

Working Papers Series

Fundación SEPI

Difusión del conocimiento (spillover), empresas industriales medianas y pequeñas (PYMES) y productividad: lecciones de la crisis económica en España

Ángel Díaz-Chao (angel.diaz@urjc.es)

Universidad Rey Juan Carlos (URJC)

Centro de Investigación de Economía Aplicada (CIEA)

Joan Torrent-Sellens (jtorrent@uoc.edu)

Universitat Oberta de Catalunya (UOC)

Centro de Investigación de Economía Aplicada (CIEA). Fundación

WP2015-005

ISSN 2444-1805

**Serie Documentos
de Trabajo**

Fundación SEPI





FUNDACIÓN SEPI

Quintana, 2, 3ª planta
28008 Madrid
Tel.: (34) 91 548 83 51. Fax: (34) 91 548 83 59
correo@fundacionsepi.es
www.fundacionsepi.es



Fundación SEPI

Working Papers Series by [Fundación SEPI](#) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License](#). You may copy, distribute, transmit and broadcast provided that you attribute it (authorship, publication name, publisher) in the manner specified by the author(s) or licensor(s).

The full text of the licence can be consulted here:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Índice

1. INTRODUCCIÓN	6
2. DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO (SPILLOVERS) Y LOS NUEVOS FACTORES CAUSANTES (DRIVERS) DE LA PRODUCTIVIDAD DE LAS PYMES	11
3. ANÁLISIS EMPÍRICO	16
3.1. METODOLOGÍA SEM, HIPOTESIS, MODELO Y VARIABLES.....	16
3.2. FUENTES DE INFORMACIÓN Y ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS	25
4. RESULTADOS	30
4.1. ESTIMACIÓN DE LOS CONSTRUCTOS LATENTES	30
4.2. ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE PRODUCTIVIDAD DE LAS PYMES INDUSTRIALES	35
5. CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

Difusión del conocimiento (spillover), empresas industriales medianas y pequeñas (PYMES) y productividad: lecciones de la crisis económica en España

Ángel Díaz-Chao (angel.diaz@urjc.es)

Applied Economics I Department, Rey Juan Carlos University (Spain)

Internet Interdisciplinary Institute (IN3), Open University of Catalonia (Spain)

Joan Torrent-Sellens (jtorrent@uoc.edu)

Economics and Business Studies, and Internet Interdisciplinary Institute (IN3)

Open University of Catalonia (Spain)

Cita recomendada:

. DÍAZ-CHAO, A. TORRENT-SELLENS, J. (2015). "Difusión del conocimiento (spillover), empresas industriales medianas y pequeñas (PYMES) y productividad: lecciones de la crisis económica en España" [online working paper]. (Working Paper Series; WP2015-005). Working Paper Series. Fundación SEPI [Accessed: dd/mm/yy].

<url>

Resumen

Este trabajo analiza la relación entre los efectos de la difusión (spillover) del conocimiento y la productividad en las PYMES durante la crisis económica en España. A partir de una muestra de 1,457 y 1,374 empresas en 2007 y 2013, y utilizando un modelo de ecuaciones estructurales con 21 hipótesis y 2 etapas, la investigación ha obtenido dos resultados principales. En primer lugar, se pone de relieve que durante el período de crisis económica la PYME industrial ha presentado una evolución mixta. Las empresas vinculadas con la exportación, y con procesos de generación de valor más innovadores e intensivos en los usos de la investigación y desarrollo I+D y las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC), han presentado una evolución claramente positiva de sus niveles de productividad. En cambio, las PYMES más vinculadas con los mercados interiores, y con procesos de generación de valor menos innovadores, han debilitado sus niveles de eficiencia. En segundo lugar, los resultados obtenidos también confirman la evolución hacia un modelo de productividad más intensivo y completo. Al principio de la crisis económica (2007), la productividad de la PYME industrial en España venía explicada diferencialmente por la retribución y calidad del empleo y por las ventas en los mercados nacionales. Al final de la crisis económica (2013), el poder explicativo de estos factores se había reducido en favor de una capacidad explicativa creciente de la innovación y las exportaciones. Este modelo de crecimiento, más innovador y abierto (exportaciones y participación de capital extranjero), se complementa con una mayor capacidad explicativa de la actividad de I+D y de los usos TIC. En sintonía con la literatura, estos resultados ponen de relieve la existencia del vínculo conocimiento-exportaciones-productividad para las PYMES industriales que, sorprendentemente, se habría reforzado durante la crisis económica. Sin embargo, estos resultados preliminares deben profundizarse en el futuro, en especial para ampliar el conocimiento sobre los diferentes modelos de productividad (entre PYMES exportadoras y no exportadoras, entre las PYMES exportadoras, y entre PYMES y grandes empresas), y para esclarecer mejor el efecto de los mecanismos de auto-selección; es decir, la interacción entre las distintas relaciones de causalidad en el vínculo conocimiento-exportación-productividad.

Palabras clave

Pequeñas y medianas empresas (pymes), spillovers, desbordamiento, tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), pequeñas y medianas empresas (PYMES), competitividad, productividad, innovación, encuesta sobre estrategias empresariales (ESEE), crisis económica, modelo de ecuaciones estructurales (SEM), España

1. Introducción

La teoría económica y la evidencia empírica disponible han confirmado sobradamente que el nivel y el crecimiento de la productividad, entendida como la eficiencia en la producción (outputs obtenidos para un conjunto determinado de inputs), se explican por dos fuentes básicas: la intensificación o dependencia del capital (dotación de capitales por trabajador o por hora trabajada) y la eficiencia con que se combinan los factores de producción o productividad total de los factores (PTF) (Jorgenson et al., 2005). Debido a la existencia de rendimientos decrecientes, la mera acumulación de factores productivos (modelos extensivos de crecimiento) acaba por debilitar las fuentes de la expansión económica y empresarial a largo plazo. Para que los modelos de crecimiento se conviertan en intensivos y, por consiguiente, en sostenibles en el largo plazo, la acumulación de factores debe ir acompañada por mejoras de eficiencia en su combinación (Timmer et al., 2010). Por consiguiente, el análisis de los factores explicativos de la productividad y sus diferencias es básico para comprender la dinámica económica y empresarial en el largo plazo (Syverson, 2011).

Durante los últimos años, la constatación de diferencias persistentes en la productividad para amplias muestras de empresas e industrias en todo el mundo (Syverson, 2004b; Foster et al., 2008) ha impulsado la investigación desde diversos ámbitos del conocimiento económico. En el contexto de las diferencias de renta y bienestar entre países, la investigación macroeconómica ha introducido diversos componentes microeconómicos para esclarecer las divergencias en productividad agregada. Se ha obtenido evidencia acerca de la importancia de la relocalización hacia empresas y plantas de producción más eficientes (Hsieh y Klenow, 2009; Bartelsman et al., 2013). Otro conjunto de investigaciones también han confirmado que la presencia en los mercados internacionales, tanto a través de las importaciones de factores de producción como a través de las exportaciones de productos, ejerce una presión competitiva que impulsaría la productividad. Esta presión se vincularía con una mayor y más barata capacidad de acceso a los factores de producción e innovación en el caso de las importaciones (Amiti y Konings, 2007; Bloom et al., 2011, Bloom et al., 2013b) y con las economías de aprendizaje que genera la entrada y consolidación en los mercados de exportación (Van Biesebroeck, 2005; De Loecker, 2007; De Loecker y Van Biesebroeck, 2016), especialmente a través de la innovación (Vives, 2008). Por último, la investigación también ha constatado la importancia de la regulación sobre la estructura y la dinámica de la productividad. En general, se ha obtenido que la productividad reacciona a los cambios en la regulación: positivamente cuando se liberalizan los mercados y negativamente cuando los mercados son protegidos (Nicoletti y Scarpetta, 2006; Brown et al., 2006; Arnold et al., 2008; Greenstone et al., 2012).

Por su parte, la investigación en organización industrial ha vinculado la productividad empresarial con distintos elementos del proceso de generación de valor y las fuerzas competitivas del mercado, como la tecnología, la innovación, la demanda y la estructura de los mercados. Recientemente, se ha puesto de relieve que la competencia (Syverson, 2004a; Schmitz, 2005; Dosi et al., 2015) y la interacción entre la rivalidad de productos y la difusión tecnológica (Bloom et al., 2013a), explicarían la dinámica de la productividad. Sin embargo, la literatura ya acumula abundante evidencia acerca de los efectos positivos sobre la productividad empresarial en tres de las actividades básicas de su proceso de generación de valor: la investigación y el desarrollo (I+D), la innovación, y la inversión y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). A partir del trabajo seminal de Griliches (1979), y a pesar de la heterogeneidad en su base tecnológica (Verspagen, 1995; Sterlacchini y Venturini, 2013), se ha confirmado ampliamente que las actividades de I+D son cruciales para mejorar la capacidad de absorción tecnológica de las empresas y, a través de la innovación, impulsar sus niveles de productividad (Griffith et al., 2004; McMorro et al., 2010; Luintel et al., 2014). En este contexto, también se ha puesto de relieve la importancia para la productividad del I+D internacional. Frente a la innovación doméstica, el mecanismo de transferencia tecnológica internacional, realizado a través del conocimiento vinculado a los productos y servicios intermedios, generaría retornos y efectos desbordamiento en términos de eficiencia (Lumenga-Neso et al., 2005; Coe et al., 2009; Ang y Madsen, 2013; Eberhardt et al., 2013).

Sin embargo, la investigación sobre las fuentes de la heterogeneidad en la productividad empresarial ha subrayado la necesidad de ampliar la tradicional investigación sobre el I+D (Acs y Audretsch, 1988; Aw et al., 2008; Doraszelski y Jaumandreu, 2013), y nos señala la importancia decisiva de la innovación, entendida como la aplicación intencionada de conocimiento para generar nuevos productos y estrategias de comercialización y para mejorar los procesos y la organización de la producción y el trabajo (Crépon et al., 1998; Hall y Mairesse, 2006; Hall et al., 2009). En particular, se ha encontrado que la adaptación de la empresa a los cambios en la demanda, en contraste con la eficiencia técnica, se convierte en un factor dominante en la explicación de la productividad (Foster et al., 2008). Este resultado nos sugiere que las distintas actividades de innovación incidirían de manera diferente sobre la productividad (Mohnen y Hall, 2013). La innovación de producto, más relacionada con la respuesta a los cambios en la demanda, explicaría más directamente la productividad (Lentz y Mortensen, 2008; Bernard et al., 2010; Balasubramanian y Sivadasan, 2011). En cambio, la innovación de proceso, más relacionada con la generación interna de valor, explicaría más directamente la eficiencia técnica de las empresas (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 los EE.UU., la literatura ha evidenciado la importancia creciente de la inversión y

los usos de las TIC, que realizarían un efecto directo sobre la productividad agregada a través de la dependencia del capital TIC y de las mejoras de eficiencia (PTF) en las ramas de actividad productoras de estas tecnologías. En cambio, los efectos directos de las TIC en las ramas de actividad intensivas en su uso serían más modestos (Jorgenson y Stiroh, 2000; Oliner et al., 2007; Jorgenson et al., 2008). En el mismo sentido, también se ha encontrado evidencia acerca de que la debilidad del crecimiento en la productividad agregada de Europa estaría vinculada con el retraso y la menor dimensión de la inversión empresarial en TIC (Timmer y van Ark, 2005; van Ark et al., 2008; Timmer et al., 2010). Sin embargo, nuevos análisis han confirmado que no se trata únicamente de una cuestión geográfica y que el cambio inducido por las TIC ejerce un amplio conjunto de efectos sinérgicos hacia otros elementos de valor de la empresa (Bloom et al., 2012b; Jiménez-Rodríguez, 2012; Jorgenson et al., 2015).

Los economistas del trabajo también han realizado importantes aportaciones en la explicación de la productividad del trabajo y sus diferencias entre empresas. En este contexto, se ha evidenciado la importancia del capital humano y el aprendizaje (Ilmakunnas et al., 2004; Fox y Smeets, 2011; Konings y Vanormelingen, 2015), las estructuras organizativas de elevado rendimiento y las relaciones laborales flexibles (Osterman, 2000, 2006; Bloom et al., 2012a), las prácticas conjuntas e innovadoras de recursos humanos (Huselid, 1995; Ichniowski et al., 1997; Ichniowski y Shaw, 2003; Boning et al., 2007; Guest, 2011; Jiang et al., 2012), la calidad del empleo (Zhou et al., 2008; Royuela y Suriñach, 2013) y la interacción social entre los trabajadores (Bandiera et al., 2009).

Por su parte, la literatura también acumula evidencia creciente acerca de cómo las prácticas de gestión y dirección (Bloom y Van Reenen, 2007, 2010), y los distintos perfiles directivos (Bertrand y Schoar, 2003; Malmendier y Tate, 2009; Kaplan et al., 2012), inciden sobre la explicación de la productividad. La eficiencia también se conecta con las decisiones estratégicas relativas a la estructura de la empresa, en especial con la descentralización (Acemoglu et al., 2007; Bloom et al., 2012a) y la integración vertical de la producción (Forbes y Lederman, 2011; Atalay et al., 2014). Del mismo modo, también encontramos evidencia acerca de la importancia de la experiencia (learning-by-doing) en la práctica empresarial para alcanzar niveles superiores de eficiencia (Thornton y Thompson, 2001; Kellogg, 2011).

Por último, la literatura ha puesto de relieve que los avances de productividad también pueden replicarse a través de la conexión entre empresas (Moretti, 2004). Estos efectos desbordamiento estarían relacionados con los mecanismos de aglomeración (en especial con la densidad de los mercados de inputs) y con la transferencia de conocimiento (entre empresas líderes y sus seguidoras, o entre empresas y sus empresas más cercanas). Entre otras, se han evidenciado convergencias en productividad a través de la expansión de los flujos de conocimiento en las actividades de I+D (Griffith et

al., 2006), transferencia de tecnología (Bartelsman et al., 2008), intercambios de información (Crespi et al., 2008) e inversión directa extranjera (Keller y Yeaple, 2009).

Acabamos de constatar que las fuentes de productividad en la empresa son múltiples y complejas. Además de la tradicional investigación sobre la dotación y calidad de los inputs y de la eficiencia con que se combinan, durante los últimos años ha proliferado una literatura que intenta explicar el conjunto de nuevas fuentes de eficiencia que las empresas han venido consolidando con la irrupción del nuevo escenario competitivo vinculado con la economía global del conocimiento (Venturini, 2015). Esta literatura abarca tanto las dimensiones relativas al proceso interno de generación de valor (prácticas de dirección, gestión y estilos directivos; capital humano y aprendizaje; organización del trabajo y recursos humanos; I+D, transferencia tecnológica, innovación y TIC; experiencia y estructura empresarial) como las fuerzas competitivas del mercado (competencia, comercio internacional, inversión extranjera, regulación y flexibilidad de los mercados). Sin embargo, la mayor parte de esta literatura presenta aproximaciones parciales y se centra en el análisis específico de algunas de estas dimensiones. Con el objetivo de aproximarse, más y mejor, al conjunto de nuevas fuentes explicativas de la productividad empresarial, la literatura ha desarrollado el enfoque de los efectos difusión o desbordamiento (spillovers). Esta literatura intenta captar la heterogeneidad de las empresas y el conjunto de efectos, directos e indirectos, que explican la productividad empresarial.

