ventas.

Por otra parte, la investigación también ha destacado una relación importante entre los flujos de conocimiento y el capital humano especializado en la explicación de los avances de la productividad empresarial. En concreto, se han identificado tres vías de transmisión. En primer lugar, a través de las tradicionales economías de aglomeración. Es decir, flujos de conocimiento local obtenidos mediante relaciones sociales, mercados de trabajo específicos y ecosistemas productivos locales (Combes et al., 2012). En segundo lugar, por medio de las redes de colaboración que se establecen entre organizaciones para compartir conocimiento, en particular conocimiento tecnológico o análisis de mercados (Glückler, 2013). Y en tercer lugar, como consecuencia del efecto aprendizaje resultado de la exportación. Gracias a los mercados de exportación, las empresas pueden ganar cuotas del mercado doméstico y conocimiento útil para la innovación (Love, Ganotakis, 2013). En este contexto, se pueden plantear las dos hipótesis siguientes:

- **Hipótesis 12:** A más gasto externo en formación por trabajador, mayores costes laborales por trabajador.
- **Hipótesis 13:** A más flujos de conocimiento, mayor gasto externo en formación por trabajador.

Con el objetivo de captar los efectos de la innovación sobre la productividad empresarial se han postulado otras dos hipótesis que relacionan el gasto en I+D (I+D sobre ventas) con la capacidad que tiene la empresa para generar y difundir los flujos de conocimiento en su proceso de generación de valor (Luintel, Khan, Theodoridis, 2014; Doraszelski, Jaumandreu, 2013; Hall, Lotti, Mairesse, 2009) y para entrar en los mercados internacionales a través de la exportación (Cassiman, Golovko, Martínez-Ros, 2010; Love, Roper, 2015).

- **Hipótesis 14:** A más gasto en I+D sobre ventas, mayores flujos de conocimiento.
- **Hipótesis 15:** A más gasto en I+D sobre ventas, mayores exportaciones.

Por último, el modelo se cierra con varias hipótesis referidas al papel del stock de formación de los empleados en la empresa industrial. Siguiendo la evidencia empírica, que subraya la importancia decisiva del capital humano

y el aprendizaje en la explicación de la productividad empresarial (Fox, Smeets, 2011; Konings, Vanormelingen, 2015), se han postulado tres hipótesis finales. Dichas hipótesis vinculan el stock formativo de los empleados en la empresa industrial con las retribuciones, el gasto en ampliación de formación y la capacidad para innovar:

- **Hipótesis 16:** A mayor formación de los empleados, mayores costes laborales por trabajador.
- **Hipótesis 17:** A mayor formación de los empleados, mayor gasto externo en formación por trabajador.
- **Hipótesis 18:** A mayor formación de los empleados, mayor gasto en I+D sobre ventas.

