

EL PAPEL DE LOS INTANGIBLES EN LA CONVERGENCIA DE LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS A LA FRONTERA TECNOLÓGICA EUROPEA

DOLORES AÑÓN HIGÓN

JUAN A. MÁÑEZ

MARÍA E. ROCHINA-BARRACHINA

AMPARO SANCHIS

JUAN A. SANCHIS

Universitat de València

Los autores agradecen la financiación recibida del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad y de la Agencia Estatal de Investigación Española (Proyecto ECO2017-86793-R, cofinanciado con fondos FEDER) y de la Generalitat Valenciana (PROMETEU/2019/095)

Desde mediados de los años noventa, el impacto y desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) ha transformado los procesos de producción y las estructuras organizativas de las empresas, dando lugar a lo que se denomina genéricamente la nueva economía del conocimiento. En esta nueva economía, además del capital físico, humano y científico-técnico, las empresas acumulan conocimiento en activos intangibles,

denominados de esta forma por ser activos que no se pueden tocar, por ejemplo, la inversión en actividades de innovación tecnológica, pero que sin embargo resultan de una importancia crucial para el avance de la productividad y la competitividad de una economía (Corrado *et al.*, 2005, 2009; Haskel y Westlake, 2017). Existe un consenso generalizado en la literatura acerca de la importancia creciente de la economía del conocimiento y del papel de la inversión en activos intangibles en el crecimiento económico y desarrollo de los países.

Al mismo tiempo que la inversión en activos intangibles ha ido aumentando en las últimas décadas, los países avanzados en general, y los países de la Unión Europea (UE) en particular, han sufrido un estancamiento secular en el crecimiento de la productividad (Ridao-Cano y Bodewig, 2018). Numerosos estudios han analizado los diferenciales en el crecimiento de la productividad en los países europeos y su evolución en el tiempo (Färe *et al.*, 2006; Villaverde y Maza, 2008; Sondermann, 2014). Una característica común

en esta literatura ha sido el uso de datos agregados a nivel de país o a nivel de sector. Sin embargo, la desaceleración y la creciente dispersión en la productividad no se pueden entender completamente sin adoptar una perspectiva a nivel de empresa (Bartlesman *et al.*, 2013; Restuccia y Rogerson, 2008; Hsieh y Klenow, 2009). En la UE, estas tendencias podrían ser el resultado de una creciente divergencia entre un reducido número de empresas altamente productivas (empresas frontera), quizás ubicadas en un número limitado de países europeos, y un elevado número de empresas no-frontera incapaces de aproximarse a la frontera tecnológica (Andrews *et al.*, 2016). No obstante, poco se sabe acerca de los factores que pueden contribuir a la convergencia en productividad entre las empresas no-frontera y las empresas en la frontera. En particular, la literatura empírica es escasa en relación al papel de la inversión en activos intangibles y su contribución al avance de la productividad de las empresas no-frontera hacia las empresas en la frontera tecnológica.

El objetivo de este trabajo es contribuir a esta literatura mediante el análisis del papel de los activos intangibles en la convergencia en productividad de las empresas españolas no frontera hacia su respectiva frontera tecnológica europea. Asimismo, pretendemos aportar evidencia acerca de qué otros factores pueden contribuir a reducir la distancia tecnológica, en términos de productividad, entre las empresas españolas no frontera y las empresas frontera a nivel europeo. Para ello, en primer lugar, estimamos la productividad total de los factores (de ahora en adelante PTF) a nivel de empresa para el conjunto de países de la UE, utilizando información procedente de la base de datos AMADEUS para el periodo 2003-2014. A continuación, identificamos a nivel europeo y dentro de cada sector a las empresas en la frontera tecnológica, definiendo cada año la frontera como el 5% de las empresas más productivas dentro de cada sector a dos dígitos para el conjunto de países de la UE, y las comparamos con las empresas españolas no-frontera (todas aquellas que no están en la frontera europea).

En segundo lugar, investigamos si la inversión anual sectorial en activos intangibles de las empresas españolas contribuye a la convergencia de su productividad hacia la frontera tecnológica europea. Para ello utilizamos información procedente de la base de datos «Activos Intangibles» desarrollada por el IVE (Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas) y la Fundación COTEC para la Innovación, distinguiendo tres categorías principales de activos intangibles: información digitalizada, propiedad de la innovación y competencias económicas (Corrado *et al.*, 2005, 2009). Asimismo, exploramos qué características a nivel de empresa contribuyen a la convergencia en productividad de las empresas españolas no-frontera hacia la frontera europea, teniendo en cuenta el propio crecimiento de la frontera europea. En tercer lugar, analizamos si la Gran Recesión ha jugado un papel moderador del efecto de la inversión en intangibles sobre la convergencia en productividad. Para ello, consideramos dos sub-periodos, un primer periodo, que denominamos pre-recesión, 2003-2007, y un segundo periodo correspondiente a los años 2008-2014.

La contribución de este trabajo a la literatura es múltiple. En primer lugar, nuestro estudio proporciona nueva evidencia a nivel microeconómico a la escasa literatura acerca del papel de los activos intangibles en la convergencia en productividad de las empresas no-frontera hacia las empresas en la frontera tecnológica. En segundo lugar, utilizamos un enfoque microeconómico para identificar las fronteras sectoriales de la UE, área que consideramos un mercado bien definido. Por tanto, nuestro análisis contribuye a la comprensión de los factores que pueden explicar la convergencia en productividad entre empresas no-frontera españolas y las empresas más productivas a nivel europeo. Aunque varios estudios han analizado la divergencia en productividad y el proceso de aproximación hacia las empresas frontera (Andrews *et al.*, 2016; Adalet McGowan *et al.*, 2017; Bartelsman *et al.*, 2008), hasta donde conocemos, ningún trabajo previo

se ha centrado en los determinantes de la convergencia de las empresas españolas hacia la frontera europea y, en particular, en el papel de los intangibles. En tercer lugar, al investigar el papel de la Gran Recesión, nuestro trabajo también contribuye a un mejor conocimiento acerca de la importancia del ciclo económico en el proceso de convergencia en productividad.

Nuestros principales resultados son los siguientes. En primer lugar, obtenemos que mayores inversiones en información digitalizada, en propiedad de la innovación y en competencias económicas contribuyen significativamente a la convergencia de las empresas españolas no frontera a la frontera sectorial europea. Asimismo, en relación al papel moderador de la Gran Recesión, nuestros resultados sugieren pautas distintas en los distintos periodos analizados. En particular, y en lo referente al papel de los activos intangibles en el proceso de acercamiento a las fronteras europeas, nuestros resultados muestran que la inversión en propiedad de la innovación y en competencias económicas tienen siempre un papel positivo, aunque menor en la etapa de recesión. Asimismo, encontramos que las empresas españolas no-frontera parecen disfrutar de mayores capacidades de aprendizaje y de imitación de sus líderes tecnológicos en la UE durante el periodo de recesión.

Los resultados que obtenemos pueden ayudar a los responsables de la política pública en su tarea de incentivar el crecimiento de la productividad de las empresas españolas, sobre todo de las empresas no-frontera en relación a las empresas frontera. Esta es una cuestión relevante, particularmente en aquellos países como España con un elevado número de empresas no-frontera. Si la inversión en activos intangibles contribuye positivamente al proceso de convergencia de la productividad de las empresas no-frontera hacia la productividad de las empresas en la frontera tecnológica, serán recomendables políticas públicas que incentiven a las empresas a invertir en este tipo de activos.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente forma. En la sección 2 presentamos brevemente las dos principales perspectivas en el estudio de la convergencia en productividad y revisamos la literatura acerca de los activos intangibles. La sección 3 está dedicada a describir la metodología utilizada: la estimación de la PTF, la derivación de las fronteras tecnológicas sectoriales y la especificación del modelo a estimar. En dicha especificación se incorpora a los activos intangibles como determinantes de la convergencia a la frontera tecnológica europea. La sección 4 presenta los datos y la definición de las variables utilizadas. La sección 5 describe los resultados de la estimación econométrica. Por último, la sección 6 recoge las principales conclusiones del estudio.