Precisamente, y en el contexto analítico de los efectos desbordamiento, la investigación que presentamos pretende aportar nueva evidencia relevante. En primer lugar, porque diseña y contrasta empíricamente un modelo multidimensional que, a través de 21 hipótesis, recoge todo un conjunto de efectos, directos e indirectos, explicativos de la productividad empresarial. En segundo lugar, porque a través de una amplia muestra de empresas capta la dinámica de las fuentes de productividad durante el período de crisis económica (análisis cross-section en 2007 y 2013). Y, en tercer lugar, porque la muestra de empresas analizadas es una muestra de PYMES industriales en España. En este sentido, disponer de un modelo sobre las fuentes de productividad para las PYMES industriales durante la crisis económica puede ser de gran utilidad. Primero, por la posibilidad de extrapolar la metodología de análisis a otros tejidos de PYMES, que son el agente empresarial más numeroso y relevante en la mayoría de economías del mundo. Y, segundo, los resultados obtenidos pueden ser de utilidad para la evaluación y el diseño de acciones estratégicas y políticas públicas de emprendimiento, aceleración y crecimiento empresarial.

El trabajo se organiza como sigue. Después de esta introducción, en la sección 2 se analizan las principales aportaciones que ha realizado la literatura en el contexto de los efectos desbordamiento y las nuevas fuentes de productividad, con especial atención a las PYMES industriales. En la sección 3 se

presenta el análisis empírico de la investigación. En primer lugar, se detallan la metodología empírica, las hipótesis, el modelo y las variables. En segundo lugar, se abordan la fuente de información y los datos descriptivos. En la sección 4 se muestran los resultados de la investigación. En concreto, la primera (estimación de constructos latentes) y la segunda (estimación de la productividad) etapa del análisis de relaciones causales explicativas de la productividad. En la sección 5 se presentan las principales conclusiones y la discusión de resultados. El artículo se cierra con las referencias bibliográficas utilizadas en la investigación.

2. Difusión del conocimiento (spillovers) y los nuevos factores causantes (drivers) de la productividad de las PYMES

El papel de los efectos desbordamiento (spillovers) que la innovación (entendida como la aplicación y transferencia de todo tipo de conocimiento en la empresa) genera sobre la productividad ha recibido una atención creciente por parte de la literatura durante los últimos años (Keller, 2004). La actividad innovadora de las empresas genera un output en forma de conocimiento (tecnológico y no tecnológico) que puede ser utilizado, en el futuro, para mejorar su proceso de generación de valor. Dada su naturaleza de bien público (no rival y no excluible), el conocimiento adquirido en los procesos de innovación acaba por diseminar un amplio conjunto de externalidades (Torrent-Sellens, 2015) que, a través de diversos canales (comercio exterior, I+D, desarrollo tecnológico, capital humano, y cambio organizativo, entre otros), impulsan la productividad empresarial (Venturini, 2015). Sin embargo, las formas concretas que adoptan estas externalidades del conocimiento son múltiples (Johansson y Lööf, 2015), con costes de transacción muy sensibles a las distancias (efecto gravedad), especialmente en los productos con elevado conocimiento incorporado (Robbins, 2006; Keller y Yeaple, 2013). Las externalidades del conocimiento en la explicación de la productividad están claramente relacionadas con la heterogeneidad de las empresas (Bartelsman y Doms, 2000; Dosi et al., 2015).

Tradicionalmente, la investigación sobre la dinámica empresarial ha asumido que la distribución de la productividad es exógena a la toma de decisiones y al proceso interno de generación de valor (empresas homogéneas). Estos modelos de ciclo vital postulan que las empresas nacen con una productividad inherente, y que su capacidad para sobrevivir y progresar viene condicionada por la relación entre su nivel de eficiencia y la eficiencia del mercado. De esta manera, las empresas eficientes tienden a sobrevivir y crecer en el mercado, mientras que las empresas ineficientes, con niveles de productividad inferiores a un umbral determinado, tienden a entrar en decadencia y mueren (Aghion et al., 2004). Sin embargo, durante los últimos años la literatura ha introducido la heterogeneidad de las empresas en el análisis de su ciclo vital, y ha prestado mucha más atención a las relaciones entre la toma de decisiones, el proceso de generación de valor y la dinámica en la productividad (Bernard et al., 2010).

De hecho, la investigación que analiza la conexión entre el comercio internacional y la productividad empresarial ha sido la que ha realizado avances más importantes en este sentido (Eaton y Kortum, 2002; Melitz, 2003). Se ha evidenciado que los efectos del comercio internacional pueden variar

entre empresas y dependen de su nivel de productividad. El crecimiento de la productividad se conecta con la selección de mercados y se acentúa con las mejoras de competitividad vinculadas al comercio exterior (Bernard et al., 2006; Verhoogen, 2008). A continuación, abordaremos las principales aportaciones que la literatura empírica ha realizado en el terreno de los efectos desbordamiento y la explicación de la productividad en empresas heterogéneas, con especial atención al caso de las PYMES.

El vínculo entre la innovación y las exportaciones en la explicación de la productividad empresarial ha sido ampliamente contrastado por la literatura. Se ha evidenciado un patrón de auto-selección de las empresas más eficientes en la explicación de la presencia y el éxito en los mercados de exportación que, a su vez, retroalimentarían la productividad a través de las prácticas de innovación (Bernard y Jensen, 1999, 2004; Delgado et al., 2002; Wagner, 2007). El círculo virtuoso entre innovación, exportaciones y productividad confirma la hipótesis de los costes hundidos. Únicamente las empresas más eficientes están preparadas para asumir los costes de entrada y la intensidad de la competencia en los mercados de exportación. De hecho, los mecanismos de selección de empresas más eficientes para la entrada en los mercados de exportación estarían vinculados con las decisiones previas de inversión, en especial con las decisiones de inversión en innovación, pero también con el capital humano. Y la innovación, especialmente la innovación en producto, impulsaría la productividad, retroalimentando la presencia en los mercados de exportación a través del mecanismo de auto-selección (Aw et al., 2008; Cassiman et al., 2010; Lileeva y Trefler, 2010; Kugler y Verhoogen, 2012).

Como resultado de la debilidad en los mercados domésticos durante las primeras fases de la innovación y del ciclo de vida del producto, las PYMES, en especial las de nueva creación, estarían muy incentivadas a entrar en los mercados de exportación para explotar su poder de mercado (Huergo y Jaumandreu, 2004; Golovko y Valentini, 2011). Pero, los mecanismos a través de los cuales la innovación y la exportación inciden sobre la productividad de las PYMES son amplios y complejos (Love y Roper, 2015). En primer lugar, hay que destacar un comportamiento estratégico y un proceso de generación de valor claramente diferenciado al de las grandes empresas. En general, las PYMES obtienen ventaja competitiva a través de su rapidez en la toma de decisiones, su predisposición a asumir riesgos y su flexibilidad de respuesta a las oportunidades del mercado. En cambio, las grandes empresas obtienen ventaja a través de las economías de escala y alcance, y de una mayor habilidad para obtener recursos especializados. La ventaja competitiva de las PYMES se puede asociar con un comportamiento y una estrategia más dinámica, mientras que la ventaja de las grandes empresas es más material y de disponibilidad de recursos (Vossen, 1998; Audretsch, 2002). Además de los factores internos, y como resultado de las dificultades en el acceso a recursos específicos, para las PYMES es de especial importancia la dependencia del ecosistema innovador que puede generar su entorno.

En segundo lugar, la literatura también ha evidenciado un cierto efecto aprendizaje como resultado del proceso de auto-selección. Las PYMES exportadoras son más eficientes que las PYMES no exportadoras. Pero ello no es atribuible totalmente a los beneficios de la exportación (mayor presión competitiva y necesidad de mejora constante de productos y procesos), sino que debe relacionarse también con su mayor productividad inicial y con sus capacidades para superar los costes fijos de entrada en los mercados de exportación. En este contexto, la literatura específica ha puesto de relieve que los efectos aprendizaje de la exportación sobre la productividad son finitos y que las PYMES también deben aprender a exportar (Beamish y Lu, 2006; Eliasson et al., 2012; Love y Ganotakis, 2013). Por otra parte, también se ha confirmado una mayor probabilidad de supervivencia de las PYMES exportadoras en relación con las PYMES no exportadoras (Esteve-Pérez et al. 2008). En cualquier caso, y más allá del debate entre aprender a exportar o el aprendizaje derivado de las exportaciones, la entrada en los mercados de exportación genera un conocimiento que se desborda y retorna hacia el conjunto de la actividad y resultados de la empresa (ventas interiores o exteriores, productividad o competitividad) en algún momento del tiempo (Love y Roper, 2015). Y, en tercer lugar, también cabe señalar la importancia de la inversión directa extranjera, en especial la participación del capital exterior en la propiedad de la empresa. La literatura ha evidenciado que las redes de financiación de la propiedad generan un proceso de generación de valor más sofisticado y refuerzan los efectos desbordamiento sobre los resultados de las PYMES (Ricci y Trionfetti, 2012; Riding et al., 2012).

Entre los factores internos que determinarían efectos desbordamiento en la explicación de la productividad de las PYMES, la literatura ha destacado el papel de las competencias, la calidad del empleo (tanto del directivo como de los trabajadores) y las nuevas formas de organización del trabajo (Brambilla et al, 2012). En concreto, se ha evidenciado la necesidad de disponer de unos trabajadores creativos que impulsen el desarrollo de innovaciones, mientras que las competencias vinculadas con la investigación de mercados y el marketing jugarían un papel fundamental para el éxito en la comercialización de los nuevos productos (Herrmann y Peine, 2011). Por lo que se refiere a los efectos desbordamiento del conocimiento en los mercados de exportación, también se ha contrastado la importancia de varias habilidades. La experiencia directiva y comercial sería importante para alcanzar los mercados de exportación, mientras que la educación de los directivos sería crucial para conseguir asegurar la presencia en los mercados exteriores (Ganotakis y Love, 2012). En este sentido, un liderazgo empresarial, que orienta su gestión de personas hacia el desarrollo de competencias, el aumento del capital humano y las prácticas innovadoras de organización del trabajo, también garantizaría los efectos desbordamiento de la innovación y la exportación en la explicación de la eficiencia de las PYMES (Love et al., 2011; Rosing et al, 2011; García-Morales et al., 2012). Estos resultados amplían la evidencia que conecta directamente los costes salariales con la productividad (Faggio et al., 2010; Mahy et al., 2011).

Unos trabajadores más formados, con mayores habilidades y más comprometidos generarían más retornos en términos de innovación y eficiencia para las empresas, al mismo tiempo que recibirían salarios superiores.

El vínculo entre las actividades de I+D, la innovación y las TIC ha sido identificado por la literatura como un segundo conjunto de externalidades internas de conocimiento que explicarían la productividad de las empresas (Venturini, 2015). El punto de aceleración en esta literatura se establece con la consolidación de las TIC como tecnologías de utilidad general (Bresnahan y Trajtenberg, 1995; Jovanovic y Rousseau, 2006; Venturini et al., 2013). Sin embargo, para que la inversión y los usos TIC generalicen sus impactos sobre la productividad, las empresas y sus trabajadores deben adquirir las competencias tecnológicas, educativas, de aprendizaje, estratégicas, organizativas, laborales y culturales necesarias. Para que las TIC consoliden su papel como tecnologías de utilidad general, para que exploten todo su potencial de eficiencia, son necesarios cambios organizativos y de los procesos de negocio (Ceccobelli et al., 2012). En este contexto, los efectos que las TIC ejercen sobre la productividad son indirectos, se establecen relaciones de complementariedad, con otras dimensiones del proceso de generación de valor, en especial con el capital humano y la innovación en la organización del trabajo. Estos efectos desbordamiento han sido ampliamente evidenciados por la investigación con datos de empresas (Brynjolfsson y Hitt, 2000, 2003; Black y Lynch, 2001, 2004; Bresnahan et al., 2002; Arvanitis, 2005; Bartel et al., 2007; Arvanitis y Loukis, 2009; Cardona et al., 2013).

Por otra parte, la literatura también ha constatado otro importante vínculo entre las TIC y las actividades de I+D e innovación. Las tecnologías digitales habrían aumentado ostensiblemente la transferencia de los flujos de I+D, tecnología y conocimiento, lo que habría redundado en una aceleración de la conectividad empresarial (Lee, 2005; Zhu y Jeon, 2007; Wolff, 2011). Del mismo modo, la difusión internacional de las TIC habría alterado los procesos de generación de valor en muchas ramas de actividad y habría expandido el stock de habilidades científicas y emprendedoras, así como el avance de la productividad (Lee, 2006, 2009). Por último, la difusión de las TIC también habría ampliado la frontera de posibilidades de innovación a través de la extensión de la colaboración en la transferencia del conocimiento (Keller, 2004; Coe et al., 2009). En este sentido, la evidencia disponible nos señala importantes aumentos de la innovación y la productividad empresarial como resultado de la inversión en I+D y TIC, aunque con efectos desbordamiento muy débiles y mucho más significativos en la relación entre TIC e innovación organizativa (Polder et al., 2010; Hall et al., 2013).

Por último, y como consecuencia de las dificultades de acceso a recursos especializados, recientemente la literatura también ha destacado la importancia creciente de la conexión entre las PYMES y su ecosistema externo para alcanzar avances de productividad, en especial a través de las

redes de transferencia de conocimiento y tecnología (Cooney, 2010; Comacchio et al., 2012), la innovación abierta (Chesborough, 2003; Van de Vrande et al., 2009; Roper et al., 2013) y los mecanismos de triple hélice (Leydesdorff y Etkowitz, 1998; Foreman-Peck, 2013). En este contexto, se han evidenciado tres formas principales a través de las cuáles las PYMES obtienen conocimiento externo y desarrollan efectos desbordamiento sobre la productividad. En primer lugar, a través de las tradicionales economías de aglomeración, que determinan los flujos locales de conocimiento obtenidos en las relaciones sociales, los mercados de trabajo específicos o los ecosistemas productivos locales (Combes et al., 2012). En segundo lugar, a través de las redes de colaboración (formales o informales, colaborativas o contractuales), que se establecen con otras organizaciones para compartir conocimiento, en especial de carácter técnico o de análisis del mercado (Glückler, 2013). Y, en tercer lugar, a través del efecto aprendizaje como resultado de la exportación. A través de los mercados de exportación, las PYMES pueden ganar cuotas de mercado (también en los mercados interiores) y conocimiento útil para su innovación. Este aprendizaje generaría más efectos desbordamiento cuando las exportaciones se dirigen hacia mercados más intensivos en conocimiento o más competitivos (Love y Ganotakis, 2013).