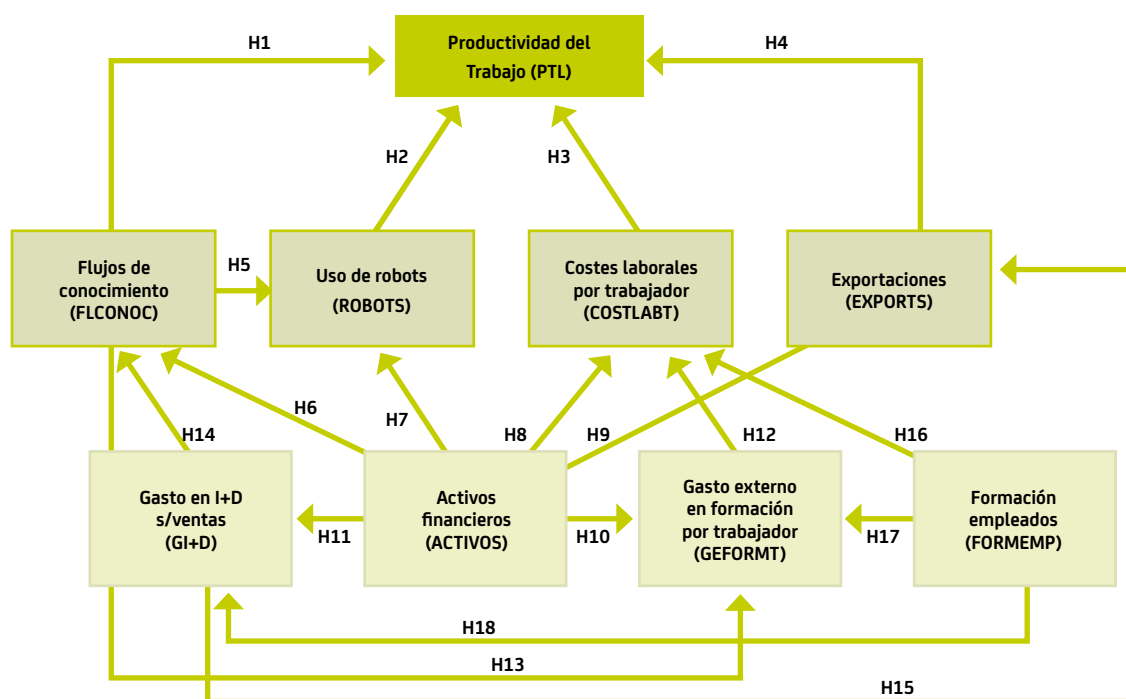
A.2. Modelo, variables y metodología

En sintonía con el amplio conjunto de factores (directos e indirectos) que explican la productividad de las empresas industriales, nuestro modelo general de análisis establece 18 hipótesis de trabajo. La variable dependiente, a estimar, es la productividad del trabajo (PTL) de la empresa industrial española, aproximada a través del logaritmo del valor añadido bruto por trabajador. En la figura A.1 se presenta el modelo, las variables y las hipótesis de trabajo propuestas en esta investigación.

Con el objetivo de contrastar la relación entre los flujos de conocimiento y la productividad (hipótesis 1) hemos estimado un constructo latente (FLCONOC), utilizando siete indicadores aditivos (con veinte variables de entrada) y un modelo de ecuaciones estructurales (SEM) con errores de medida. Estas siete dimensiones del constructo latente, que representa a los flujos de conocimiento, se refieren a las actividades empresariales de I+D, innovación y usos TIC. La construcción de estos siete indicadores se detalla a continuación. El primer indicador se refiere a la innovación de la empresa (INNOV). Se trata de un indicador aditivo que toma cinco valores (de 0 a 4) y que es el resultado de la suma de cuatro variables dicotómicas que recogen la opinión de los directivos de las empresas industriales a propósito de esta actividad (valor 1, innovación; y valor 0, no innovación): variable 1, innovación de producto (INPROD); variable 2, innovación de proceso (INPROC); variable 3, innovación en organización (INORG); y variable 4, innovación en ventas y marketing (INVEN). El segundo indicador se refiere a las nuevas formas de organización del trabajo (NFOT). Este indicador aditivo toma cuatro valores (de 0 a 3) y es el resultado de la suma de tres variables dicotómicas (valor 1, innovación; valor 0, no innovación): variable 5, innovación en los métodos de organización del trabajo (INMOT); variable 6, innovación en la gestión de las relaciones externas, en particular con proveedores, clientes y distribuidores (INGREL); y variable 7, innovación de proceso resultado de la incorporación de nuevas técnicas de producción (INPROCNTTP).

Los indicadores tercero y cuarto se refieren a los usos (USWEB) y a las tecnologías (TECWEB) de Internet en las empresas industriales. Ambos indicadores aditivos toman cuatro valores (de 0 a 3) y son el resultado de la suma de tres variables dicotómicas (valor 1, uso o efecto positivo o disposición de la tecnología; valor 0, no utilización, sin efecto positivo o no disposición de la tecnología). En relación con el uso de Internet: variable 8, ventas a los consumidores finales a través de Internet (WEBB2C); variable 9, ventas a empresas mediante Internet (WEBB2B); y variable 10, efecto positivo de las ventas por Internet (WEBPOS). En relación con las tecnologías de Internet: variable 11, compras a los proveedores a través de Internet (WEBCOMP); variable 12, disposición de una página web alojada en los servidores de la empresa (WEBSERP); y variable 13, disposición de un dominio propio en Internet (WEBDOMP).

Figura A.1. Modelo explicativo de la productividad del trabajo en la empresa industrial



Fuente: Elaboración propia.

Por último, los siguientes indicadores aditivos del constructo de los flujos de conocimiento, quinto, sexto y séptimo, están relacionados con las actividades formales de investigación y desarrollo (I+D). El indicador de actividades de I+D (AI+D) incorpora una única variable (variable 14), relacionada con la realización y la contratación de I+D (RCI+D), y que toma tres valores (de 0 a 2): 0, ni realiza ni contrata; 1, realiza y no contrata, y contrata y no realiza; y 2, contrata y realiza. El sexto indicador está vinculado con la tecnología necesaria para la realización de actividades de I+D (TECI+D). Este indicador aditivo toma cuatro valores (de 0 a 3) y es el resultado de la suma de tres variables dicotómicas: variable 15, presencia (valor 1, presencia; valor 0, no presencia) de un comité o departamento de tecnología (COMTEC); variable 16, evaluación (valor 1, evaluación; valor 0, no evaluación) de las perspectivas de cambio tecnológico por parte de la empresa industrial (EVPERTEC); y variable 17, uso (valor 1, uso; valor 0, no utilización) de consultores externos para la información y asesoría tecnológica (ASEXTEC). El séptimo indicador está relacionado con los recursos empleados por las actividades de I+D (RECI+D). Este indicador aditivo toma cuatro valores (de 0 a 3) y es el resultado de la suma de tres variables dicotómicas: variable 18, reclutamiento (valor 1, reclutamiento; valor 0, no reclutamiento) durante el último año de personal con experiencia en la gestión de I+D (RECPERI+D); variable 19, establecimiento (valor 1, realización; valor 0, no realización) de acuerdos de cooperación tecnológica con agentes externos (ACOOPTEC); y variable 20, aplicación (valor 1, aplicación; valor 0, no aplicación) de incentivos fiscales a la actividad de I+D (APLINFIS).