CONVERGENCIA EN PRODUCTIVIDAD Y ACTIVOS INTANGIBLES

Existe un renovado interés en comprender los factores que determinan la dispersión en productividad entre

las empresas de un sector, así como los factores que influyen en el proceso de convergencia en productividad entre los países de la UE (Ridao-Cano y Bodewig, 2018). Se pueden distinguir dos grandes enfoques en el estudio de los mecanismos de convergencia en productividad: el enfoque macroeconómico y el enfoque microeconómico. En el primero, la unidad de análisis es el país o la región (Barro y Sala-i-Martin, 1992), y el objetivo es identificar al país o región frontera, y contrastar si el crecimiento de la productividad de los demás países o regiones está relacionado con su distancia a los líderes tecnológicos (véanse Acemoglu *et al.*, 2006; Aghion *et al.*, 2008; Amable *et al.*, 2010; Griffith *et al.*, 2004; Kneller y Stevens, 2006; entre otros). Sin embargo, este enfoque no tiene en cuenta la heterogeneidad entre empresas e ignora que el crecimiento de la productividad puede verse afectado por mecanismos de selección y reasignación, así como de incertidumbre (Jovanovic, 1982; Melitz, 2003).

El enfoque microeconómico, en cambio, trata de superar estas limitaciones. En particular, la relacionada con la heterogeneidad entre empresas (Acemoglu *et al.*, 2007; Alvarez y Crespi, 2007; Andrews *et al.*, 2015; Bartelsman *et al.*, 2008; Bartelsman *et al.*, 2015; Ding *et al.*, 2016; Griffith *et al.*, 2004). La unidad de análisis es la empresa, y el método consiste en identificar a las empresas con un mayor nivel de productividad (que definirán la frontera tecnológica) dentro de un sector o país (o grupo de países). A la luz de estas consideraciones, los datos micro de un área geográfica determinada permiten identificar la frontera relevante, la cual puede hacer referencia a varios países y, por tanto, diferir de la frontera nacional. Los escasos estudios que utilizan datos a nivel de empresa para identificar a las empresas en la frontera 'global' se apoyan en un reducido número de países. Por ejemplo, Bartelsman *et al.* (2008) se centran en los Estados Unidos y en cinco países europeos. Iacovone y Crespi (2010) y Van der Wiel *et al.* (2012) analizan México y Holanda, respectivamente, y utilizan los datos de Bartelsman *et al.* (2008) para identificar la frontera global. Dos excepciones a estos estudios son Andrews *et al.* (2015, 2016), que analizan la frontera global teniendo en cuenta una muestra de 23 países de la OCDE durante el periodo 2001 a 2009, y 24 países de la OCDE para el periodo 1997 a 2014, respectivamente.

En este trabajo utilizamos un enfoque microeconómico para obtener las empresas en la «frontera europea», considerando que la UE constituye un área bien definida para ser objeto de análisis, es decir, un grupo de países que comparten un conjunto de instituciones políticas y económicas y que están conectados entre sí a través de fuertes relaciones económicas y comerciales. Tal y como afirman Gill y Raiser (2012) en su Informe del Banco Mundial, Europa puede considerarse como una «máquina de convergencia», dados los espectaculares resultados que ha conseguido en las últimas décadas en términos de crecimiento económico y convergencia. Este fenómeno de convergencia europea entre empresas y entre países ha sido el resultado de un largo y continuado proceso de integración eco-

nómica. No obstante, la amplia y persistente dispersión que se observa en el crecimiento de la productividad entre los países miembros sugiere que esta 'máquina de convergencia' necesita ser mejorada (Ridao-Cano y Bodewig, 2018). Considerando a la UE como un mercado integrado, parte de nuestro objetivo en este trabajo es identificar a las empresas que pertenecen a la frontera tecnológica dentro de la UE.

Por lo que respecta a la literatura relacionada con el papel de los activos intangibles en la economía, ésta ha abordado su análisis desde distintas perspectivas. Una rama de esta literatura ha utilizado la capitalización bursátil y el rendimiento del mercado de valores como medida de la importancia de los activos intangibles para las empresas (por ejemplo, en los trabajos de Hall, 2000, 2001a, 2001b). Asimismo, la importancia de algunos activos intangibles para el crecimiento de la productividad, como la inversión en I+D, ha sido extensamente documentada en la literatura económica (véanse, por ejemplo, las revisiones de la literatura en Griliches, 1995; Griliches y Séneca, 2000; Hall *et al.*, 2010; Ugur *et al.*, 2016). Otros activos intangibles como la inversión en informática han sido analizados en los trabajos de Brynjolfsson y Yang (1999) y Brynjolfsson *et al.* (2002). Varios estudios documentan la infravaloración del capital y de la inversión de las empresas y la importancia de los activos intangibles, como son los trabajos de Nakamura (1999, 2001), Lev (2001) y Basu *et al.* (2004). Por su parte, los trabajos de Corrado *et al.* (2005, 2009, 2017, 2018), que analizan la importancia de los activos intangibles para el crecimiento de la productividad, han supuesto una importante contribución a la literatura, tanto a nivel conceptual como empírico.

La literatura empírica acerca de la importancia de la inversión en activos intangibles para el crecimiento de la productividad es todavía escasa, debido fundamentalmente a la falta de estadísticas oficiales que recojan adecuadamente la inversión en estos activos. El enfoque tradicional para medir los factores explicativos del crecimiento de la productividad es el del modelo de las «fuentes del crecimiento» de Solow-Jorgenson-Griliches (Solow, 1957). Utilizando este enfoque, los primeros trabajos que documentan el impacto de las tecnologías de la información sobre el crecimiento de la productividad son los de Jorgenson *et al.* (2000), Oliner y Sichel, (2000, 2003), Jorgenson *et al.*, (2002) y Stiroh (2002). Este enfoque ha sido extendido y adaptado para considerar la importancia del capital intangible en los trabajos de Corrado *et al.* (2005, 2009). Estos autores abordan conceptualmente la definición de activos intangibles, utilizando el concepto de inversión como «cualquier uso de recursos que implique una disminución del consumo corriente con el objetivo de aumentar el consumo futuro», y poniendo el énfasis en la necesidad de un tratamiento simétrico entre activos tangibles e intangibles. En concreto, Corrado *et al.* (2018) analiza la contribución del capital intangible al crecimiento de la productividad en EE.UU. y en 18 países europeos, teniendo en cuenta la Gran Recesión, y proporciona evidencia de la contribución del capital intangible al crecimiento de la productividad. Asimismo,

mo, Goodridge *et al.* (2018) analiza la contribución de los intangibles al crecimiento de la productividad en el Reino Unido. Sin embargo, no tenemos constancia de ningún estudio que analice específicamente el papel de los activos intangibles en la convergencia en productividad de las empresas no-frontera hacia las empresas en la frontera tecnológica de su sector, y éste es precisamente el objetivo de este trabajo.