3. Análisis empírico

Acabamos de constatar que las fuentes de productividad en las PYMES son múltiples y complejas. Durante los últimos años, la literatura ha puesto de relieve la importancia de las externalidades del conocimiento como nueva fuente de productividad. Los mecanismos a través de los cuales el conocimiento se desborda sobre la productividad de las PYMES son diversos y abarcan al conjunto de elementos de valor (en especial el capital humano, la organización del trabajo, las actividades de I+D, la innovación, y la inversión y el uso de las TIC), pero también a las fuerzas competitivas del mercado (en especial los mercados de exportación y su capacidad para conectarse con otras empresas u organizaciones de su entorno). Precisamente, y en el contexto de análisis de los efectos desbordamiento del conocimiento, a continuación abordaremos el análisis de las nuevas fuentes de productividad en la PYME industrial de España durante el período de crisis económica (2007 y 2013). Para ello, diseñaremos un modelo explicativo del conjunto de efectos, directos e indirectos (desbordamiento), que explican la productividad a través de 21 hipótesis. Contrastaremos empíricamente este modelo a través de un sistema de ecuaciones estructurales (SEM) con variables observables y latentes, errores de medida y en dos etapas. En la primera etapa estimaremos los constructos latentes necesarios para abordar, en la segunda etapa, el análisis de las fuentes explicativas de la productividad. Esta metodología de estimación permite incorporar al análisis no solo los distintos factores directos considerados como explicativos de la productividad, sino también plantear las relaciones indirectas (spillovers) entre el conjunto de factores explicativos. De esta forma, el análisis completa la forma estructural a través de la cual se explica la productividad de las PYMES (Díaz-Chao et al., 2015a, 2015b).

3.1. Metodología SEM, hipótesis, modelo y variables

Los sistemas de ecuaciones estructurales (SEM) son modelos matemáticos formales, un conjunto de ecuaciones lineales que engloba, como casos particulares, varios tipos de modelos como los modelos de regresión, los sistemas de ecuaciones simultáneas, el análisis factorial y el path analysis. Las variables del sistema de ecuaciones pueden ser tanto variables directamente observadas y medibles, como variables teóricas o latentes, que representan conceptos no observados directamente. Las variables latentes han de ser continuas. No obstante, las variables observadas dependientes pueden ser continuas, censuradas, binarias, ordenadas, categóricas (ordinales), o combinaciones de estos tipos de variables.

El modelo general de ecuaciones estructurales está compuesto por dos submodelos: el modelo estructural, que relaciona entre sí las variables latentes, y el modelo de medida, que relaciona cada variable latente con las correspondientes variables que la miden, generalmente denominadas indicadores. Habitualmente, se asume que existe una estructura causal entre las variables latentes.

Los modelos de ecuaciones estructurales tienen ciertas características distintivas deseables. En primer lugar, permiten la inclusión explícita del error de medida en el proceso de estimación en todas las variables que se considere oportuno. En segundo lugar, establecen la estimación simultánea de los parámetros de una serie de relaciones de dependencia, en donde una variable puede actuar como dependiente en unas ecuaciones e independiente en otras. En tercer lugar, pueden recoger causas recíprocas, y modelos recursivos y no recursivos. Y, en cuarto lugar, aunque se trata de una técnica confirmatoria, nuevos desarrollos permiten también su uso como análisis exploratorio.

Siguiendo su notación más extendida (Jöreskog y Sörbom, 2004), es posible formalizar los modelos SEM a través de un sistema de ecuaciones lineales estructurales cuya representación matricial es:

$$\eta = \alpha + B\eta + \Gamma\xi + \zeta \quad (1)$$

Donde η ($m \times 1$) y ξ ($n \times 1$) son vectores aleatorios de variables latentes dependientes e independientes; α es un vector ($m \times 1$) representando las intersecciones con los ejes; B ($m \times m$) es la matriz de coeficientes de las variables latentes endógenas, representando los efectos de variables η en otras variables η ; Γ ($m \times n$) es la matriz de coeficientes de las variables latentes exógenas, representando los efectos directos de las variables ξ en las variables η ; y ζ es un vector ($m \times 1$) indicativo de las perturbaciones aleatorias en la ecuación. Se asume que $E(\eta)=0$, $E(\xi)=0$ y $E(\zeta)=0$.

Las variables observadas (medibles) están representadas por los vectores y ($p \times 1$), donde p es el número de indicadores de η ; y x ($q \times 1$), siendo q el número de indicadores de ξ . Ambas formulaciones están relacionados con las variables latentes a través de las ecuaciones siguientes:

$$y = \tau y + \Lambda y \eta + \varepsilon \quad (2)$$

$$x = \tau x + \Lambda x \xi + \delta \quad (3)$$

Siendo ε ($p \times 1$) y δ ($q \times 1$) los vectores de los términos de error. Se asume que ε no está correlacionada con η , ξ , y δ ; y que δ no está correlacionada con η , ξ , y ε . Λy ($p \times m$) y Λx ($q \times n$) son

matrices que contienen los coeficientes estructurales λ_{ij} , que relacionan las variables latentes y medibles (observadas), y γ ($p \times 1$) y τ_x ($q \times 1$) son los vectores de los términos de intersección constantes.

La hipótesis fundamental de los sistemas de ecuaciones estructurales es $\Sigma = \Sigma(\theta)$, donde Σ es la matriz de covarianzas de la población y $\Sigma(\theta)$ la matriz de covarianzas del modelo, escrita como función de un vector de parámetros de θ . La estimación de los parámetros de θ se obtiene minimizando una función de ajuste:

$$F(\theta) = F[S, \Sigma(\theta)] \quad (4)$$

Una vez han sido estimados los parámetros del modelo, la matriz de covarianzas resultante se compara con la matriz de covarianzas de los datos, y si la diferencia entre ambas matrices es estadísticamente aceptable como nula, el modelo de ecuaciones estructurales propuesto se reconoce como una explicación plausible de la realidad.

La aplicación de esta metodología de análisis sobre las fuentes de productividad de la PYME industrial en España nos permitirá, en primer lugar, establecer un modelo explicativo más completo a través de múltiples ecuaciones. En segundo lugar, introduciremos los errores de medida específicos para cada una de las variables. Ello nos permitirá eliminar posibles problemas debidos a errores de especificación y, en consecuencia, los parámetros estimados serán insesgados, consistentes y de menor varianza.

Nuestro modelo general de análisis establece 21 hipótesis a contrastar. La variable dependiente es la productividad del trabajo (PTL) de la PYME industrial, aproximada a través del logaritmo de su valor añadido por trabajador. Los factores explicativos directos del nivel de productividad del trabajo en la empresa industrial se establecen a partir de cuatro hipótesis.

H1. A mayor coste de personal por trabajador, mayor productividad.

H2. A mayor innovación, mayor productividad.

H3. A mayores ventas en los mercados nacionales, mayor productividad.

H4. A mayores exportaciones (ventas en los mercados internacionales), mayor productividad.

La hipótesis 1 está relacionada con la capacidad de la empresa para aumentar su valor añadido por empleado a través de un trabajo mejor retribuido (mayores costes de personal por trabajador, CPT, expresados en logaritmos) y, probablemente, de mayor calidad. La hipótesis 2 plantea una relación de causalidad positiva entre la capacidad de la empresa para innovar y su nivel de productividad del trabajo.

La innovación (INNOV), interpretada como un constructo latente, ha sido estimada a través de un modelo SEM con variable latente a explicar y errores de medida. El modelo incluye 4 variables explicativas. Variable 1: innovación de producto (IPROD). Variable 2: innovación de proceso (IPROC). Variable 3: innovación en métodos organizativos (IMORG). Y, variable 4: innovación en comercialización de productos o servicios (ICOM). Las cuatro variables son dicotómicas (valor 1, generación de innovaciones; valor 0, no innovación) e indican si la empresa ha realizado innovaciones durante el ejercicio de referencia. La hipótesis 3 postula causalidad positiva entre la capacidad de la empresa industrial para vender sus productos y servicios en los mercados nacionales (logaritmo de ventas en los mercados nacionales, VMN) y su nivel de productividad del trabajo. Igualmente, la hipótesis 4 está relacionada con la capacidad de la empresa industrial para vender sus productos y servicios en los mercados internacionales (logaritmo de ventas en exportación, VX) y su nivel de productividad del trabajo. Ambas hipótesis sugieren una capacidad creciente de la empresa industrial para aumentar su valor añadido por empleado a través de las economías de aprendizaje que se pueden obtener con una creciente presencia en los mercados, tanto en los nacionales como en los internacionales.

Una vez establecidas las hipótesis relativas a los factores directos de productividad, el modelo de análisis también establece un conjunto de hipótesis relativas a los factores indirectos y sus interrelaciones. En concreto, la causalidad indirecta se ha establecido a través de un conjunto de variables que explicarían los cuatro factores determinantes directos de la productividad.

Por lo que se refiere al factor explicativo directo de los costes de personal por trabajador (CPT) se postula que dependen del capital humano y las nuevas formas de organización del trabajo (CHNFOT), y de la participación del capital extranjero en el capital social de la empresa (PCAEX).

H5. A mayor stock de capital humano y mayor presencia de las nuevas formas de organización del trabajo, mayor coste de personal por trabajador.

H6. A mayor internacionalización de la estructura de propiedad de la empresa, mayor coste de personal por trabajador.

La hipótesis 5 nos señala que mayores dotaciones de capital humano y una mayor presencia de las nuevas formas de organización del trabajo se vincularían con un trabajo de mayor calidad y mejor retribuido. El indicador CHNFOT ha sido interpretado como un constructo latente y, en consecuencia, ha sido estimado a través de un modelo SEM con variable latente a explicar y con errores de medida. El modelo incluye 5 variables explicativas. Variable 1: logaritmo de los gastos totales externos en formación por trabajador que la PYME industrial ha realizado durante el año de referencia (GTEFORT). Variable 2: la incorporación reciente (durante el último año), de ingenieros o licenciados en la plantilla de la empresa

(IRINLIC). Esta variable es dicotómica, y toma valor 1 en caso de incorporación, y valor 0 en caso de no incorporación. Variable 3: la innovación en métodos de organización del trabajo (IMETORGT). Variable 4: la innovación en la gestión de relaciones externas, en especial con proveedores, clientes y distribuidores (IGRELEX). Y, variable 5: la innovación de proceso resultado de la incorporación de nuevas técnicas en la producción (IPROCNT). Estas tres últimas variables son dicotómicas, y toman valor 1 en caso de generación de innovaciones y valor 0 en caso de no innovación. La hipótesis 6 nos sugiere una relación de causalidad entre la participación (porcentaje respecto el capital social) del capital internacional en la estructura de propiedad de la empresa (PCAEX) y el coste de personal por trabajador. Se postula que la internacionalización de la propiedad en la empresa industrial determina mayores necesidades de capital humano y calidad del empleo, lo que redundaría en mayores retribuciones por empleado.

En cuanto al factor explicativo directo de la innovación (INNOV) se han establecido dos hipótesis. La hipótesis 7 postula que la internacionalización de la propiedad (PCAEX) explica la generación de innovaciones en la PYME industrial en el sentido de que determina procesos de generación de valor más sofisticados, lo que impulsaría la generación de innovaciones. Como en el caso de los costes laborales, esta vinculación se capta a través de la variable PCAEX, que mide la participación del capital internacional en la estructura del capital social de la empresa. La hipótesis 8 vincula los usos de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), en especial de Internet y el comercio electrónico, con la generación de innovaciones.

H7. A mayor internacionalización de la estructura de propiedad de la empresa, mayor innovación.

H8. A mayor uso TIC (Internet y comercio electrónico), mayor innovación.

El indicador de usos TIC (USTIC) ha sido interpretado como un constructo latente y, en consecuencia, ha sido estimado a través de un modelo SEM con variable latente a explicar y errores de medida. El modelo incluye 6 variables explicativas. Variable 1: la disposición (valor 1, disposición; y valor 0, no disposición) de un dominio propio en Internet por parte de la PYME industrial (WEBDPRO). Variable 2: la disposición (valor 1, disposición; y valor 0 no procedencia o no disposición) de una página Web corporativa en servidores propiedad de la PYME industrial (WEBSEREMP). Variable 3: compras a proveedores a través de Internet (WEBCOM). Se trata de una variable dicotómica que toma valor 1 en caso de realización, y valor 0 en caso de no procedencia o no realización. Variable 4: la realización (valor 1, realización; y valor 0 no procedencia o no realización) de ventas a empresas a través de Internet (WEBB2B). Variable 5: la realización (valor 1, realización; y valor 0 no procedencia o no realización) de ventas a consumidores finales a través de Internet (WEBB2C). Y, variable 6: la incidencia percibida de las ventas a través de Internet sobre el total de ventas (WEBINCVEN). Se trata de una variable discreta que

toma cuatro valores: valor 0, cuando no procede o el efecto no es evaluable; valor 1, cuando la incidencia es baja o muy baja; valor 2, cuando la incidencia es pequeña o ligera; y valor 3, cuando la incidencia es elevada o fuerte.

Por lo que se refiere al factor explicativo directo de las ventas en los mercados nacionales (VMN), el modelo de análisis establece 4 hipótesis adicionales.

H9. A mayores costes de personal por trabajador, mayores ventas en los mercados nacionales.

H10. A mayor innovación, mayores ventas en los mercados nacionales.

H11. A mayores ventas en los mercados internacionales, mayores ventas en los mercados nacionales.

H12. A mayor actividad en I+D, mayores ventas en los mercados nacionales.

La hipótesis 9 establece que un trabajo mejor retribuido, es decir con un coste de personal por trabajador (CPT) más elevado, determina una mayor capacidad de penetración en los mercados nacionales. La hipótesis 10 sugiere que la incorporación de innovaciones a la práctica empresarial, medidas a través del indicador INNOV, también determina mayores volúmenes de ventas en los mercados nacionales. Estas dos hipótesis nos señalan la importancia de disponer de un proceso de generación de valor más intensivo, es decir con un trabajo más formado y de mayor calidad, y con prácticas industriales de innovación, para captar cuotas superiores de ventas en los mercados nacionales. La hipótesis 11 relaciona los mercados internacionales con los mercados nacionales. Una mejor capacidad de penetración en los mercados internacionales, medida a través del logaritmo de ventas en los mercados de exportación (VEX), explicaría también la capacidad de penetración en los mercados nacionales. En este sentido, la generación de economías de aprendizaje que requieren los mercados de exportación acabaría redundando en mejoras del proceso de generación de valor en la PYME industrial, lo que repercutiría en su capacidad para colocar productos y servicios también en los mercados interiores.