La hipótesis 2 postula una relación entre la capacidad de la empresa para utilizar robots y su nivel de productividad del trabajo. Para incluir el uso de robots (ROBOTS) en nuestro estudio hemos empleado una variable dicotómica que toma dos valores: 0 cuando la empresa no los usa, y 1 cuando la empresa los usa. A pesar de las obvias

restricciones que impone la utilización de una variable dicotómica de este tipo, su incorporación al modelo predictivo nos permitirá hacer una importante contribución: evaluar el efecto sobre la productividad de la empresa industrial del paso entre no utilizar y utilizar la robótica.

La hipótesis 3 está relacionada con la capacidad de la empresa para aumentar su valor añadido por trabajador a través de mejores retribuciones (más costes laborales por trabajador (COSTLABT), expresados en logaritmos), y probablemente de una mejor calidad en el trabajo. La hipótesis 4 conecta la capacidad de la empresa industrial para vender productos y servicios a los mercados internacionales (logaritmo de las ventas por exportaciones, EXPORTS) y su nivel de productividad del trabajo. Esta hipótesis sugiere una capacidad creciente de la empresa para aumentar la productividad a través de las economías de aprendizaje obtenidas a través de su presencia a los mercados internacionales. La hipótesis 5 establece relaciones de complementariedad entre los flujos de conocimiento y el uso de robots. Estimamos que las empresas más intensivas en la realización de actividades de I+D, innovación y usos TIC son más propensas a la utilización de robótica. De la sexta a la decimoprimeras hipótesis se sugiere que un mejor acceso a recursos especializados, en especial recursos financieros (ACTIVO, expresado en logaritmos) implicaría más productividad de las empresas a través de unos mayores usos de los flujos de conocimiento y la robótica, de unos costes por ocupado, unas exportaciones, unos gastos de formación y en I+D más elevados. Las hipótesis 12 y 13 exploran la relación entre la mejora del capital humano (capturado a través del logaritmo del gasto externo en formación por trabajador, DEFORMT), los costes laborales y los flujos de conocimiento. Las hipótesis 14 y 15 capturan los efectos de la innovación, medida a través del logaritmo del gasto en I+D sobre ventas (GI+D), los flujos de conocimiento y las exportaciones. En último término, el modelo incorpora tres hipótesis finales (16 a 18) donde se capturan los efectos del stock formativo de los empleados (FORMEMP) de la empresa industrial (sin formación, Formación Profesional y formación universitaria) sobre los costes laborales, el gasto externo en formación por trabajador y el gasto en I+D sobre ventas.

La productividad del trabajo (PTL) de la empresa industrial se ha estimado empleando un modelo de ecuaciones estructurales (SEM) con variables observadas y latentes, y con errores de medida (Hooper, Coughlan, Mullen, 2009). El modelo SEM utilizado es bietápico. En la primera etapa hemos estimado el constructo latente relativo a los flujos de conocimiento a través de un SEM con siete indicadores aditivos, construidos a partir de veinte variables de entrada. Estos siete indicadores recogen la actividad innovadora (INNOV), las nuevas formas de organización del trabajo (NFOT), los usos (USWEB) y la tecnología (TECWEB) de Internet, y las actividades (AI+D), la tecnología (TECI+D) y los recursos (RECI+D) de investigación y desarrollo en la empresa industrial. Una vez se ha construido el indicador latente de los flujos de conocimiento (FLCONOC), en la segunda etapa del SEM se estiman los efectos directos e indirectos que inciden sobre la productividad del trabajo (figura A.1). Esta metodología, muy empleada en la investigación de la productividad, en especial para las pymes (Díaz-Chao, Sainz-González, Torrent-Sellens, 2015; Díaz-Chao, Sainz-González, Torrent-Sellens, 2016), nos permite evaluar los factores directos explicativos de la productividad, pero también los indirectos, de desbordamiento, que inciden sobre la eficiencia de la empresa industrial.

El modelo se ha estimado para el año 2016, primer ejercicio para el que disponemos de datos del stock formativo, en especial la Formación Profesional, de los empleados en la empresa industrial. Esta metodología econométrica ha implicado el diseño y el contraste de nueve modelos: uno para la primera etapa relativa a los flujos de conocimiento, cuatro para cada uno de los stocks formativos del empleado en la empresa industrial (sin formación, Formación Profesional, formación universitaria, y Formación Profesional más formación universitaria), y cuatro últimos modelos que analizan la distribución en cuartiles de los porcentajes de la Formación Profesional de los empleados.



Fundación Bankia
por la Formación Dual



FUNDACIÓN SEPI, F.S.P.