METODOLOGÍA

Estimación de la productividad total de los factores

Para obtener una estimación de la PTF, en primer lugar, estimamos una función de producción Cobb-Douglas (especificada en términos de valor añadido) utilizando la metodología propuesta por Wooldridge (2009) y como función de control la demanda de bienes intermedios (véase Levinsohn y Petrin, 2003). Así pues, consideramos la estimación de la siguiente función de producción para las empresas de los países de la UE, expresada en términos logarítmicos:

$$y_{ipst} = \beta_{0s} + \beta_{Ls} l_{ipst} + \beta_{Ks} k_{ipst} + \omega_{ipst} + \eta_{ipst} \quad (1)$$

Donde el sub-índice i denota empresa, p se refiere al país, s indica sector (con un grado de desagregación a dos dígitos en la clasificación NACE Rev. 2) y t se refiere al año. y_{ipst} es el logaritmo del valor añadido, l_{ipst} es el logaritmo del trabajo, y k_{ipst} es el logaritmo del capital. Por lo que respecta a los inobservables, ω_{ipst} es la productividad de la empresa (no observable para el econométra pero observable o predecible para la empresa) y η_{ipst} es un término de error estándar (idéntica e independientemente distribuido) que no es observable ni predecible para la empresa ni para el investigador. (1)

Estimamos la función de producción (1) separadamente para cada uno de los sectores manufactureros a dos dígitos s , pero considerando conjuntamente las observaciones correspondientes a todos los países de la UE. En la estimación controlamos tanto por efectos fijos de año como de país. Este método de estimación nos permite considerar diferencias tecnológicas entre sectores, y al mismo tiempo nos permite llevar a cabo comparaciones intertemporales y entre países de las productividades estimadas. (2) La productividad estimada para cada una de las empresas se obtiene a partir del residuo de la estimación de la función de producción:

$$\hat{\omega}_{ipst} = y_{ipst} - \hat{\beta}_{Ls} l_{ipst} - \hat{\beta}_{Ks} k_{ipst} \quad (2)$$

donde $\hat{\omega}_{ipst}$ es la estimación del logaritmo de la PTF de la empresa i en el país p , perteneciente al sector s en el año t .

Derivación de las «fronteras tecnológicas sectoriales en la UE»

En este trabajo consideramos que la UE es el marco de referencia de análisis adecuado y seguimos un enfo-

que microeconómico para derivar las «fronteras tecnológicas sectoriales en la UE». Siguiendo a Andrews *et al.* (2016), utilizamos un número fijo de empresas, a lo largo de todo el periodo considerado, para la construcción de la frontera. Más específicamente, suponemos que, para cada uno de los sectores considerados, el número de empresas que forman parte de la frontera de la UE viene dado por el 5% superior (las empresas más productivas) de la mediana del número de empresas en el sector considerado a lo largo del periodo muestral. Esta definición de frontera permite la entrada y salida de empresas de la misma, ya que mientras que mantenemos constante el número de empresas que forman parte de la frontera, permitimos que varíe el conjunto de empresas que forman parte de la misma. También permite que el tamaño (número de empresas) de la frontera varíe entre sectores, y evita los problemas potenciales que pueden surgir a medida que la cobertura de las empresas por parte de AMADEUS se expande con el tiempo.

A continuación, calculamos la fracción de empresas españolas que se encuentran en el top 5% de productividad a nivel UE. El cálculo se realiza siguiendo el procedimiento de dos etapas en Gal (2013). En la primera etapa, calculamos la ratio del número de empresas españolas en el año t que pertenecen a la frontera de la UE del sector s sobre el número total de empresas españolas en el año t para ese sector. En la segunda etapa, se calcula el promedio para todos los sectores manufactureros españoles de esas ratios. Un valor promedio (en porcentaje) superior a 5 significaría que España está sobrerrepresentada en el top 5% de productividad de empresas manufactureras en la UE. De acuerdo con estos cálculos, si comparamos las cifras obtenidas para los años 2006 y 2013, lo que nos permite detectar ciertos cambios a lo largo del tiempo, observamos que el valor del 10,18% en el 2006 pasa a un valor del 3,48% en el 2013. Ello significa que en 2006 el 10,18% de empresas manufactureras españolas se encontraba en el 5% más productivo de empresas manufactureras en la UE, mientras que tan sólo el 3,48% lo hacían en el 2013. Por tanto, nuestro país ha perdido terreno en cuanto a presencia en la frontera tecnológica de la UE, pasando de estar sobrerrepresentado a infrarrepresentado.

El papel de los activos intangibles como determinantes de la convergencia a las fronteras de la UE: Especificación del modelo

A continuación, analizamos cómo la inversión en España en activos intangibles, con un nivel de desagregación sectorial a dos dígitos, puede influir en la convergencia de las empresas españolas no-frontera a su frontera tecnológica europea. Con este fin, estimamos un modelo en el que la evolución de la distancia tecnológica de las empresas no-frontera españolas a la frontera tecnológica europea de su sector es función de la inversión en activos intangibles de su sector, las características de la empresa, y el propio crecimiento de la frontera:

$$TCDF_{est} = \alpha + \beta' Z_{est-1} + \delta' X_{est-1} + \theta (\ln PTF_{st-1}^F - \ln PTF_{st-2}^F) + \gamma_i + \gamma_s + \gamma_t + \varepsilon_{est} \quad (3)$$

donde el subíndice *i* denota empresa, el subíndice *s* se refiere a empresas radicadas en España, el subíndice *t* corresponde a cada uno de los sectores definidos y *t* se refiere al período de tiempo. La distancia tecnológica a la frontera de la UE de una empresa española no-frontera *i* en el periodo *t* se calcula como el logaritmo de la ratio entre su propia PTF (PTF_{est}^F) y la PTF media en el año *t* de las empresas de la frontera de la UE de su propio sector (PTF_{st}^F). Así, la tasa de cambio de la distancia a la frontera tecnológica de la empresa *i* entre los periodos *t-1* y *t* ($TCDF_{est}$), que utilizamos como variable dependiente en la ecuación (3), se define como $\left(\ln \frac{PTF_{est}^F}{PTF_{st}^F} - \ln \frac{PTF_{est-1}^F}{PTF_{st-1}^F} \right)$.

Por lo que respecta al lado derecho de la ecuación (3), el primer elemento del conjunto de variables explicativas es un vector de características observables de la empresa (Z_{est-1}) que incluye el tamaño (medido por el logaritmo del número de empleados), el logaritmo de la edad de la empresa y el logaritmo de la intensidad de capital.

El segundo elemento (X_{est-1}), representa el vector de activos intangibles a nivel de sector-año para España. Dicho vector está compuesto por tres variables correspondientes a la participación de la inversión en el valor añadido de las tres categorías en las que habitualmente se clasifican los activos intangibles (véase Cuadro 6 en Corrado *et al.*, 2017): Información Digitalizada ($\ln(\ln Dig/VA)$), Propiedad de la Innovación ($\ln(PropInn/VA)$), y Competencias Económicas ($\ln(CompEc/VA)$), respectivamente. En la sección 4 describimos con detalle estas tres categorías de activos intangibles.

El tercer elemento en la ecuación (3), $\ln PTF_{st-1}^F - \ln PTF_{st-2}^F$, es la evolución de la PTF media de las empresas pertenecientes a la frontera de la UE del sector *s* entre los periodos *t-2* y *t-1*. Es importante destacar que el coeficiente estimado para el parámetro θ nos indica si la tasa de crecimiento de las empresas pertenecientes a la frontera tecnológica del sector facilita o dificulta el proceso de convergencia hacia la frontera de las empresas españolas no-frontera del mismo sector. Si un mayor crecimiento de la PTF media de las empresas de la frontera de la UE redundaba en un mayor crecimiento de la PTF de las empresas españolas no-frontera, esto podría interpretarse como evidencia a favor de la existencia de un proceso de difusión del conocimiento de las empresas frontera hacia las empresas no-frontera españolas, proceso del que se benefician estas últimas.

Por último, γ_i , γ_s y γ_t son efectos fijos a nivel de empresa, sector y año, respectivamente, y ε_{est} es un término de error estándar idéntica e independientemente distribuido.

DATOS, VARIABLES Y DESCRIPTIVOS

Los datos para calcular la PTF a nivel de empresa provienen de la base de datos AMADEUS, que proporciona

la información del balance general de las empresas de los países miembros de la UE. Utilizamos esta base de datos tanto para calcular la PTF de las empresas con sede fiscal en España, como para identificar a las empresas que forman parte de la frontera europea. En concreto, siguiendo a Arnold *et al.* (2008), Gal (2013) y Andrews *et al.* (2015), nos centramos en el conjunto de empresas europeas con más de 20 empleados, ya que esto ayuda a obtener una mejor cobertura y una muestra más equilibrada. Además, para garantizar la estimación de la PTF para el mayor número posible de empresas seguimos a Gal (2013), quien sugiere una metodología de imputación que permite mejorar la cobertura original de AMADEUS. Asimismo, se han convertido las magnitudes monetarias en reales utilizando PPA y deflatores para garantizar la comparabilidad de las medidas de productividad en todos los países y a lo largo del tiempo.