Finalmente, la hipótesis 12 vincula la capacidad de la empresa industrial para realizar actividades de I+D con su volumen de ventas en los mercados interiores. El indicador de I+D ha sido interpretado como un constructo latente y, por consiguiente, ha sido estimado a través de un modelo SEM con variable latente a explicar y errores de medida. El modelo incluye 11 variables explicativas relacionadas con las actividades de I+D en la PYME industrial. Variable 1: realización (valor 1, realiza; valor 0, no realiza) de actividades de I+D (RAID). Variable 2: contratación (valor 1, contrata; valor 0, no contrata) de actividades de I+D (CONAID). Variable 3: disposición (valor 1, dispone; valor 0, no dispone) de un comité o una dirección de tecnología (DISCOMTEC). Variable 4: evaluación (valor 1, evalúa; valor

0, no evalúa) de las perspectivas de cambio tecnológico por parte de la PYME industrial (EVPECAMTEC). Variable 5: utilización (valor 1, utiliza; valor 0, no utiliza) de asesores externos para la información y evaluación de la tecnología (USASEXTEC). Variable 6: gasto externo en I+D (GASEXID). Se trata de una variable continua que mide el volumen (logaritmo) de inversión externa de la PYME industrial en actividades de I+D. Variable 7: gasto interno en I+D (GASINID). Se trata de una variable continua que mide el volumen (logaritmo) de inversión interna de la empresa industrial en actividades de I+D. Variable 8: reclutamiento (valor 1, reclutamiento; valor 0, no reclutamiento) de personal con experiencia empresarial en I+D durante el último año (RECLPEREXID). Variable 9: financiación pública de las actividades de I+D (FINPUBID). Variable continua que mide el volumen (logaritmo) de la financiación pública que ha recibido la PYME industrial para sus actividades de I+D. Variable 10: aplicación (valor 1, aplica; valor 0, no aplica) de incentivos fiscales para las actividades de I+D por parte de la empresa industrial (APLINFISID). Variable 11: realización (valor 1, realiza; valor 0, no realiza) de acuerdos de cooperación tecnológica con agentes externos (ACUCOOPTEC).

Para el factor explicativo directo de las ventas en los mercados internacionales (VEX) se han postulado también cuatro hipótesis.

H13. A mayores costes de personal por trabajador, mayores ventas en los mercados internacionales.

H14. A mayor innovación, mayores ventas en los mercados internacionales.

H15. A mayor internacionalización de la propiedad de la empresa, mayores ventas en los mercados internacionales.

H16. A mayor actividad en I+D, mayores ventas en los mercados nacionales.

Como en el caso de los mercados nacionales, las hipótesis 13 y 14 postulan que la disposición de un proceso de generación de valor más intensivo, con un trabajo más formado y mejor retribuido (con mayores costes de personal por trabajador, CPT), y con una presencia elevada de prácticas innovadoras (indicador INNOV), se constituyen como factor explicativo de una mayor presencia en los mercados internacionales. La hipótesis 15 relaciona la internacionalización de la propiedad de la empresa industrial con su capacidad para exportar. Se establece una relación de causalidad positiva entre la participación del capital extranjero en la estructura de propiedad de la empresa industrial (PCAEX) y su capacidad para alcanzar mayores ventas en los mercados de exportación. Finalmente, la hipótesis 16 vincula las actividades de I+D, captadas a través del indicador latente I+D, con la capacidad exportadora de la empresa industrial. La realización de actividades de I+D intensificaría el proceso de generación de valor de la empresa industrial, lo que redundaría en una mayor presencia en los mercados de exportación.

Finalmente, el modelo explicativo de la productividad del trabajo en la PYME industrial se completa con un conjunto de hipótesis adicionales que explicarían los factores indirectos latentes relativos al capital humano y las nuevas formas de organización del trabajo (CHNFO), y a las prácticas de I+D (I+D). Por lo que se refiere al indicador CHNFO, se establecen tres hipótesis.

H17. A mayor innovación, mayores stocks de capital humano y mayor presencia de las nuevas formas de organización del trabajo.

H18. A mayor internacionalización de la propiedad de la empresa, mayores stocks de capital humano y mayor presencia de las nuevas formas de organización del trabajo.

H19. A mayores usos TIC (Internet y comercio electrónico), mayores stocks de capital humano y mayor presencia de las nuevas formas de organización del trabajo.

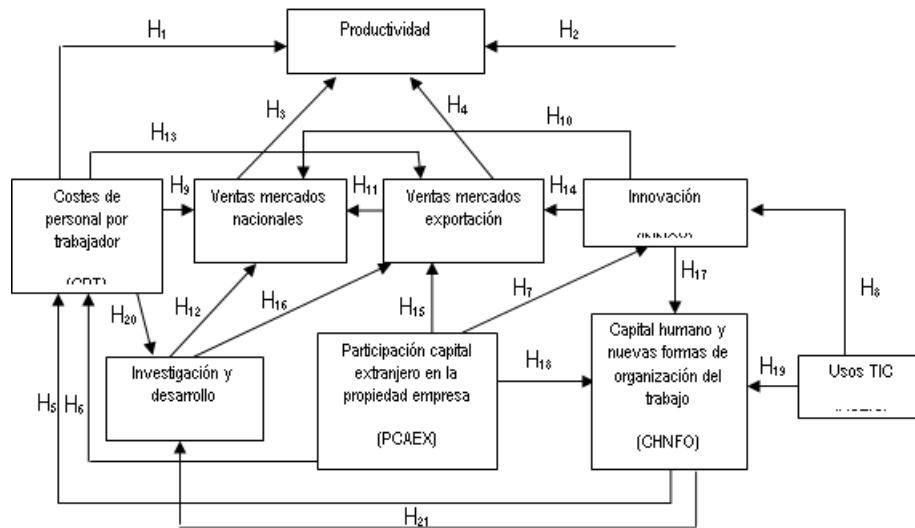
La hipótesis 17 postula que los stocks de capital humano y la presencia de nuevas formas de organización del empleo vendrían explicados por las prácticas de innovación en la empresa industrial (INNOV). En la PYME industrial, el desarrollo de prácticas de innovación determina mayores necesidades de un trabajo más formado y mejor organizado. En el mismo sentido, la hipótesis 18 relaciona la estructura de la propiedad con el indicador CHNFO. El grado de internacionalización de la propiedad (participación sobre el capital social) en la empresa industrial (PCAEX) se vincularía con mayores necesidades de un trabajo más formado y mejor organizado. Finalmente, la hipótesis 19 relaciona los usos TIC con el capital humano y las nuevas formas de organización del trabajo. En la PYME industrial, los usos de las TIC (USTIC), en especial de Internet y el comercio electrónico, determinan mayores requerimientos de capital humano y nuevas formas de organización del trabajo. Finalmente, y por lo que se refiere al indicador I+D, se establecen dos hipótesis finales.

H20. A mayores costes de personal por trabajador, mayor actividad en I+D.

H21. A mayores stocks de capital humano y mayor presencia de las nuevas formas de organización del trabajo, mayor actividad en I+D.

La hipótesis 20 relaciona la retribución del empleo (CPT) con la actividad de I+D (indicador I+D). Se postula que un trabajo mejor retribuido determina mayor intensidad en la actividad de investigación y desarrollo. En el mismo sentido, la hipótesis 21 vincula al capital humano y las nuevas formas de organización del trabajo con la actividad de I+D. Un trabajo más formado y mejor organizado (indicador CHNFO) sería más propenso a la realización de actividades de I+D. En la figura 1 se representan el modelo y las hipótesis planteadas en la investigación.

Figura 1. Modelo de determinantes de la productividad del trabajo en la PYME industrial



Fuente: Elaboración propia.

Formalmente, y según la formulación planteada anteriormente, el modelo SEM a estimar, que recoge los factores directos e indirectos que explican la productividad del trabajo en la PYME industrial de España, puede representarse a través del siguiente sistema de ecuaciones con variables observadas y latentes, y con errores de medida, recogidas en la expresión 5. La ecuación 1, relativa a los factores explicativos directos de la productividad del trabajo (PTL), recoge las hipótesis 1, 2, 3 y 4. La ecuación 2, relativa al factor explicativo indirecto de los costes laborales por trabajador (CPT) reúne a las hipótesis 5 y 6. La ecuación 3, que hace referencia al factor explicativo indirecto y latente de la innovación (INNOV), aglutina las hipótesis 7 y 8. La ecuación 4, relativa al factor indirecto de las ventas en los mercados nacionales (VMN), comprende las hipótesis 9, 10, 11 y 12. La ecuación 5, que hace referencia al factor indirecto de las ventas en los mercados de exportación (VEX), reúne a las hipótesis 13, 14, 15 y 16. La ecuación 6, que modeliza al factor explicativo indirecto y latente del capital humano y las nuevas formas de organización del trabajo (CHNFO) aglutina las hipótesis 17, 18 y 19. Finalmente, la ecuación 7, que describe los determinantes del factor explicativo indirecto y latente de las actividades de I+D (I+D) recoge las hipótesis 20 y 21.

$$\begin{pmatrix} \text{PTL} \\ \text{CPT} \\ \text{INNOV} \\ \text{VMN} \\ \text{VEX} \\ \text{CHNFO} \\ \text{I+D} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \beta_{10} \\ \beta_{20} \\ \beta_{30} \\ \beta_{40} \\ \beta_{50} \\ \beta_{60} \\ \beta_{70} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \beta_{13} & \beta_{14} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \beta_{25} & \beta_{26} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \beta_{36} & \beta_{37} & 0 \\ \beta_{41} & \beta_{42} & 0 & \beta_{44} & 0 & 0 & 0 & \beta_{48} \\ \beta_{51} & \beta_{52} & 0 & 0 & 0 & \beta_{56} & 0 & \beta_{58} \\ 0 & \beta_{62} & 0 & 0 & 0 & \beta_{66} & \beta_{67} & 0 \\ \beta_{71} & 0 & 0 & 0 & \beta_{75} & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} \text{CPT} \\ \text{INNOV} \\ \text{VMN} \\ \text{VEX} \\ \text{CHNFO} \\ \text{PCAEX} \\ \text{USTIC} \\ \text{I+D} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \\ \varepsilon_5 \\ \varepsilon_6 \\ \varepsilon_7 \end{pmatrix} \quad (5)$$

3.2. Fuentes de información y estadísticos descriptivos

La fuente de información utilizada para el análisis ha sido la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (en adelante, ESEE). La ESEE es una encuesta anual realizada sobre unas 1,800 empresas industriales españolas bajo el auspicio del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas del Gobierno de España. Esta encuesta se ha venido realizando desde 1990. El cuestionario aporta información exhaustiva para el nivel empresarial, en especial en el ámbito de las decisiones estratégicas (precios, costes, mercados o actividades de inversión) y del proceso de generación de valor (capital humano, organización, innovación, investigación y desarrollo o usos TIC). Además, se presentan los indicadores y ratios más importantes del balance de la empresa, así como de sus cuentas de pérdidas y ganancias. En este sentido, es importante señalar que la ESEE configura un panel de datos representativo de la actividad empresarial de la industria española y que cubre un amplio período de tiempo, desde 1990 hasta 2013 (último año disponible a día de hoy). En consecuencia, este panel de datos nos permite una aproximación muy detallada a la microeconomía de la productividad y hace posible el análisis de la evolución de las empresas industriales españolas durante el período de crisis económica (Torrent-Sellens y Díaz-Chao, 2015).

La muestra de la ESEE contiene información segmentada para las empresas industriales de más de 200 trabajadores (grandes empresas) y para las empresas entre 10 y 200 trabajadores (PYMES). Como resultado del proceso de obtención de los datos, la clasificación de las PYMES difiere de la clasificación utilizada por la Comisión Europea (European Commission, 2012). En el caso de la ESEE el tamaño límite utilizado para definir a las PYMES es el de 200 trabajadores, mientras que la Comisión Europea utiliza una dimensión máxima de 250 empleados. El motivo de esta diferencia debemos buscarlo

en el procedimiento de muestreo que utiliza la ESEE. En esta encuesta todas las grandes empresas industriales (más de 200 trabajadores) son incluidas en la muestra. En cambio, para las PYMES (entre 10 y 200 trabajadores) se realiza un muestreo aleatorio estratificado, proporcional y sistemático para la rama de actividad (CNAE a dos dígitos) y el tamaño de la empresa con el objetivo de obtener representatividad estadística. Durante los últimos años se han realizado importantes esfuerzos para solventar las incidencias que minimizan el tamaño del panel y se han incorporado nuevas empresas para preservar la representatividad de los datos. El muestreo excluye a las microempresas industriales, es decir a las empresas con menos de 10 trabajadores. En cualquier caso, las empresas del panel son encuestadas exhaustivamente y, como resultado, se obtiene una muestra con un ratio de respuestas cercano al 80%. Se puede encontrar información detallada sobre el diseño, la gestión, las propiedades del muestro, el cuestionario y las variables e indicadores de la ESEE en la página web de la Fundación SEPI (<http://www.fundacionsepi.es/investigacion/esee/spresentacion.asp>). Nuestra muestra de trabajo incluye a 1,457 PYMES en 2007 y a 1,374 PYMES en 2013 ubicadas en 20 ramas industriales de actividad distintas.

La tabla 1 recoge algunos de los principales estadísticos descriptivos del proceso de generación de valor y los resultados para las muestras de PYMES industriales analizadas en la investigación. En primer lugar, es importante señalar que el dinamismo de los mercados internacionales ha impulsado el crecimiento de las ventas en la PYME industrial. Entre 2007 y 2013 el volumen de facturación medio de la PYME industrial ha crecido en términos nominales un 26,9% (desde 9,7 millones de euros de facturación media en 2007 hasta 12,3 millones de euros en 2013), como resultado del notable dinamismo de los mercados exteriores. Las exportaciones han más que duplicado sus valores medios (2,2 millones de euros en 2007 y 4,7 millones de euros en 2013) y el porcentaje de PYMES exportadoras también ha crecido notablemente (desde un 52,0% en 2007 hasta un 65,0% en 2013). Por el contrario, las ventas en los mercados nacionales se han debilitado, con un crecimiento nominal del 1,6% (desde 7,4 millones de euros de facturación media en 2007 hasta 7,6 millones de euros en 2013). En este contexto señalar que, durante la crisis económica, la PYME industrial ha fortalecido su capacidad de exportación (desde un 23,0% del total de ventas en 2007 hasta un 38,4% del total de ventas en 2013) en detrimento de su presencia en los mercados nacionales (desde un 77,0% en 2007 hasta un 61,6% en 2013).

En segundo lugar, también es importante mencionar la tendencia positiva de la productividad en la PYME industrial. El valor añadido bruto por empleado ha pasado 44,1 mil euros de media en 2007 a 46,3 mil euros en 2013 (5,0% de crecimiento nominal). Esta tendencia favorable de la productividad en la PYME industrial está claramente vinculada con su dinámica exportadora. Mientras que la productividad

de las PYMES exportadoras ha avanzado positivamente, con un crecimiento nominal de un 5,6% (desde 50,1 mil euros de media en 2007 hasta 52,9 mil euros de media en 2013), la productividad de las PYMES no exportadoras se ha reducido notablemente, con una caída nominal del -7,7% (desde 36,5 mil euros de media en 2007 hasta 33,7 mil euros en 2013). Como resultado de esta dinámica dispar, las diferencias en productividad entre las PYMES industriales exportadoras y no exportadoras se han acentuado. Mientras que en 2007 el porcentaje de productividad media de la PYME no exportadora suponía un 72,9% de la productividad media de la PYME exportadora, en 2013 este porcentaje se había reducido hasta un 63,7%.

La crisis económica también ha impuesto notables modificaciones en las principales dimensiones del proceso de generación de valor de la PYME industrial. Entre 2007 y 2013 los principales indicadores de innovación se han debilitado: -1,9 puntos de caída en el porcentaje de PYMES que realizan innovación en producto (hasta el 11,8% en 2013), -4,2 puntos para la innovación en proceso (26,0% en 2013), -0,5 puntos para la innovación en métodos organizativos (17,1% en 2013) y -1,8 puntos para la innovación en comercialización (15,9%). Sin embargo, los datos analizados también ponen de relieve una asociación estadísticamente significativa y positiva entre la innovación y la internacionalización de las ventas en la PYME industrial. En este contexto, es importante señalar que, entre 2007 y 2013, los porcentajes de empresas exportadoras que innovan han crecido notablemente: 5,1 puntos en innovación en producto (hasta un 16,3% en 2013), 13,5 puntos en innovación en proceso (32,4% en 2013), 9,4 puntos en innovación en métodos organizativos (21,1% en 2013), y 6,5 puntos en innovación en comercialización (19,1% en 2013).

Tabla 1. Estadística descriptiva para la PYME industrial en España. 2007 y 2013 (valores medios en miles de euros y porcentajes válidos)

Dimensión/variable	2007	2013	Diferencias*
Mercados			
Ventas totales	9,665.973	12,269.793	26.9
Ventas en los mercados nacionales (VMN)	7,440.074	7,562.298	1.6
Ventas en los mercados de exportación (VEX)	2,225.899	4,708.495	111.5
% empresas exportadoras	52.0	65.0	13.0
Productividad			
Valor añadido bruto	2,494.911	3,054.698	22.4
Empleo (personal total medio)	49.4	56.0	13.4
Productividad (PTL): valor añadido por trabajador	44.1	46.3	5.0
Productividad (PTL) empresas exportadoras***	50.1	52.9	5.6
Productividad (PTL) empresas no exportadoras***	36.5	33.7	-7.7
Costes y beneficios			
Costes totales	8,969.818	11,520,511	28.4
Costes de personal	1,570.914	2,095.485	33.4
Coste de personal por trabajador (CPT)	26.4	31.6	19.5
Margen bruto de explotación (%)	8.4	-1.9	-10.3
Estructura propiedad			

% empresas en grupo familiar	42.1	48.0	5.9
% empresas en grupo empresarial	15.4	27.2	11.8
Participación capital extranjero	5.7	8.5	49.1
Innovación (INNOV)			
% empresas que innovan en producto (IPROD)	13.7	11.8	-1.9
% empresas que innovan en proceso (IPROC)	30.2	26.0	-4.2
% empresas que innovan en métodos organizativos (IMORG)	17.6	17.1	-0.5
% empresas que innovan en comercialización (ICOM)	17.7	15.9	-1.8
% empresas exportadoras que innovan en producto (IPROD)***	11.2	16.3	5.1
% empresas exportadoras que innovan en proceso (IPROC)***	18.9	32.4	13.5
% empresas exportadoras que innovan en métodos organizativos (IMORG)***	11.7	21.1	9.4
% empresas exportadoras que innovan en comercialización (ICOM)***	12.6	19.1	6.5
Capital humano y nuevas formas organización trabajo (CHNFOT)			
Gastos totales externos formación por trabajador (GTEFORT)**	48.4	68.3	41.1
% empresas que incorporan ingenieros/licenciados plantilla (IRINLIC)	11.9	9.0	-2.9
% empresas que innovan en métodos organización del trabajo (IMETORGT)	16.2	16.3	0.1
% empresas que innovan en gestión relaciones externas (IGRELEX)	7.0	8.6	1.6
% empresas que innovan en procesos con nuevas técnicas de producción (IPROCNT)	12.1	14.1	2.0
Usos TIC (USTIC)			
% empresas con dominio propio en Internet (WEBDPRO)	71.5	81.4	9.9
% empresas con página Web en servidores propios (WEBSEREMP)	24.9	30.3	5.4
% empresas que realizan compras a proveedores a través Internet (WEBCOM)	25.2	35.7	10.5
% empresas que realizan ventas a empresas a través Internet (WEBB2B)	5.7	8.2	2.5
% empresas que realizan ventas a consumidores finales a través de Internet (WEBB2C)	5.2	9.4	4.2
Incidencia ventas por Internet sobre total ventas (WEBINCVEN)			
No procede o no evaluable	42.8	36.8	-6.0
Ninguna	25.2	25.1	-0.1
Ligera	29.9	34.9	5.0
Fuerte	2.1	3.2	1.1
Investigación y desarrollo (I+D)			
% empresas que realizan actividades I+D (RAID)	17.4	21.1	3.7
% empresas que contratan actividades I+D (CONAID)	12.4	15.4	3.0
% empresas que disponen comité/dirección tecnología (DISCOMTEC)	10.7	15.4	4.7
% empresas que evalúan perspectivas cambio tecnológico (EVPECAMTEC)	17.6	16.6	-1.0
% empresas que usan asesores externos para evaluación tecnológica (USASEXTEC)	13.6	13.7	0.1
Gasto externo en I+D (GASEXID)	19.8	20.9	5.5
Gasto interno en I+D (GASINID)	36.8	55.2	49.9
% empresas que reclutan personal experiencia empresarial I+D (RECLPEREXID)	2.4	2.8	0.4
Volumen financiación pública I+D (FINPUBID)**	14.9	16.6	11.4
% empresas que aplican incentivos fiscales I+D (APLINFISID)	6.5	11.9	5.4
% empresas con acuerdos externos cooperación tecnológica (ACUCOOPTEC)	1.0	1.2	0.2

* Tasas acumuladas de variación para las variables expresadas en euros, y diferencias porcentuales para las variables expresadas en porcentajes.** En euros. *** Correlaciones significativas con $p < 0.001$.
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los usos TIC, y a pesar de la crisis, la PYME industrial ha continuado avanzando en su implantación, especialmente en la extensión de los dominios propios en Internet (9,9 puntos de aumento entre 2007 y 2013, hasta un 81,4% en 2013) y en las compras a proveedores a través del comercio electrónico (10,5 puntos y 35,7%, respectivamente). La dinámica de las ventas a través del comercio electrónico ha sido más positiva en el caso de las ventas a los consumidores finales (4,2 puntos y 9,4%, respectivamente) que en el caso de las ventas a otras empresas (2,5 puntos y 8,2%,

respectivamente). Los indicadores obtenidos para el ámbito de la investigación y el desarrollo son, en general, positivos. Por encima del resto destacan el fuerte crecimiento de los gastos internos en I+D (49,9% de incremento nominal entre 2007 y 2013, hasta una inversión media de 55,2 miles de euros) y del volumen de financiación público obtenido para I+D (11,4% de aumento, hasta un volumen medio de 11,4 mil euros en 2013). El gasto externo en I+D, la aplicación de incentivos fiscales para I+D y la disposición de comités u órganos de dirección de la tecnología también evolucionan positivamente, aunque con mayor moderación. Finalmente, los indicadores relativos al capital humano y las nuevas formas de organización del trabajo presentan una evolución débil. Tanto la incorporación de capital humano especializado (-2,9 puntos de caída en el porcentaje de empresas que han contratado ingenieros o licenciados durante el último año) como los gastos en formación (68,3 euros de gasto externo por trabajador en 2013) siguen débiles. Por su parte, los indicadores de innovación en métodos de organización del trabajo, gestión de relaciones externas y nuevas técnicas de producción también han evolucionado modestamente durante el período de crisis económica.

En resumen, es posible afirmar que durante el período de crisis económica (2007-2013) la PYME industrial ha presentado una evolución mixta. Las empresas vinculadas con los mercados internacionales, y con procesos de generación de valor más innovadores e intensivos en los usos del I+D y las TIC, han presentado una evolución claramente positiva de sus niveles de productividad. En cambio, las PYMES más vinculadas con los mercados interiores, y con procesos de generación de valor menos innovadores e intensivos en los usos del I+D y las TIC, han debilitado sus niveles de eficiencia.

4. Resultados

Como ya hemos mencionado, la variable dependiente –productividad del trabajo en la PYME industrial (PTL)- ha sido estimada a partir de un modelo de ecuaciones estructurales (SEM). El modelo SEM utilizado consta de dos etapas. En la primera etapa hemos estimado los determinantes de los cuatro constructos latentes que incorpora el modelo. Es decir, el indicador de innovación (INNOV), el indicador de capital humano y nuevas formas de organización del trabajo (CHNFOT), el indicador de usos TIC (USTIC) y el indicador de actividades de I+D (I+D). Una vez obtenidos los indicadores para estos constructos latentes (basados en los coeficientes de la primera etapa de la estimación), en la segunda etapa se ha estimado el modelo conjunto de determinantes directos e indirectos de la productividad. Los resultados obtenidos para la PYME industrial se obtienen a partir de la consideración de las empresas industriales de la ESEE que en los años de referencia tenían 200 trabajadores o menos. Adicionalmente, y con el objetivo de captar los efectos de la crisis económica sobre la productividad de la PYME industrial, los modelos han sido estimados para el año 2007 (año inicio de la crisis económica) y 2013 (último año disponible). Esta metodología empírica de análisis supone el diseño y el contraste econométrico de 10 modelos empíricos: 8 para la primera etapa (4 modelos para 2007 y 4 modelos para 2013) y 2 para la segunda etapa (1 modelo para 2007 y 1 modelo para 2013). La muestra resultante de empresas incluye 1,457 PYMES en 2007 y 1,374 PYMES en 2013.

4.1. Estimación de los constructos latentes

En la tabla 2 se presentan los resultados (coeficientes estandarizados y errores de medida) de la estimación SEM para los cuatro constructos latentes (innovación, capital humano y nuevas formas de organización del trabajo, usos TIC, y actividad de I+D) necesarios para la estimación de la productividad del trabajo en la PYME industrial. En esta primera estimación se presentan las relaciones causales entre las variables explicativas (4 para la innovación, 5 para el capital humano y las nuevas formas de organización del trabajo, 6 para los usos TIC, y 11 para la actividad de I+D) y los cuatro constructos latentes considerados. En primer lugar, es importante señalar que todas las variables especificadas en el modelo son estadísticamente significativas (como mínimo a un 95% de confianza). En segundo lugar, destacar que los índices de bondad de ajuste para los 8 modelos propuestos son altamente satisfactorios. Los índices NFI, RFI, IFI, TLI y CFI presentan valores elevados, y se aproximan a su valor

recomendado de entre 0,9 y 1. Los valores del índice RMSEA son inferiores o iguales a 0.08, lo que corrobora la validez de los modelos estimados (Hooper et al., 2009).

En cuanto a los coeficientes estandarizados obtenidos para 2007 y 2013, destacan importantes cambios en la explicación de los constructos latentes como resultado de la crisis económica. Por lo que se refiere al indicador de innovación se aprecia un muy importante crecimiento de las variables explicativas relativas a la innovación en métodos organizativos y a la innovación en comercialización. Ambos factores han pasado de coeficientes significativos y negativos en 2007 ($\beta=-0.550$ y $\beta=-0.775$, respectivamente) a coeficientes significativos y muy positivos ($\beta=0.497$ y $\beta=0.791$, respectivamente) en 2013. Por su parte, los coeficientes de la innovación en producto y proceso también han aumentado en el período de referencia, aunque menos intensamente que los dos anteriores. En este sentido, es importante señalar que durante la crisis económica el modelo de innovación de la PYME industrial en España se ha sofisticado notablemente. Mientras que en 2007 la innovación venía explicada por la innovación de proceso ($\beta=0.670$) y de producto ($\beta=0.389$), en 2013 el modelo innovador se ha ampliado notablemente y viene explicada por una combinación de coeficientes positivos entre la innovación en comercialización ($\beta=0.791$), en proceso ($\beta=0.774$), en métodos organizativos ($\beta=0.497$) y en producto ($\beta=0.401$).

El indicador latente del capital humano y las nuevas formas de organización del trabajo también ha presentado importantes cambios en sus factores explicativos como resultado de la crisis económica. Entre 2007 y 2013 los coeficientes de la innovación en métodos de organización del trabajo (desde $\beta=0.784$ en 2007 hasta $\beta=0.872$ en 2013) y de la innovación en la gestión de las relaciones externas (desde $\beta=0.611$ en 2007 hasta $\beta=0.705$ en 2013) han ampliado significativamente su participación en la explicación de este constructo latente. Del mismo modo, los gastos externos en formación por trabajador, aunque con coeficientes claramente inferiores, también evolucionan positivamente (desde $\beta=0.113$ en 2007 hasta $\beta=0.144$ en 2013). Por el contrario, la innovación de proceso como resultado de la introducción de nuevas técnicas de producción (desde $\beta=0.498$ en 2007 hasta $\beta=0.413$ en 2013) y la incorporación reciente de ingenieros o licenciados en la plantilla (desde $\beta=0.305$ en 2007 hasta $\beta=0.278$ en 2013) reducen su poder explicativo en el indicador latente de capital humano y nuevas formas de organización del trabajo de las PYMES industriales. De modo que, es posible señalar que, con la crisis económica, la explicación del capital humano y las nuevas formas de organización del trabajo en la PYME industrial ha evolucionado hacia un modelo con mayor poder explicativo de la innovación en métodos de organización/gestión y de la formación interna, en detrimento de otros factores explicativos vinculados con la innovación técnica y la incorporación de nuevo capital humano.

La crisis económica también ha alterado significativamente el modelo explicativo del constructo latente de usos TIC. Únicamente dos de sus variables explicativas han reforzado su poder explicativo entre 2007 y 2013: la disposición de un dominio propio en Internet por parte de la PYME industrial (desde $\beta=0.909$ en 2007 hasta $\beta=0.914$ en 2013) y la realización de ventas a consumidores finales a través de Internet, B2C (desde $\beta=0.331$ en 2007 hasta $\beta=0.359$ en 2013). Por su parte, el resto de coeficientes explicativos han evolucionado a la baja, en especial la incidencia de la ventas por Internet sobre el total de ventas (desde $\beta=0.702$ en 2007 hasta $\beta=0.583$ en 2013) y la disposición de una página Web en servidores propios de la empresa (desde $\beta=0.391$ en 2007 hasta $\beta=0.352$ en 2013). Así, es posible afirmar que el modelo explicativo de los usos TIC en la PYME industrial ha evolucionado desde un modelo más integral en 2007 hacia un modelo más específico en 2013. Si bien al principio de la crisis económica los usos TIC venían explicados por una combinación de inversión y uso de tecnologías digitales, compras y ventas por Internet, y por la incidencia del comercio electrónico sobre el total de ventas, en 2013 este modelo se había simplificado hacia un mayor poder explicativo de la presencia en Internet (dominio propio) y de las ventas por comercio electrónico a consumidores finales.