La muestra de datos utilizados para el cómputo de la PTF corresponde a los sectores manufactureros, según la clasificación industrial NACE Rev. 2, para el periodo 2003-2014. Los estados miembros de la UE incluidos en la muestra vienen determinados por la disponibilidad de información en AMADEUS. Así, nuestros datos corresponden a 23 estados miembros. Chipre y Lituania han sido excluidos debido a que no hay información para estos dos países; asimismo, Luxemburgo, Malta y Letonia han sido eliminados debido a un número insuficiente de observaciones. Finalmente, antes de la estimación de la PTF procedemos a filtrar los datos. Primero, excluimos aquellas observaciones para las cuales no tenemos información para las variables relevantes. Segundo, seguimos los criterios de Kalemlı-Ozcam *et al.* (2015) y Andrews *et al.* (2016) para filtrar los datos.

Una vez que se han identificado las empresas frontera de la UE para cada sector manufacturero, en una primera etapa caracterizamos (en términos de PTF) a las empresas frontera de la UE y las comparamos con empresas españolas que no pertenecen a la frontera. En una segunda etapa, estimamos el papel de los activos intangibles en el proceso de convergencia de las empresas manufactureras españolas no-frontera a las empresas frontera de la UE. Antes de analizar los factores que explican la distancia tecnológica de las empresas no-frontera a la frontera tecnológica europea, en el Cuadro 1 presentamos la evolución de la PTF promedio de las empresas frontera de la UE y las empresas no-frontera con sede fiscal en España. Observamos que la distancia promedio en términos de PTF entre la frontera tecnológica europea y las empresas españolas no-frontera es igual a 4,4 durante el período muestral (con valores que van desde 2,9 en 2005, el valor más pequeño, a 4,9 en 2004, el valor más alto). Esto significa que, en promedio, las empresas de la frontera de la UE son 4,4 veces más productivas que las empresas no-frontera en España. Observamos, sin embargo, tres periodos diferentes en relación a la evolución de la distancia tecnológica, en términos de PTF. Hay una reducción de la distancia desde 2003 hasta 2005, a partir de ese año observamos un aumento de la distancia hasta 2012 (4,8). Después de esto, durante

CUADRO 1
EVOLUCIÓN DE LA PTF DE LAS EMPRESAS FRONTERA DE LA UE FRENTE A LAS
EMPRESAS NO-FRONTERA DE ESPAÑA

	Empresas frontera UE		Empresas no-frontera España		Distancia Tecnológica
	Media	Desv. est.	Media	Desv. est.	
2003	5.989	0.882	4.407	0.606	4.865
2004	5.955	0.755	4.371	0.537	4.873
2005	5.797	0.544	4.746	0.463	2.859
2006	5.897	0.600	4.734	0.446	3.198
2007	5.898	0.526	4.723	0.454	3.238
2008	5.866	0.532	4.369	0.509	4.469
2009	5.818	0.553	4.310	0.525	4.521
2010	5.910	0.601	4.344	0.532	4.791
2011	5.892	0.531	4.332	0.534	4.760
2012	5.897	0.557	4.335	0.544	4.765
2013	5.880	0.532	4.355	0.551	4.595
2014	5.865	0.543	4.412	0.558	4.275
Media 2003-2014	5.889	0.586	4.403	0.550	4.417

Notas: La frontera UE está definida para cada sector a dos dígitos como un número fijo de empresas que se corresponden con el 5% superior (en PTF) del número mediano de empresas de cada sector a lo largo del tiempo. La PTF se mide en logaritmos. La distancia tecnológica se calcula como la diferencia en la PTF promedio de las empresas frontera y no-frontera. Como la PTF se mide en logaritmos, la distancia tecnológica en 2005, por ejemplo, es $\exp(5.797-4.746) = 2.859$, es decir, en 2005 las empresas frontera de la UE son en promedio 2.859 veces más productivas que las empresas no-frontera españolas.

Fuente: Elaboración propia

los años 2013-2014, percibimos una reducción en la distancia tecnológica.

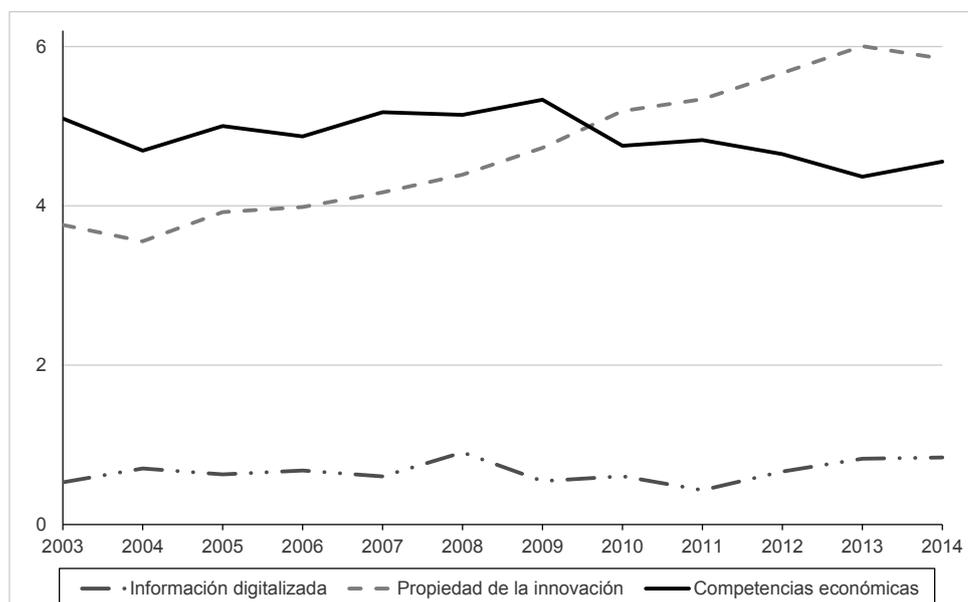
Los datos sobre el número de empleados, la edad y la intensidad de capital de la empresa provienen de AMADEUS. La información sobre activos intangibles proviene de la base de datos «*Activos intangibles*», desarrollada por el IVE en colaboración con la Fundación Cotec para la Innovación. (3) Dicha base ofrece información sobre la formación bruta de capital fijo en activos intangibles en España y sus comunidades autónomas para 27 ramas de actividad, siguiendo la clasificación industrial CNAE 2009. De esta base, extraemos la información relativa a las ramas de actividad correspondientes al sector manufacturero para el período de estudio 2003-2014. En concreto, se extrae la información referente a la formación bruta de capital intangible en euros reales de 2010. En el análisis, introducimos el logaritmo de la ratio de la formación bruta de capital intangible sobre el valor añadido de cada sector. Los datos de valor añadido a nivel de sector a 2-dígitos en euros reales de 2010 provienen de la base de datos EU KLEMS (véase Jäger, 2017).

Entre las distintas definiciones alternativas de activos intangibles, la más aceptada es la que proponen Corrado *et al.* (2005, 2009), que ha sido utilizada en la estimación de la inversión en activos intangibles realizada por el Fundación Cotec-IVE. Corrado *et al.* (2005, 2009) abordan conceptualmente la definición de capital intangible recurriendo al marco estándar

de la teoría económica que considera como inversión todo el uso de recursos corrientes que se realiza con el fin de aumentar el consumo futuro. En consecuencia, todos los tipos de capital, tangible e intangible, deberían ser tratados de forma simétrica. Así, el gasto incurrido por la empresa, por ejemplo, en publicidad o en la cualificación de personal debería considerarse inversión y no consumo intermedio, debido a que ese gasto no desaparece durante el ejercicio económico corriente, sino que su efecto se acumula produciendo rendimientos futuros.

Siguiendo la metodología de la Fundación Cotec-IVE, los activos intangibles se clasifican en tres categorías que describimos a continuación. La primera de ellas corresponde a la *información digitalizada (InfDig)*, que incluye la suma de los gastos en bases de datos y de los costes de trabajo de los desarrolladores de software incurridos por el sector. La segunda categoría corresponde a la *propiedad de la innovación (PropInn)*. Este agregado se compone de los siguientes activos: (i) los gastos en prospección minera y los originales de obras recreativas, literarias o artísticas; (ii) los gastos de las actividades de I+D realizadas por las empresas; y, (iii) los gastos en diseño de otros nuevos productos. Finalmente, la tercera categoría de intangibles corresponde a las *competencias económicas (CompEc)*. Este agregado está compuesto por los gastos en: (i) publicidad; (ii) estudios de mercado; (iii) capital humano específico de la empresa (formación a cargo del empleador); y, (iv) la estructura organizativa, incluyendo tanto

GRÁFICO 1
PARTICIPACIÓN DE LA FBCF EN ACTIVOS INTANGIBLES EN EL VALOR AÑADIDO. SECTOR MANUFACTURERO EN ESPAÑA 2003-2014 (EN PORCENTAJE)



Fuente: Elaboración propia con datos de la Fundación Cotec-IME y EU KLEMS.

CUADRO 2
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

Variable	Media	Desv. est.
Empleo	81.663	133.716
Edad	27.932	13.913
Intensidad de capital	58.923	65.264
Información digitalizada sobre valor añadido	0.556	0.406
Propiedad de la innovación sobre valor añadido	4.756	2.420
Competencias económicas sobre valor añadido	4.741	1.963

Fuente: Elaboración propia con datos de AMADEUS y Fundación Cotec-IME.

la estructura organizativa adquirida como la estructura organizativa propia, en la que se incluiría el coste del tiempo dedicado por los directivos al desarrollo de modelos de negocio y cultura corporativa.

El Gráfico 1 ilustra la evolución seguida en el sector manufacturero español por la participación de la inversión en intangibles por categoría en el valor añadido bruto, en el periodo 2003-2014. La inversión en activos intangibles asociados a las categorías incluidas en *competencias económicas* es la que más peso tiene en el sector manufacturero español hasta 2010. A partir de este año es la inversión en el componente de *propiedad de la innovación* la que mayor peso en el valor añadido adquiere. Mientras que la participación de la inversión en *competencias económicas* en el valor añadido experimentó una importante contracción a partir de la crisis económica de 2008, la participación

de la inversión en *propiedad de la innovación* ha tenido una tendencia creciente durante todo el período. Finalmente, la participación de la inversión en *información digitalizada* se ha mantenido prácticamente constante, no superando el 1% del valor añadido.

Finalmente, en el Cuadro 2, presentamos los descriptivos para las empresas no-frontera españolas de las variables utilizadas para analizar la distancia tecnológica de estas empresas a las empresas frontera de su mismo sector en la UE. En este cuadro observamos que el tamaño medio (en número de empleados) de las empresas no-frontera españolas es de 81,7 trabajadores, la edad media es de 27,9 años y la intensidad de capital promedio de 58,9. En relación con las variables de inversión en intangibles, observamos que el valor promedio de la participación de la inversión en gastos en *información digitalizada* sobre el valor añadido bru-

to de las empresas es de 0,56 %, la participación de la inversión en *propiedad de la innovación* sobre el valor añadido es de 4,76 % y la inversión en *competencias económicas* es de 4,74 %.

RESULTADOS

Los resultados de la estimación de la ecuación (3) se presentan en el Cuadro 3. Los coeficientes estimados para las variables explicativas, tanto a nivel de empresa como a nivel de sector, se pueden interpretar como elasticidades, dado que tanto la variable dependiente como las explicativas se usan transformadas en logaritmos. La interpretación apropiada del signo obtenido para los coeficientes estimados de las variables explicativas es la siguiente: un signo positivo significa que el aumento del valor de dicha variable contribuye positivamente a la convergencia de la PTF de las empresas españolas no-frontera a la PTF de las fronteras tecnológicas de su sector en la UE. En cambio, un signo negativo significaría lo contrario. Hay que tener en cuenta para esta interpretación que en la ecuación (3) la variable dependiente se ha definido como $\ln(PTF_{est}^f / PTF_{sp}^f) - \ln(PTF_{est-1}^f / PTF_{sp-1}^f)$, lo que equivale a $[\ln(PTF_{est}^f) - \ln(PTF_{est-1}^f)] - [\ln(PTF_{sp}^f) - \ln(PTF_{sp-1}^f)]$. Esta última expresión indica que la variable dependiente mide el crecimiento diferencial a lo largo del tiempo de la PTF de las empresas españolas no-frontera en relación al de sus fronteras tecnológicas sectoriales en la UE.

En el Cuadro 3 se presentan dos especificaciones distintas. En la columna (1) se presenta la estimación de la ecuación (3). En la columna (2) flexibilizamos nuestra especificación básica para tomar en consideración que los coeficientes asociados a las variables explicativas pueden ser distintos para el período pre-recesión y para el período recesivo. Para ello, en la columna (2) se han incluido las mismas variables explicativas de la columna (1) y se han añadido estas mismas variables cruzadas por la variable ficticia $D_{2008-2014}$ que toma valor 1 para los años comprendidos en el período de recesión. De ese modo, en la columna (2) los coeficientes estimados para las variables explicativas sin cruce se corresponden con el período pre-recesión, mientras que, si a dichos coeficientes se les añade su correspondiente coeficiente de la variable cruzada por la variable ficticia, se obtiene el efecto de las variables durante el período de recesión. Por su parte, los coeficientes asociados a los cruces nos indican, por tanto, su efecto diferencial en el período de recesión en relación al período previo.

Para las variables que caracterizan a las empresas, se obtiene que empresas más grandes o de mayor edad disfrutaban de tasas de crecimiento de su PTF superiores a las tasas de crecimiento de sus fronteras tecnológicas sectoriales en la UE, lo que contribuye a su proceso de convergencia a las mismas. (4) Esto ocurre tanto para la especificación (1) como para la especificación (2). La información adicional que nos reporta la especificación (2) para estas dos variables es la siguiente: el papel del tamaño de la empresa en la convergencia a la frontera tecnológica se ve reforzado en el período

de recesión frente al previo, mientras que la edad de la empresa tiene el mismo papel favoreciendo la convergencia en los dos períodos considerados. Por su parte, si no distinguimos por sub-períodos, la variable de intensidad de capital de la empresa parece irrelevante para explicar la variable dependiente, véase columna (1). Sin embargo, los resultados de la columna (2) indican que la intensidad de capital contribuye positivamente a la convergencia hacia la frontera durante el período pre-recesión, pero su contribución se reduce significativamente en el período de recesión.

En relación a las variables de intensidad de gasto sectorial en intangibles para las tres categorías consideradas en Corrado *et al.* (2005, 2009), se obtienen los siguientes resultados. En primer lugar, un mayor esfuerzo de inversión en intangibles dentro de la categoría de información digitalizada (software y bases de datos) afecta positivamente a la convergencia de las empresas españolas no-frontera a sus líderes tecnológicos sectoriales en la UE, con un efecto similar para los dos períodos considerados (pre-recesión y recesión). En segundo lugar, el esfuerzo inversor en el resto de activos intangibles categorizados bajo los epígrafes de propiedad de la innovación (que incluye entre otros I+D, nuevos productos y diseños) y de competencias económicas (donde quedan recogidos los gastos en marketing, publicidad, formación de los trabajadores en la empresa y en estructuras organizativas), también afecta positivamente a la convergencia, (5) pero en este caso su papel en este proceso es menor durante el período de recesión.