Tabla 2. Determinantes de la innovación, el capital humano y las nuevas formas de organización del trabajo, los usos TIC, y las actividades de I+D en las PYMES industriales*. 2007 y 2013

Dimensión/variable	2007		2013	
	Coefficientes estandarizados	Errores estandarizados	Coefficientes	Errores
Innovación (INNOV)	-	0.018***	-	0.017***
1. Innovación de producto (IPROD)	0.389***	0.100***	0.401***	0.087***
2. Innovación de proceso (IPROC)	0.670***	0.116***	0.774***	0.077***
3. Innovación en métodos organizativos (IMORG)	-0.550***	0.101***	0.497***	0.107***
4. Innovación en comercialización (ICOM)	-0.775***	0.058***	0.791***	0.050***
Capital humano y nuevas formas organización trabajo (CHNFOT)	-	47.938*	-	52.666**
1. Gastos totales externos formación por trabajador (GTEFORT)	0.113***	369.526***	0.144***	449.838***
2. Incorporación reciente ingenieros/licenciados (IRINLIC)	0.305***	0.095***	0.278***	0.076***
3. Innovación métodos organización del trabajo (IMETORGT)	0.784***	0.052***	0.872***	0.033***
4. Innovación gestión relaciones externas (IGRELEX)	0.611***	0.041***	0.705***	0.039***
5. Innovación proceso nuevas técnicas producción (IPROCNT)	0.498***	0.080***	0.413***	0.101***
Usos TIC (USTIC)	-	0.168***	-	0.127***
1. Dominio propio en Internet (WEBDPRO)	0.909***	0.154***	0.914***	0.192***
2. Página Web en servidores propios (WEBSEREMP)	0.391***	0.408***	0.352***	0.557***
3. Compras a proveedores a través Internet (WEBCOM)	0.424***	0.044***	0.406***	0.074***
4. Ventas a empresas a través Internet (WEBB2B)	0.273***	0.158***	0.264***	0.185***
5. Ventas a consumidores finales por Internet (WEBB2C)	0.331***	0.050***	0.359***	0.069***
6. Incidencia ventas por Internet sobre ventas (WEBINCVEN)	0.702***	0.035***	0.583***	0.025***
Investigación y desarrollo (I+D)	-	0.087***	-	0.110***
1. Realización actividades I+D (RAID)	0.778***	0.057***	0.814***	0.056***

2. Contratación actividades I+D (CONAID)	0.694***	0.056***	0.737***	0.060***
3. Disposición comité/dirección tecnología (DISCOMTEC)	0.731***	0.044***	0.759***	0.055***
4. Evaluación perspectivas cambio tecnológico (EVPECAMTEC)	0.427***	0.118***	0.474***	0.107***
5. Uso asesores externos evaluación tecnológica (USASEXTEC)	0.403***	0.098***	0.451***	0.094***
6. Gasto externo en I+D (GASEXID)	0.301***	1,546.100***	0.343***	1,069.684***
7. Gasto interno en I+D (GASINID)	0.691***	1,165.231***	0.669***	1,995.063***
8. Reclutamiento personal experiencia I+D (RECLPEREXID)	0.455***	0.019***	0.311***	0.024***
9. Volumen financiación pública I+D (FINPUBID)	0.389***	1,058.675***	0.431***	681.745***
10. Aplicación incentivos fiscales I+D (APLINFISID)	0.591***	0.040***	0.605***	0.066***
11. Acuerdos externos cooperación tecnológica (ACUCOOPTEC)	0.254***	0.010***	0.219***	0.012***

Estadísticos

Índices de bondad de ajuste INNOV 2007: NFI: 0.999; RFI: 0.988; IFI: 0.999; TLI: 0.999; CFI: 0.999; RMSEA: 0.001

Índices de bondad de ajuste CHNFOT 2007: NFI: 0.964; RFI: 0.981; IFI: 0.968; TLI: 0.893; CFI: 0.968; RMSEA: 0.075

Índices de bondad de ajuste USTIC 2007: NFI: 0.984; RFI: 0.931; IFI: 0.986; TLI: 0.941; CFI: 0.986; RMSEA: 0.061

Índices de bondad de ajuste I+D 2007: NFI: 0.961; RFI: 0.927; IFI: 0.969; TLI: 0.941; CFI: 0.969; RMSEA: 0.052

Índices de bondad de ajuste INNOV 2013: NFI: 0.999; RFI: 0.996; IFI: 0.999; TLI: 0.999; CFI: 0.999; RMSEA: 0.001

Índices de bondad de ajuste CHNFOT 2013: NFI: 0.965; RFI: 0.985; IFI: 0.968; TLI: 0.893; CFI: 0.968; RMSEA: 0.080

Índices de bondad de ajuste USTIC 2013: NFI: 0.990; RFI: 0.971; IFI: 0.994; TLI: 0.981; CFI: 0.994; RMSEA: 0.035

Índices de bondad de ajuste I+D 2013: NFI: 0.970; RFI: 0.944; IFI: 0.977; TLI: 0.957; CFI: 0.977; RMSEA: 0.048

* Análisis de regresión: Modelos de ecuaciones estructurales (SEM). Coeficientes estimados: efectos directos.

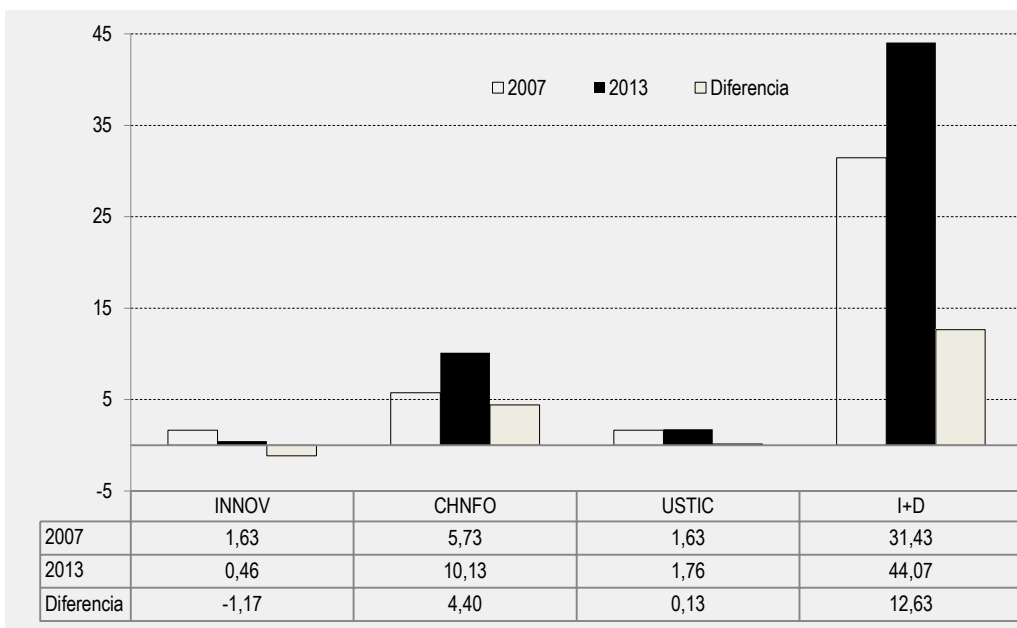
P-valor: *** Significativo al 99% de confianza; ** Significativo al 95% de confianza; * Significativo al 90% de confianza.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, el constructo latente de actividad de I+D en la PYME industrial también ha presentado notables cambios en su modelo explicativo durante la crisis económica. En primer lugar, porque las variables explicativas vinculadas a la realización (desde $\beta=0.778$ en 2007 hasta $\beta=0.814$ en 2013) y contratación de actividades (desde $\beta=0.694$ en 2007 hasta $\beta=0.737$ en 2013) de I+D, a la dirección (desde $\beta=0.731$ en 2007 hasta $\beta=0.759$ en 2013), evaluación (desde $\beta=0.427$ en 2007 hasta $\beta=0.474$ en 2013) y asesoría externa (desde $\beta=0.403$ en 2007 hasta $\beta=0.451$ en 2013) de la tecnología, al gasto externo en I+D (desde $\beta=0.301$ en 2007 hasta $\beta=0.343$ en 2013), a la financiación pública del I+D (desde $\beta=0.389$ en 2007 hasta $\beta=0.431$ en 2013), y a la aplicación de incentivos fiscales (desde $\beta=0.591$ en 2007 hasta $\beta=0.605$ en 2013) han reforzado su poder explicativo. Y, en segundo lugar, porque las variables vinculadas con el gasto interno en I+D (desde $\beta=0.691$ en 2007 hasta $\beta=0.669$ en 2013), la contratación de personal especializado (desde $\beta=0.455$ en 2007 hasta $\beta=0.311$ en 2013) y los acuerdos de cooperación tecnológica (desde $\beta=0.254$ en 2007 hasta $\beta=0.219$ en 2013) han reducido su

poder explicativo. En este sentido, es posible señalar que el modelo explicativo de la actividad de I+D en la PYME industrial ha evolucionado durante la crisis económica hacia una menor presencia de la nueva inversión interna (gasto interno en I+D y reclutamiento de personal con experiencia empresarial en I+D) y de las redes de cooperación en I+D (acuerdos de cooperación tecnológica con agentes externos). Por el contrario, se aprecia un mayor poder explicativo de las variables más vinculadas con el I+D ya existente en la empresa (realización de actividades, dirección y evaluación de la tecnología), con el gasto externo efectivo en I+D (contratación de actividades, uso de asesores y gasto externo) y con la capacidad de financiación externa para la investigación y el desarrollo (ayudas pública e incentivos fiscales).

Figura 2. Índices compuestos de la innovación (INNOV), capital humano y nuevas formas de organización del trabajo (CHNFO), usos TIC (USTIC) y actividades de I+D (I+D) para la PYME industrial. 2007 y 2013 (valores medios y diferencias entre medias)



Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de la aplicación de los coeficientes estandarizados obtenidos en esta primera estimación a cada PYME de la muestra, hemos construido los índices compuestos relativos a los constructos de innovación (INNOV), capital humano y nuevas formas de organización del trabajo (CHNFO), usos TIC (USTIC) y actividades de I+D (I+D). En la figura 2 se presentan sus valores medios

para los años 2007 y 2013, así como sus diferencias medias. El análisis de los valores medios obtenidos nos sugiere importantes cambios en algunos elementos clave del proceso de generación de valor de la PYME industrial durante la crisis económica. En primer lugar, cabe señalar el notable crecimiento de las actividades de I+D (desde $M=31,43$ en 2007 hasta $M=44,07$ en 2013). Del mismo modo, la dimensión del capital humano y las nuevas formas de organización del empleo también han evolucionado positivamente durante la crisis económica (desde $M=5,73$ en 2007 hasta $M=10,13$ en 2013). Por el contrario, los usos TIC (desde $M=1,63$ en 2007 hasta $M=1,76$ en 2013), con un avance casi imperceptible, y la innovación (desde $M=1,63$ en 2007 hasta $M=0,46$ en 2013), con una caída de sus valores medios, se revelan como claras dimensiones de mejora para la adaptación del proceso de generación de valor de la PYME industrial a las nuevas formas de competencia.

Como consecuencia, es posible afirmar que durante el período de crisis económica la PYME industrial ha realizado importantes avances en la mejora de sus procesos de I+D, y de capital humano y nuevas formas de organización, en especial en el aprovechamiento de los recursos internos disponibles para el I+D, el gasto y la financiación externa en I+D, la formación externa y la innovación en métodos de organización/gestión. En cambio, se aprecian importantes debilidades en sus procesos de innovación y uso de las TIC, en especial en la innovación de producto y proceso, y en los usos de las TIC y el comercio electrónico con impacto efectivo sobre la actividad de la empresa.

4.2. Estimación del nivel de productividad de las PYMES industriales

En la tabla 3 se presentan los resultados (coeficientes estandarizados y errores estándar) de la estimación SEM (con variables observables y latentes, y errores de medida) para la productividad de la PYME industrial en España (ecuación 5). En esta segunda estimación se contrastan las 21 hipótesis establecidas en el modelo analítico de determinantes de la productividad del trabajo, que ha sido interpretada como una variable observable a través del logaritmo del valor añadido por empleado (figura 1). En primer lugar, es importante señalar que todas las variables especificadas en el modelo son estadísticamente significativas (como mínimo con un 90% de confianza) y consistentes con las hipótesis planteadas. En segundo lugar, es de destacar que los índices de bondad de ajuste para los 2 modelos propuestos (2007 y 2013) son altamente satisfactorios. Los índices NFI, RFI, IFI, TLI y CFI presentan valores elevados, dentro del intervalo (0.9;1) recomendado. Los dos valores del índice RMSEA son inferiores o iguales a 0.08, lo que corrobora la validez de los modelos estimados (Hooper et al, 2009).

En lo referente a los coeficientes estandarizados es de señalar que los resultados obtenidos confirman un conjunto combinado de efectos directos e indirectos sobre el nivel de productividad del trabajo en la PYME industrial española. Además, el análisis comparativo para los años 2007 y 2013 también sugiere importantes cambios en su modelo de productividad como resultado de la crisis económica. En cuanto a los efectos directos se confirma un importante cambio de tendencia, desde un modelo explicativo basado en la importancia de los costes de personal y los mercados interiores en 2007, hacia otro modelo explicativo más completo en 2013, que incorpora una importancia creciente de las ventas a los mercados internacionales y la innovación. En efecto, a pesar de que los coeficientes explicativos directos relativos a los costes de personal por trabajador (CPT) (hipótesis 1: desde $\beta=0.431$ en 2007 hasta $\beta=0.312$ en 2013) y a las ventas en los mercados nacionales (VMN) (hipótesis 3: desde $\beta=0.305$ en 2007 hasta $\beta=0.278$ en 2013) siguen siendo los más elevados en la explicación de la productividad del trabajo en la PYME industrial, se aprecia una importancia claramente creciente de los coeficientes directos vinculados con las exportaciones (VEX) (hipótesis 4: desde $\beta=0.046$ en 2007 hasta $\beta=0.230$ en 2013) y la innovación (hipótesis 1: desde $\beta=-0.016$ en 2007 hasta $\beta=0.051$ en 2013).