El menor efecto, durante el período de recesión, de los gastos en propiedad de la innovación y competencias económicas en el proceso de convergencia de las empresas manufactureras españolas hacia sus líderes tecnológicos en la UE, podría indicar que el crecimiento de la inversión media en las empresas frontera de la UE en este tipo de activos durante el período de recesión ha sido superior al de las empresas españolas no-frontera y, por lo tanto, ha contribuido en mayor medida al crecimiento de la PTF de la frontera en relación a las empresas españolas no-frontera. En concreto, un componente de las competencias económicas como es la formación en el puesto de trabajo, puede haberse resentido especialmente en España durante el período recesivo si las capacidades de su fuerza de trabajo se han depreciado en comparación a otros países debido a mayores tasas de desempleo y de temporalidad en los contratos (Cabralés *et al.*, 2014; Calero *et al.*, 2016).

En cambio, en relación a los gastos en información digitalizada, los resultados indican un efecto favorable a la convergencia similar en ambos períodos. Según el *Digital Economy and Society Index Report 2018* (European Commission, 2018), España se encuentra entre los países de la UE que más ha progresado en el proceso de digitalización de la economía, ocupando el puesto décimo de los 28 estados miembros y situándose entre las posiciones más altas en cuanto a administración electrónica e integración empresarial de las tecnologías digitales.

CUADRO 3
REDUCCIÓN DE LA DISTANCIA TECNOLÓGICA ENTRE LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS NO-FRONTERA Y LAS EMPRESAS FRONTERA SECTORIALES DE LA UE

Variable dep.: $TCDF_{est} = \ln(PTF_{est} / PTF_{st-1}) - \ln(PTF_{est-1} / PTF_{st-2})$ Método: Panel con efectos fijos (industria, año y empresa)	(1)	(2)
$\ln(\text{trabajadores})_{est-1}$	0.0462*** (0.008)	0.0387*** (0.009)
$\ln(\text{trabajadores})_{est-1} * D_{2008-2014}$		0.0133*** (0.004)
$\ln(\text{edad})_{est-1}$	0.0262* (0.016)	0.0328* (0.018)
$\ln(\text{edad})_{est-1} * D_{2008-2014}$		0.00584 (0.007)
$\ln(\text{intensidad de capital})_{est-1}$	0.00279 (0.004)	0.00917* (0.005)
$\ln(\text{intensidad de capital})_{est-1} * D_{2008-2014}$		-0.00734** (0.004)
$\ln(\text{InfDig/VA})_{est-1}$	0.0659*** (0.006)	0.0602*** (0.011)
$\ln(\text{InfDig/VA})_{est-1} * D_{2008-2014}$		0.00654 (0.012)
$\ln(\text{Proplnn/VA})_{est-1}$	0.0166*** (0.002)	0.0209*** (0.002)
$\ln(\text{Proplnn/VA})_{est-1} * D_{2008-2014}$		-0.00326** (0.002)
$\ln(\text{CompEc/VA})_{est-1}$	0.0193*** (0.003)	0.0199*** (0.003)
$\ln(\text{CompEc/VA})_{est-1} * D_{2008-2014}$		-0.00438*** (0.002)
$\ln(PTF_{st-1} / PTF_{st-2})$	0.165*** (0.022)	0.103*** (0.030)
$\ln(PTF_{st-1} / PTF_{st-2}) * D_{2008-2014}$		0.171*** (0.046)
Constante	-0.371*** (0.061)	-0.391*** (0.069)
Observaciones	36,819	36,819
Número de empresas	7,087	7,087
R-cuadrado (intra-grupos)	0.083	0.084

Notas: La frontera UE está definida para cada sector a dos dígitos como un número fijo de empresas que se corresponden con el 5% superior (en PTF) del número mediano de empresas de cada sector a lo largo del tiempo. La variable InfDig/VA recoge los gastos en software y bases de datos sobre valor añadido; la variable Proplnn/VA incluye los gastos en I+D, nuevos productos/diseños y otros, sobre valor añadido; la variable CompEc/VA hace referencia a los gastos en marketing/publicidad, formación y organización, sobre valor añadido. En paréntesis se presentan los errores estándar robustos. Niveles de significatividad: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Fuente: Elaboración propia

Por lo que respecta a la variable explicativa que capta el crecimiento de la frontera tecnológica sectorial en la UE, retardado un periodo (de $t-2$ a $t-1$), obtenemos un signo positivo que se ve ampliamente reforzado en el periodo de recesión. Esto indica que el crecimiento de las fronteras tecnológicas sectoriales de la UE incentiva el proceso de convergencia de las empresas españolas no-frontera hacia sus líderes tecnológicos. La explicación natural para este hecho es la existencia de externalidades positivas del conocimiento desde la frontera europea hacia las empresas españolas de su mismo sector. Dichos beneficios son superiores para las

empresas españolas en el periodo de recesión, aunque también existen en el periodo previo. Este resultado puede indicar que la habilidad de aprendizaje y de imitación de las empresas españolas no-frontera de las empresas UE líderes en eficiencia de su sector, es superior en el periodo de recesión que en el previo.

Por último, si hablamos en términos cuantitativos, ¿cuál es la interpretación de las elasticidades estimadas que se presentan en el Cuadro 3? Tomemos, a modo de ejemplo, la interpretación de las elasticidades de las siguientes variables: la variable a nivel de empresa nú-

mero de trabajadores (es decir, tamaño de la empresa, variable de elasticidad superior en este grupo de variables explicativas); la variable a nivel de sector información digitalizada (de mayor elasticidad entre los tres tipos de intangibles considerados); y, la variable de crecimiento retardado de la frontera tecnológica sectorial (introducida para captar efectos desbordamiento o externalidades tecnológicas del conocimiento desde la frontera hacia las empresas no-frontera). Empezando por la primera, número de trabajadores, su elasticidad de acuerdo con la especificación en la columna (1) es de 0.0462, lo que indica que un incremento de un 1% en la plantilla de la empresa disminuye la distancia tecnológica (definida como la ratio PTF_{ies} / PTF_s) de $t-1$ a t de las empresas no-frontera con respecto a los líderes tecnológicos de su sector en 0.0462%. En segundo lugar, si una empresa se encuentra en un sector que incrementa la intensidad inversora en información digitalizada en un 1%, esto justifica que la empresa se beneficie en media de una disminución de su distancia tecnológica, de $t-1$ a t , de un 0.0659% (véase de nuevo la columna (1) del Cuadro 3). La razón por la cual una empresa en un sector con mayor esfuerzo inversor en intangibles se beneficia de una aproximación a la frontera UE de su sector, puede deberse tanto a que sea una proxy de un mayor gasto de esa empresa en este tipo de activos, como al hecho de que la empresa pueda beneficiarse en mayor medida de las externalidades positivas sobre su PTF que pueden ejercer los gastos en este tipo de activos de otras empresas españolas de su sector. Para finalizar, interpretamos la elasticidad asociada a la variable retardada de crecimiento de la propia frontera sectorial de $t-2$ a $t-1$. Su valor indica que un crecimiento del 1% de la ratio $(PTF_{sf-1} / PTF_{sf-2})$ facilita una reducción de la distancia tecnológica de una empresa española no-frontera del sector s de $t-1$ a t del 0.1650% (columna (1) del Cuadro 3).

CONCLUSIONES

En este trabajo exploramos el papel de la inversión en intangibles en la convergencia en productividad de las empresas españolas no-frontera hacia la frontera tecnológica europea a nivel sectorial. Para ello, en primer lugar, identificamos a las empresas en la frontera tecnológica europea a nivel de sector calculando la PTF de todas las empresas europeas utilizando información procedente de la base de datos AMADEUS para el período 2003-2014. A continuación, comparamos la PTF de las empresas españolas no-frontera con sus respectivas fronteras europeas sectoriales. Obtenemos que, en media para el conjunto del sector manufacturero, las empresas en la frontera tecnológica europea son 4,4 veces más productivas que las empresas españolas no-frontera de su mismo sector. En segundo lugar, para analizar el papel de los activos intangibles en la convergencia de las empresas españolas no-frontera hacia sus respectivas fronteras sectoriales europeas, utilizamos datos de la Fundación Cotec-IME (Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas) para las tres categorías de activos intangibles a nivel sectorial:

información digitalizada, propiedad de la innovación y competencias económicas. Finalmente, analizamos el papel de la Gran Recesión a la hora de reforzar o reducir el efecto de los activos intangibles, entre otros, en el proceso de aproximación de las empresas no-frontera a sus respectivos líderes tecnológicos en la UE.

Nuestros principales resultados pueden resumirse de la siguiente forma. Primero, obtenemos que tanto el tamaño como la edad de las empresas contribuyen positivamente al proceso de convergencia de las empresas españolas no-frontera a la frontera tecnológica europea a nivel sectorial. En relación a la inversión sectorial en activos intangibles, nuestros resultados indican que un mayor esfuerzo inversor en información digitalizada, en propiedad de la innovación y en competencias económicas contribuye positivamente al acercamiento de las empresas españolas a las empresas líderes en productividad de la EU. Asimismo, obtenemos que los avances previos de las fronteras tecnológicas sectoriales contribuyen al proceso de convergencia de las empresas no-frontera españolas, debido muy probablemente al aprovechamiento de las externalidades positivas del conocimiento procedente de las respectivas fronteras tecnológicas europeas. Por último, en relación al papel moderador de la Gran Recesión, nuestros resultados sugieren pautas distintas de los factores determinantes de la convergencia en los distintos sub-períodos analizados. En particular, obtenemos que: i) el papel del tamaño de la empresa se refuerza en el período de recesión; ii) la intensidad de capital tiene un papel positivo en la etapa pre-recesión que prácticamente se anula en la etapa siguiente (ello explica su efecto global no significativo); iii) los tres componentes de intangibles tienen siempre un papel positivo en el proceso de acercamiento a las fronteras europeas, aunque el correspondiente a la propiedad de la innovación y a las competencias económicas es menor en la etapa de recesión; y, por último, iv) las empresas españolas no-frontera parecen disfrutar de mayores capacidades de aprendizaje y de imitación de sus líderes tecnológicos en la UE durante el período de recesión.

En general, los resultados que obtenemos pueden ayudar a los responsables de la política pública en su tarea de incentivar el crecimiento de la productividad de las empresas españolas, sobre todo de las empresas no-frontera, y así converger hacia los líderes tecnológicos de la EU. Esta es una cuestión relevante, particularmente para un país como España con un elevado número de empresas no-frontera. Si la inversión en activos intangibles contribuye positivamente al proceso de convergencia de la productividad de las empresas no-frontera hacia la productividad de las empresas en la frontera tecnológica europea, serán recomendables políticas públicas que incentiven a las empresas a acelerar su acumulación de activos intangibles, bien sea en información digitalizada, en propiedad de la innovación o en competencias económicas. Por último, desde un punto de vista gerencial, nuestros resultados sugieren también la relevancia de la inversión en activos intangibles como estrategia empresarial para la mejora de la productividad de la empresa.

NOTAS ↓

- [1] La estimación de la función de producción (1) siguiendo la metodología propuesta por Wooldridge (2009) presenta las siguientes ventajas: resuelve el problema de identificación del coeficiente del factor trabajo en la primera etapa de las metodologías de Levinsohn y Petrin (2003) y Olley y Pakes (1996), puesto de manifiesto por Akerberg *et al.* (2007); incrementa la eficiencia en relación a los métodos de estimación en dos etapas; y, finalmente, hace innecesario el uso de bootstrapping para el cálculo de errores estándar.
- [2] Este aspecto es crucial para definir adecuadamente la composición de las empresas que forman parte de la frontera de la UE para cada uno de los sectores manufactureros.
- [3] En general, el punto de partida son las series nacionales por activo y sector, obtenidas siguiendo la metodología ya establecida en Mas y Quesada (2014), la cual a su vez sigue a Corrado *et al.* (2005, 2009).
- [4] A diferencia de Andrews *et al.* (2015) para países de la OCDE y de Conway *et al.* (2015) para Nueva Zelanda, en nuestro caso las empresas frontera no son en media más jóvenes.
- [5] Añón Higón *et al.* (2018), en un estudio sobre la convergencia en PTF entre países de la UE desde una perspectiva macroeconómica, encuentran que el intangible I+D tiene un impacto positivo en el crecimiento de la PTF de los países.

REFERENCIAS ↓

- Acemoglu, D., Aghion, P., Zilibotti, F. (2006), 'Distance to Frontier, Selection and Economic Growth', *Journal of the European Economic Association*, 4, 37-74.
- Acemoglu, D., Aghion, P., Lelarge, C., Van Reenen, J., Zilibotti F. (2007), 'Technology, Information and the Decentralization of the Firm', *Quarterly Journal of Economics*, 122, 1759-1799.
- Akerberg, D., Benkard, C.L., Berry, S., Pakes, A. (2007), 'Econometric tools for analyzing market outcomes', *Handbook of Econometrics*, 6, 4171-4276.
- Adalet McGowan, M., Andrews, D., Millet, V. (2017), 'The Walking Dead? Zombie Firms and Productivity Performance in OECD Countries', OECD Economics Department Working Paper No. 1372.
- Aghion, P., Burgess, R., Redding, S., Zilibotti, F. (2008), 'The Unequal effects of Liberalization: Evidence from Dismantling the License Raj in India', *American Economic Review*, 98, 1397-1412.
- Alvarez, R., Crespi, G. (2007), 'Multinational Firms and Productivity Catching-up: the Case of Chilean Manufacturing', *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, 1, 136-152.
- Amable, B., Demmou, L., Ledezma, I. (2010), 'Product Market Regulation, Innovation, and Distance to Frontier' *Industrial and Corporate Change*, 19, 117-159.
- Andrews, D., Criscuolo, C., Gal, P.N. (2015), 'Frontier Firms, Technology Diffusion and Public Policy: Micro Evidence from OECD Countries', OECD Productivity Working Papers 2, OECD Publishing.
- Andrews, D., Criscuolo, C., Gal, P.N. (2016), 'The global productivity slowdown, technology divergence and public policy: a firm-level perspective', Hutchins Center Working Papers 24, Brookings.

Añón Higón, D., Máñez, J.A., Rochina-Barrachina, M.E., Sanchis, A., Sanchis, J.A. (2018), 'The impact of the Great Recession on TFP convergence among EU countries', *Applied Economics Letters*, 25, 393-396.

Arnold, J.M., Nicoletti, G., Scarpetta, S. (2008), 'Regulation, Allocative Efficiency and Productivity in OECD Countries: Industry and Firm-Level Evidence', OECD Economics Department Working Papers 616, OECD Publishing.

Barro, R.J., Sala-i-Martin, X. (1992), 'Convergence', *Journal of Political Economy*, 100, 223-251.

Bartelsman, E., Dobbelaere, S., Peters, B. (2015), 'Allocation of Human Capital and Innovation at the Frontier: Firm-level Evidence on Germany and the Netherlands', *Industrial and Corporate Change*, 24, 875-949.

Bartelsman, E., Haltiwanger, J., Scarpetta, S. (2013), 'Cross Country Differences in Productivity: The Role of Allocation and Selection', *American Economic Review*, 103, 305-334.

Bartelsman, E., Haskel, J., Martin, R. (2008), 'Distance to Which Frontier? Evidence on Productivity Convergence from International Firm-level Data', CEPR Discussion Papers No. 7032.

Basu, S., Fernald, J.G., Oulton, N., Srinivasan, S., (2004), 'The case of the missing productivity growth, or does information technology explain why productivity accelerated in the United States but not in the United Kingdom', in Gertler, M. y Rogoff, K. (eds.), NBER Macroeconomics Annual 2003, MIT Press, 9-63.

Brynjolfsson, E., Yang, S. (1999). The intangible costs and benefits of computer investments: Evidence from the financial markets. In Atlanta, Georgia: Proceedings of the International Conference on Information Systems.

Brynjolfsson, E., Hitt, L. M., Yang, S. (2002). Intangible assets: Computers and organizational capital. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2002(1), 137-181.

Cabralés, A., Dolado, J.J., Mora, R. (2014), 'Dual Labour Markets and (Lack of) On-the-Job Training: PIAAC Evidence from Spain and Other EU Countries', IZA DP No. 8649.