El cambio de tendencia en los factores explicativos directos de la productividad en la PYME industrial durante la crisis económica se complementa también con importantes novedades en el conjunto de efectos indirectos. A pesar de que en el factor indirecto de costes de personal por trabajador (CPT) no se aprecian diferencias muy significativas entre sus variables explicativas durante el período 2007-2013: el capital humano y las nuevas formas de organización (CPT) (hipótesis 5: desde $\beta=0.148$ en 2007 hasta $\beta=0.162$ en 2013) y la participación de capital extranjero en la propiedad de la empresa (PCAEX) (hipótesis 6: desde $\beta=0.255$ en 2007 hasta $\beta=0.245$ en 2013) mantienen coeficientes explicativos similares, en el determinante indirecto de la innovación (INNOV) sí que se confirman importantes cambios. De unos coeficientes explicativos negativos para 2007, la participación del capital extranjero en la propiedad de la PYME industrial (PCAEX) (hipótesis 7: desde $\beta=-0.007$ en 2007 hasta $\beta=0.072$ en 2013) y los usos TIC (USTIC) (hipótesis 8: desde $\beta=-0.269$ en 2007 hasta $\beta=0.229$ en 2013) presentan un importante crecimiento en su explicación de la innovación para 2013.

En el factor explicativo indirecto de las ventas a los mercados nacionales (VMN) también se aprecian importantes cambios en sus coeficientes explicativos. En particular, se observa una tendencia decreciente del coeficiente relativo a los costes de personal por trabajador (CPT) (hipótesis 9: desde $\beta=0.310$ en 2007 hasta $\beta=0.201$ en 2013), mientras que la innovación (INNOV) (hipótesis 10: desde

$\beta=-0.108$ en 2007 hasta $\beta=0.133$ en 2013) y las exportaciones (VEX) (hipótesis 11: desde $\beta=0.276$ en 2007 hasta $\beta=0.309$ en 2013) aumentan ostensiblemente su poder explicativo. Por su parte, las actividades de I+D (I+D) (hipótesis 12: desde $\beta=0.084$ en 2007 hasta $\beta=0.086$ en 2013) mantienen

prácticamente constante su coeficiente explicativo. En este contexto, es posible afirmar que el modelo explicativo de las ventas a los mercados nacionales de la PYME industrial en España ha evolucionado durante la crisis económica hacia una mayor importancia explicativa de la innovación y las exportaciones, en detrimento de los costes de personal.

Tabla 3. Determinantes de la productividad del trabajo (PTL) en las PYMES industriales*.

2007 y 2013

Hipótesis/variables (explicativa → explicada)	2007		2013	
	Coefficientes estandarizados	Errores estándar	Coefficientes estandarizados	Errores estándar
H1. CPT → PTL	0.431***	0,037	0,312***	0,040
H2. INNOV → PTL	-0,016*	0,019	0.051**	0.022
H3. VMN → PTL	0,305***	0,012	0.278***	0.012
H4. VEX → PTL	0,046*	0,009	0.230***	0.008
H5. CHNFO → CPT	0.148***	0.000	0.162***	0.000
H6. PCAEX → CPT	0.255***	0.000	0.245***	0.000
H7. PCAEX → INNOV	-0.007*	0.001	0.072***	0.001
H8. USTIC → INNOV	-0.269***	0.015	0.229***	0.018
H9. CPT → VMN	0.310***	0.084	0.201***	0.095
H10. INNOV → VMN	-0.108***	0.046	0.133***	0.053
H11. VEX → VMN	0.276***	0.018	0.309***	0.019
H12. I+D → VMN	0.084***	0.000	0.086***	0.000
H13. CPT → VEX	0.277***	0.201	0.323***	0.180
H14. INNOV → VEX	-0.037*	0.111	0.096***	0.104
H15. PCAEX → VEX	0.145***	0.003	0.142***	0.003
H16. I+D → VEX	0.153***	0.000	0.167***	0.000
H17. INNOV → CHNFO	-0.109***	0.860	0.130***	0.907
H18. PCAEX → CHNFO	0.137***	0.025	0.243***	0.022
H19. USTIC → CHNFO	0.062**	0.517	0.072**	0.624
H20. CPT → I+D	0.179***	738.771	0.179***	924.178
H21. CHNFO → I+D	0.329***	135.573	0.129***	164.822

Estadísticos

Bondad de ajuste PYMES 2007: NFI: 0.948; RFI: 0.921; IFI: 0.954; TLI: 0.939; CFI: 0.954; RMSEA: 0.070

Bondad de ajuste PYMES 2013: NFI: 0.928; RFI: 0.850; IFI: 0.934; TLI: 0.868; CFI: 0.933; RMSEA: 0.080

* Análisis de regresión: Modelos de ecuaciones estructurales (SEM) con variables observables y latentes, y errores de medida. P-valor: *** Significativo al 99% de confianza; ** Significativo al 95% de confianza; * Significativo al 90% de confianza.

Fuente: Elaboración propia.

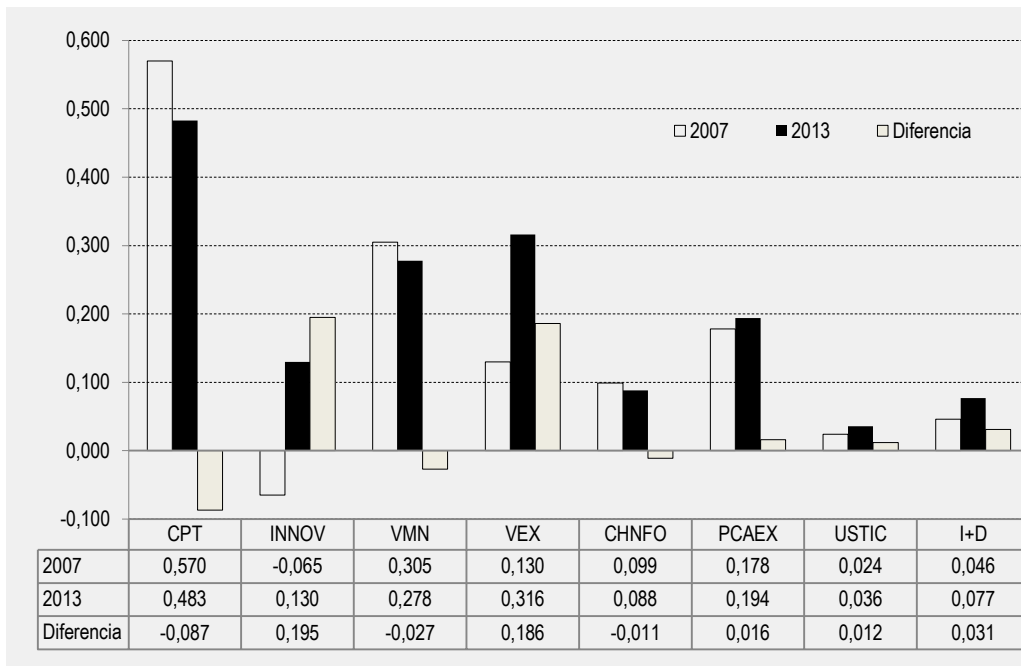
Igualmente, en el factor explicativo indirecto de las ventas por exportación (VEX), la PYME industrial también presenta importantes cambios en el período de crisis económica. En concreto, es

importante señalar la tendencia claramente creciente del coeficiente explicativo de la innovación (INNOV) (hipótesis 13: desde $\beta=-0.037$ en 2007 hasta $\beta=0.096$ en 2013), que se complementa con un comportamiento también creciente y relevante de los costes de personal (CPT) (hipótesis 14: desde $\beta=0.277$ en 2007 hasta $\beta=0.323$ en 2013), en un contexto de práctico estancamiento de los coeficientes vinculados con la participación del capital extranjero en la propiedad de la PYME industrial (PCAEX) (hipótesis 15: desde $\beta=0.145$ en 2007 hasta $\beta=0.142$ en 2013) y las actividades de I+D (I+D) (hipótesis 16: desde $\beta=0.153$ en 2007 hasta $\beta=0.167$ en 2013). Así pues, el modelo explicativo de las exportaciones de la PYME industrial en España evoluciona, desde un modelo en 2007 caracterizado por la importancia de los costes de personal, la participación del capital extranjero y las actividades de I+D, hacia un modelo en 2013 dónde estos factores explicativos se complementan con una importancia creciente de la innovación.

En el factor explicativo indirecto de la productividad vinculado con el capital humano y las nuevas formas de organización del trabajo (CHNFO), la PYME industrial también presenta notables cambios en sus coeficientes explicativos durante el período de crisis económica. En particular, es importante señalar la clara tendencia creciente de la innovación (INNOV) (hipótesis 17: desde $\beta=-0.109$ en 2007 hasta $\beta=0.130$ en 2013) y de la participación del capital extranjero en la propiedad de la empresa (PCAEX) (hipótesis 18: desde $\beta=0.137$ en 2007 hasta $\beta=0.243$ en 2013), en un contexto de estabilización del coeficiente de los usos TIC (USTIC) (hipótesis 19: desde $\beta=0.062$ en 2007 hasta $\beta=0.072$ en 2013). Por último, en la explicación del factor indirecto de la actividad de I+D (I+D) destacan la estabilización del coeficiente relativo a los costes de personal por trabajador (CPT) (hipótesis 20: desde $\beta=0.179$ en 2007 hasta $\beta=0.179$ en 2013) y la notable caída del coeficiente relativo al capital humano y nuevas formas de organización del trabajo (CHNFO) (hipótesis 21: desde $\beta=0.329$ en 2007 hasta $\beta=0.129$ en 2013).

Por último, en la figura 3 se presentan los coeficientes estandarizados de los efectos totales (directos e indirectos) que el conjunto de variables e indicadores explicativos ejercen sobre la productividad del trabajo en la PYME industrial durante 2007 y 2013. La presentación de estos coeficientes, obtenidos a través de la estimación SEM en dos etapas, nos permite analizar comparativamente la evolución del modelo de productividad de la PYME industrial en España durante el período de crisis económica.

Figura 3. Determinantes (efectos totales estandarizados) de la productividad del trabajo en la PYME industrial. 2007 y 2013 (coeficientes y diferencias entre coeficientes)



Fuente: Elaboración propia.

Como ya se ha señalado en el análisis de los efectos directos e indirectos, en el período 2007-2013 la PYME industrial ha transformado significativamente su modelo de eficiencia. En primer lugar, porque los coeficientes totales de los factores explicativos vinculados con los de costes de personal por trabajador (CPT) (desde $\beta=0.570$ en 2007 hasta $\beta=0.483$ en 2013), las ventas en los mercados nacionales (VMN) (desde $\beta=0.305$ en 2007 hasta $\beta=0.278$ en 2013) y el capital humano y las nuevas formas de organización del trabajo (CHNFO) (desde $\beta=0.099$ en 2007 hasta $\beta=0.088$ en 2013) han reducido su poder explicativo de la productividad. En segundo lugar, porque los coeficientes explicativos totales de la innovación (INNOV) (desde $\beta=-0.065$ en 2007 hasta $\beta=0.130$ en 2013) y las exportaciones (VEX) (desde $\beta=0.130$ en 2007 hasta $\beta=0.316$ en 2013) han aumentado ostensiblemente su capacidad explicativa. Y, en tercer lugar, porque el modelo de productividad más innovador y exportador de la PYME industrial en España se complementa también con una mayor capacidad explicativa de la actividad en I+D (I+D) (desde $\beta=0.046$ en 2007 hasta $\beta=0.077$ en 2013), la participación del capital extranjero en la estructura de propiedad de las empresas (PCAEX) (desde $\beta=0.178$ en 2007 hasta $\beta=0.194$ en 2013) y los usos TIC (USTIC) (desde $\beta=0.024$ en 2007 hasta $\beta=0.036$ en 2013).

5. Conclusión y discusión

El papel de los efectos desbordamiento que el conocimiento genera sobre la productividad de las empresas ha recibido una atención creciente por parte de la literatura. Se ha confirmado ampliamente que las externalidades del conocimiento sobre la productividad son múltiples y complejas, y que están directamente relacionadas con la heterogeneidad de las empresas. En este sentido, y debido a su importancia en número, generación de valor y empleo para la mayoría de economías del mundo, el análisis sobre las fuentes de productividad de las PYMES ha crecido substancialmente durante los últimos años. Sin embargo, y a diferencia de las grandes empresas, las PYMES son una tipología de empresa con características específicas. A pesar de sus dificultades en la obtención de recursos específicos, alcanzan ventaja competitiva a través de un comportamiento más dinámico y adaptado al mercado. Teniendo en cuenta su singularidad, la literatura ha puesto de relieve que los mecanismos a través de los cuales el conocimiento se desborda sobre la productividad de las PYMES son diversos y abarcan al conjunto de elementos internos de valor, en especial el capital humano, la organización del trabajo, las actividades de I+D, la innovación, y la inversión y el uso de las TIC. Pero, además de estos factores internos, y como resultado de las dificultades en el acceso a recursos específicos, para las PYMES es de especial importancia la dependencia del ecosistema innovador que puede generar su entorno, en especial los mercados de exportación y su capacidad para conectarse con otros agentes, empresas y organizaciones con el objetivo de captar conocimiento.

Precisamente, y en el contexto de análisis de los efectos desbordamiento del conocimiento, en este trabajo hemos abordado el análisis de las nuevas fuentes de productividad en la PYME industrial de España durante el período de crisis económica (2007 y 2013). Para ello, hemos diseñado un modelo explicativo del conjunto de efectos, directos e indirectos (desbordamiento), que explican la productividad a través de 21 hipótesis. El contraste empírico de las hipótesis se ha realizado a través de un sistema de ecuaciones estructurales (SEM) con variables observables y latentes, errores de medida y en dos etapas. En la primera etapa hemos estimado los constructos latentes necesarios (capital humano y nuevas formas de organización del trabajo, I+D, innovación y usos TIC) para abordar, en la segunda etapa, el análisis de las fuentes explicativas, directas e indirectas (spillovers), de la productividad. De esta forma, ha sido posible obtener la forma estructural completa a través de la cual se explica la productividad de las PYMES. El análisis se ha efectuado para una muestra de 1,457 y 1,374 PYMES en 2007 y 2013, respectivamente, obtenida de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE).

El análisis descriptivo realizado nos ha puesto de relieve que durante el período de crisis económica la PYME industrial ha presentado una evolución mixta. Las empresas vinculadas con los mercados

internacionales, y con procesos de generación de valor más innovadores e intensivos en los usos del I+D y las TIC, han presentado una evolución claramente positiva de sus niveles de productividad. En cambio, las PYMES más vinculadas con los mercados interiores, y con procesos de generación de valor menos innovadores e intensivos en los usos del I+D y las TIC, han debilitado sus niveles de eficiencia.