Calero, J., Murillo Huertas, I.P., Raymond, J. (2016), 'Education, Age and Skills: An Analysis Using the PIAAC Survey', IEB Working Paper N. 2016/03.

Conway, P., Meehan, L., Zheng, G. (2015), 'Do New Zealand Firms Catch up to the Domestic Productivity Frontier?', New Zealand Productivity Commission Working Paper 2015/3.

Corrado, C., Hulten, C., Sichel, D. (2005). 'Measuring capital and technology: An expanded framework'. en C., Corrado, J., Haltiwanger and D., Sichel (eds), *Measuring Capital in the New Economy*, Studies in Income and Wealth No. 65, Chicago: University of Chicago Press, 11-46.

Corrado, C., Hulten, C., Sichel, D. (2009). 'Intangible capital and U.S. economic growth', *Review of Income and Wealth*, Vol. 55, 661-685.

Corrado, C., Haskel, J., Jona-Lasinio, C. (2017). 'Knowledge spillovers, ICT and productivity growth'. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 79(4), 592-618.

Corrado, C., Haskel, J., Jona-Lasinio, C., Iommi, M. (2018). 'Intangible investment in the EU and US before and since the Great Recession and its contribution to productivity growth', *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 2(1), 11-36. DOI: 10.24294/jipd.v2i1.205.

Ding, S., Sun, P., Jiang, W. (2016), 'The Effect of Import Competition on Firm Productivity and Innovation: Does the Distance to Technology Frontier Matter?', *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 78, 197-227.

- European Commission (2018). 'Digital Economy and Society Index 2018 Report', <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/digital-economy-and-society-index-2018-report>.
- Färe, R., Grosskopf, S., Margaritis, D. (2006), 'Productivity growth and convergence in the European Union', *Journal of Productivity Analysis*, 25, 111-141.
- Fundación Cotec para la Innovación – IE (Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas). Activos intangibles: base de datos nacional y por comunidades autónomas (1995-2014). Abril de 2017. Base de datos disponible en internet: <http://informecotec.es/activos-intangibles/>.
- Gal, P.N. (2013), 'Measuring Total Factor Productivity at the Firm Level using OECD-ORBIS', Economics Department Working Papers Nº 1049, OECD.
- Gill, I. S., Raiser, M. (2012), 'Golden growth: Restoring the lustre of the European economic model', World Bank Publications.
- Goodridge, P., Haskel, J. Wallis, G. (2018), «Accounting for the UK productivity puzzle: a decomposition and predictions», *Economica*, 85, 581-605.
- Griffith, R., Redding, S., Van Reenen, J. (2004), 'Mapping the Two Faces of R&D: Productivity Growth in a Panel of OECD Industries', *Review of Economics and Statistics*, 86, 883-895.
- Griliches, Z. (1995). R&D and productivity: economic results and measurement issues. *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, Oxford, 52-89.
- Griliches, Z., y Séneca, L. A. (2000). *R&D, Education, and Productivity: A Retrospective*, Vol. 214. Harvard University Press.
- Hall, R. E., Cummins, J. G., Lamont, O. A. (2000). E-capital: The link between the stock market and the labor market in the 1990s. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, 73-118.
- Hall, B.H., Mairesse, J., Mohnen, P. (2010). Measuring the Returns to R&D. *Handbook of the Economics of Innovation*, Elsevier, Vol. 2, ch. 24, 1033-1082.
- Hall, R. E. (2001a). Struggling to understand the stock market. *American Economic Review*, 91(2), 1-11.
- Hall, R. E. (2001b). The stock market and capital accumulation. *American Economic Review*, 91(5), 1185-1202.
- Haskel, J., Westlake, S. (2017), *Capitalism without capital. The rise of the intangible economy*. Princeton University Press.
- Hsieh, C., Klenow, P. (2009), 'Misallocation and Manufacturing TFP in China and India', *Quarterly Journal of Economics*, 124, 1403-1448.
- Iacovone, L., Crespi, G. (2010), 'Catching-Up with the Technological Frontier: Micro-level Evidence on Growth and Convergence', *Industrial and Corporate Change*, 19, 2073-2096.
- Jäger, K. (2017). 'EU KLEMS Growth and Productivity Accounts 2017 - Description of Methodology and General Notes'. The Conference Board.
- Jorgenson, D. W., Stiroh, K. J., Gordon, R. J., Sichel, D. E. (2000). 'Raising the speed limit: US economic growth in the information age'. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2000(1), 125-235.
- Jorgenson, D. W., Ho, M. S., Stiroh, K. J. (2002). Projecting productivity growth: lessons from the US growth resurgence. *Atlanta Fed. Economic Review*, Third Quarter, 1-14.
- Jovanovic, B. (1982), 'Selection and the Evolution of Industry', *Econometrica*, 50, 649-670.
- Kalemli-Ozcan, S., Sorensen, B., Villegas-Sánchez, C., Volosovych, V., Yesiltas, S. (2015), 'How to Construct Nationally Representative Firm Level Data from the Orbis Global Database', NBER Working Papers 21558, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Kneller, R., Stevens, P. A. (2006), 'Frontier Technology and Absorptive Capacity: Evidence from OECD Manufacturing Industries', *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 68, 1-21.
- Lev, B. (2001). Intangibles: Management, measurement, and reporting. Brookings Institution Press. Washington DC.
- Levinsohn, J., Petrin, A. (2003), 'Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables', *Review of Economic Studies*, 70, 317-342.
- Mas, M., Quesada, J. (2014), 'Activos intangibles'. En *Una inversión necesaria para el crecimiento económico en España*. Publicado por Ariel y Fundación Telefónica, en colaboración con Planeta.
- Melitz, M.J. (2003), 'The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity', *Econometrica*, 71, 1695-1725.
- Nakamura, L. (1999). Intangibles: what put the new in the new economy?. In *Business Review*—Federal Reserve Bank of Philadelphia; Philadelphia; Jul/Aug.
- Nakamura, L. I. (2001). «What is the US Gross Investment in Intangibles?:(at Least) One Trillion Dollars a Year!». Economic Research Division, Federal Reserve Bank of Philadelphia.
- Oliner, S. D., Sichel, D. E. (2000). 'The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story?' *The Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 3-22.
- Oliner, S. D., Sichel, D. E. (2003). 'Information technology and productivity: where are we now and where are we going?'. In *Technology, Growth, and the Labor Market* (pp. 41-94). Springer, Boston, MA.
- Oley, S., Pakes, A. (1996), 'The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry', *Econometrica*, 64, 1263-1298.
- Restuccia, D., Rogerson, R. (2008), 'Policy Distortions and Aggregate Productivity with Heterogeneous Establishment', *Review of Economic Dynamics*, 11, 707-720.
- Ridao-Cano, C., Bodewig, C. (2018), 'Growing united: upgrading Europe's convergence machine: Overview', Washington, D.C.: World Bank Group.
- Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-320.
- Sondermann, D. (2014), 'Productivity in the euro area: any evidence of convergence?' *Empirical Economics*, 47, 999-1027.
- Stiroh, K. J. (2002). Information technology and the US productivity revival: what do the industry data say?. *American Economic Review*, 92(5), 1559-1576.
- Ugur, M., Trushin, E., Solomon, E., & Guidi, F. (2016). R&D and productivity in OECD firms and industries: A hierarchical meta-regression analysis. *Research Policy*, 45(10), 2069-2086.
- Van der Wiel, H., Creusen, H., Van Leeuwen, G., Van der Pijl, E. (2012), 'The Dutch productivity performance: cross your border and look around', in Mas M., Stehrer R. (eds.), *Industrial Productivity in Europe: Growth and Crisis*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham: UK.
- Villaverde, J., Maza, A. (2008), 'Productivity convergence in the European regions, 1980-2003: a sectoral and spatial approach', *Applied Economics*, 40, 1299-1313.
- Wooldridge, J.M. (2009), 'On Estimating Firm-level Production Functions Using Proxy Variables to Control for Unobservables', *Economics Letters*, 104, 112-114.