En lo referente a las fuentes explicativas de la productividad, los resultados obtenidos también nos señalan transformaciones significativas del modelo de eficiencia de la PYME industrial durante la crisis económica. De hecho, se confirma una evolución hacia un modelo de productividad más intensivo y completo. Al principio de la crisis económica (2007), la productividad de la PYME industrial en España venía explicada diferencialmente por la retribución y calidad del empleo, y por las ventas en los mercados nacionales. Al final de la crisis económica (2013), el poder explicativo de estos factores se había reducido a favor de una capacidad explicativa creciente de la innovación y las exportaciones. Este modelo de crecimiento, más innovador y abierto (exportaciones y participación de capital extranjero), se complementa con una mayor capacidad explicativa de la actividad de I+D y los usos TIC.

Estos resultados son coherentes con la investigación similar disponible (Hausman y Johnston, 2014; Eppinger et al., 2015), confirman la existencia de un vínculo entre el conocimiento (I+D, innovación y usos TIC), la exportación y la productividad, y ponen de relieve la orientación hacia un modelo de crecimiento más intensivo de la PYME industrial en España. Sin embargo, este milagro exportador y de eficiencia generado por las externalidades del conocimiento en tiempos de colapso del comercio internacional, debe ser matizado desde varias perspectivas. En primer lugar, y a pesar de que los resultados obtenidos son robustos para explicar la tendencia media de los nuevos factores explicativos del nivel de productividad al principio y al final de la crisis económica, en 2013 más de un tercio de las PIMES industriales españolas todavía no estaban presentes en los mercados de exportación. Del mismo modo, los porcentajes de empresas no innovadoras, también entre las exportadoras, son mucho más elevados que los porcentajes de empresas innovadoras. Ello nos sugiere una amplia dispersión de los modelos de productividad entre las PYMES exportadoras y no exportadoras, al mismo tiempo que el crecimiento de empresas exportadoras (65% en 2013) podría ser el resultado de distintos modelos de productividad y de externalidades del conocimiento diferenciadas o inexistentes (competitividad vía costes). En este sentido, una línea de investigación futura que se plantea es el análisis comparativo de las fuentes de productividad entre PYMES exportadoras y no exportadoras, y entre los distintos modelos de productividad de las PYMES exportadoras. Por otra parte, también es importante la consideración de los efectos del ciclo económico en el vínculo conocimiento, exportación y productividad. En concreto, la ampliación temporal de la investigación a los años de la recuperación económica (2014 en adelante) nos permitirá conocer si los cambios en el modelo de eficiencia de las PYMES industriales son sostenibles en

el tiempo o, por el contrario, la recuperación de los mercados interiores ejerce un efecto sustitución sobre la evolución positiva de los mercados de exportación (exportación intermitente).

En segundo lugar, y como señala la literatura (Eliasson et al., 2012; Love y Roper, 2015), los resultados de la investigación no acaban de esclarecer el funcionamiento de los mecanismos de auto-selección. Las PYMES eficientes tienden a innovar y a exportar pero, una vez se pone en marcha el mecanismo de auto-selección, se retroalimentan beneficios en forma de productividad a través de la innovación y la exportación. En este sentido, y como resultado de la disposición de una muestra temporal (1990-2013) y continua (panel) de empresas industriales (PYMES y grandes), la investigación debería avanzar en el análisis de las interacciones de causalidad, del círculo virtuoso, entre las dinámicas del conocimiento, la exportación y la productividad. Además, y una vez abordada la interacción causal para las PYMES, sería posible la comparación con las nuevas fuentes de productividad en la gran empresa industrial.

Por último, los resultados obtenidos nos sugieren algunas implicaciones para las acciones estratégicas y las políticas públicas de crecimiento y aceleración empresarial. En primer lugar, es importante destacar la necesidad de atender al conjunto de efectos desbordamiento que el conocimiento genera sobre generación de valor y la productividad de las PYMES. Acciones o políticas públicas parciales podrían ser claramente contraproducentes. Por ejemplo, fomentar la internacionalización de las empresas sin atender a la innovación de la empresa o sin preocuparse por las fuentes de productividad previas (mecanismos de auto-selección), podría ser claramente contraproducente. Y, en segundo lugar, también es relevante atender a las fricciones entre la difusión y la réplica en la transferencia del conocimiento. Si las acciones estratégicas y políticas públicas que fomentan los efectos desbordamiento del conocimiento son demasiado abiertas para que las PYMES se apropien de los beneficios de su innovación se podrían frenar los incentivos a la productividad y la exportación. Por ejemplo, las acciones y políticas de innovación abierta o de triple hélice que no consideran la protección de la propiedad intelectual de las PYMES más innovadoras y líderes del mercado podrían debilitar el potencial competitivo del tejido empresarial en el largo plazo a través de la supresión de los mecanismos de auto-selección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acemoglu, D., Aghion, P., Lelarge, C., Van Reenen, J. and Zilibotti, F. (2007). Technology, information, and the decentralization of the firm. *Quarterly Journal of Economics*, 122(4):1759-1799.
- Acs, Z.J. and Audretsch, D.B. (1988). Innovation in large and small firms: An empirical analysis. *American Economic Review*, 78(4):678-690.
- Aghion, P., Blundell, R., Griffith, R., Howitt, P. and Prantl, S. (2004). Entry and productivity growth: evidence from microlevel panel data. *Journal of the European Economic Association*, 2(2):265-276.
- Amiti, M. and Konings, J. (2007). Trade liberalization, intermediate inputs, and productivity: evidence from Indonesia. *American Economic Review*, 97(5):1611-1638.
- Ang, J.B. and Madsen, J.B. (2013). International R&D spillovers and productivity trends in the Asian miracle economies. *Economic Inquiry*, 51(2): 1523-1541.
- Arnold, J., Nicoletti, G. and Scarpetta, S. (2008). Regulation, allocative efficiency and productivity in OECD Countries: industry and firm-level evidence. Organisation for Economic Co-operation and Development Economics Department Working Paper, 616.
- Arvanitis, S. (2005). Computerization, workplace organization, skilled labour and firm productivity: Evidence for the Swiss business sector. *Economics of Innovation and New Technology*, 14(4):225-249.
- Arvanitis, S. and Loukis, E.N. (2009). Information and communication technologies, human capital, workplace organization and labour productivity: A comparative study based on firm-level data for Greece and Switzerland. *Information Economics and Policy*, 21(1):43-61.
- Atalay, E., Hortaçsu, A. and Syverson, C. (2014). Vertical integration and input flows. *American Economic Review*, 104(4):1120-1148.
- Audretsch, D.B. (2002). The dynamic role of small firms: Evidence from the US. *Small Business Economics*, 18(1-3):13-40.
- Aw, B.Y., Roberts, M.J. and Xu, D.Y. (2008). R&D investments, exporting, and the evolution of firm productivity. *American Economic Review*, 98(2):451-456.
- Balasubramanian, N. and Sivadasan, J. (2011). What happens when firms patent? New evidence from U.S. Economic Census data. *Review of Economics and Statistics*, 93(1):126-146.
- Bandiera, O., Barankay, I. and Rasul, I. (2009). Social connections and incentives in the workplace: evidence from personnel data. *Econometrica*, 77(4):1047-1094.
- Bartel, A., Ichniowski, C. and Shaw, K. (2007). How does information technology affect productivity? Plant-level comparisons of product innovation, process improvement, and worker skills. *Quarterly Journal of Economics*, 122(4):1721-1758.
- Bartelsman, E.J. and Doms, M. (2000). Understanding productivity: lessons from longitudinal microdata. *Journal of Economic Literature*, 38(3):569-594.

- Bartelsman, E.J., Haskel, J.E. and Martin, R. (2008). Distance to which frontier? Evidence on productivity convergence from international firm-level data. Centre for Economic Policy Research Discussion Paper, 7032.
- Bartelsman, E.J., Haltiwanger, J. and Scarpetta, S. (2013). Cross-country differences in productivity: the role of allocation and selection. *American Economic Review*, 103(1):305-334.
- Beamish, P.W. and Lu J.W. (2006). SME internationalization and performance: growth vs profitability. *Journal of International Entrepreneurship*, 4(1): 27-48.
- Bernard, A.B. and Jensen, J.B. (1999). Exceptional exporter performance: cause, effect or both? *Journal of International Economics*, 47(1):1-25.
- Bernard, A.B. and Jensen, J.B. (2004). Why some firms export. *Review of Economics and Statistics*, 86(2):561-569.
- Bernard, A.B., Jensen, J.B. and Schott, P.K. (2006). Trade costs, firms and productivity. *Journal of Monetary Economics*, 53(5):917-937.
- Bernard, A.B., Redding, S.J. and Schott, P.K. (2010). Multiple-product firms and product switching. *American Economic Review*, 100(1):70-97.
- Bertrand, M. and Schoar, A. (2003). Managing with style: the effect of managers on firm policies. *Quarterly Journal of Economics*, 118(4):1169-1208.
- Black, S.E. and Lynch, L.M. (2001). How to compete: the impact of workplace practices and information technology on productivity. *Review of Economics and Statistics*, 83(3):434-445.
- Black, S.E. and Lynch, L.M. (2004). What's driving the new economy: the benefits of workplace innovation. *Economic Journal*, 114(493):97-116.
- Bloom, N. and Van Reenen, J. (2007). Measuring and explaining management practices across firms and countries. *Quarterly Journal of Economics*, 122(4):1351-1408.
- Bloom, N. and Van Reenen, J. (2010). Why do management practices differ across firms and countries? *Journal of Economic Perspectives*, 24(1):203-224.
- Bloom, N., Draca, M. and Van Reenen, J. (2011). Trade induced technical change? The impact of Chinese imports on innovation, IT and productivity. National Bureau of Economic Research Working Paper, 16717.
- Bloom, N., Sadun, R. and Van Reenen, J. (2012a). The organization of firms across countries. *Quarterly Journal of Economics*, 127(4):1663-1705.
- Bloom, N., Sadun, R. and Van Reenen, J. (2012b). Americans do IT better: US multinationals and the productivity miracle. *American Economic Review*, 102(1):167-201.
- Bloom, N., Schankerman, M. and Van Reenen, J. (2013a). Identifying technology spillovers and product market rivalry. *Econometrica*, 81(4):1347-1393.

- Bloom, N., Romer, P.M., Terry, S. J. and Van Reenen, J. (2013b). A trapped-factors model of innovation. *American Economic Review*, 103(3):208-213.
- Boning, B., Ichniowski, C. and Shaw, K. (2007). Opportunity counts: teams and the effectiveness of production incentives. *Journal of Labor Economics*, 25(4):613–650.
- Brambilla, I., Lederman, D. and Porto, G. (2012). Exports, export destinations, and skills. *American Economic Review*, 102(7):3406-3438.
- Bresnahan, T.F. and Trajtenberg, M. (1995). General purpose technologies. Engines of growth. *Journal of Econometrics*, 65(1):83-108.
- Bresnahan, T.F., Brynjolfsson, E. and Hitt, L.M. (2002). Information technology, workplace organization and the demand for skilled labor: a firm-level evidence. *Quarterly Journal of Economics*, 117(1):339-376.
- Brown, J.D., Earle, J.S. and Telegdy, A. (2006). The productivity effects of privatization: longitudinal estimates from Hungary, Romania, Russia, and Ukraine. *Journal of Political Economy*, 114(1):61-99.
- Brynjolfsson, E. and Hitt, L.M. (2000). Beyond computation: information technology, organizational transformation, and business performance. *Journal of Economic Perspectives*, 14:23-48.
- Brynjolfsson, E. and Hitt, L.M. (2003). Computing productivity: firm-level evidence. *Review of Economics and Statistics*, 85(4):793-808.
- Cardona, M., Kretschmer, T. and Strobel, T. (2013). ICT and productivity: conclusions from the empirical literature. *Information Economics and Policy*, 25(3):109-125.
- Cassiman, B., Golovko, E. and Martínez-Ros, E. (2010). Innovation, exports and productivity. *International Journal of Industrial Organization*, 28(4):372-376.
- Ceccobelli, M., Gitto, S. and Mancuso, P. (2012). ICT capital and labour productivity growth: A non-parametric analysis of 14 OECD countries. *Telecommunications Policy*, 36(4):282-292.
- Chesborough, H.W. (2003). *Open innovation*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Coe, D.T., Helpman, E. and Hoffmaister, A.W. (2009). International R&D spillovers and institutions. *European Economic Review*, 53(7):723-741.
- Comacchio, A., Bonesso, S. and Pizzi, C. (2012). Boundary spanning between industry and university: the role of technology transfer centres. *Journal of Technology Transfer*, 37(6):943-966.
- Combes, P.P., Duranton, G., Gobillon, L., Puga, D. and Roux, S. (2012). The productivity advantages of large cities: distinguishing agglomeration from firm selection. *Econometrica*, 80(6):2543-2594.
- Cooney, R. (2010). Exploring skill ecosystems in the Australian meat processing industry: unions, employers and institutional change. *Economic and Labour Relations Review*, 21(2):121-138.
- Crépon, B., Duguet, E. and Mairesse, J. (1998). Research, innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level. *Economics of Innovation and New Technology*, 7(2):115-158.

- Crespi, G., Criscuolo, C., Haskel, J.E. and Slaughter, M. (2008). Productivity growth, knowledge flows, and spillovers. National Bureau of Economic Research Working Paper, 13959.
- De Loecker, J. (2007). Do exports generate higher productivity? Evidence from Slovenia. *Journal of International Economics*, 73(1):69-98.
- De Loecker, J. and Van Biesebroeck, J. (2016). Effect on international competition on firm productivity and market power. In: Grifell-Tatjé, E., Knox, C.A. and Sickles, R. (Eds.). *The Oxford Handbook of Productivity Analysis* (forthcoming). Oxford University Press, Oxford.
- Delgado, M., Farinas, J. and Ruano, S. (2002). Firm productivity and export markets: a nonparametric approach. *Journal of International Economics*, 57(2):397-422.
- Díaz-Chao, A., Sainz-González, J. and Torrent-Sellens, J. (2015). ICT, innovation and firm productivity: new evidence from small local firms. *Journal of Business Research*, 68(7):1439-1444.
- Díaz-Chao, A., Miralbell-Izard, O. and Torrent-Sellens, J. (2015). Information and communication technologies, innovation, and firm productivity in small and medium-sized travel agencies: new evidence from Spain. *Journal of Travel Research* (doi: 10.1177/0047287515583357).
- Doraszelski, U. and Jaumandreu, J. (2013). R&D and productivity: estimating endogenous productivity. *Review of Economic Studies*, 80(4):1338-1383.
- Dosi, G., Moschella, D., Pugliese, E. and Tamagni, F. (2015). Productivity, market selection, and corporate growth: comparative evidence across US and Europe. *Small Business Economics*, 45(3):643-672.
- Eaton, J. and Kortum, S. (2002). Technology, geography and trade. *Econometrica*, 70(5):1741-1779.
- Eberhardt, M., Helmers, C. and Strauss, H. (2013). Do spillovers matter when estimating private returns to R&D? *Review of Economics and Statistics*, 95(2):436-448.
- Eliasson, K., Hanson, P. and Lindvert, M. (2012). Do firms learn by exporting or learn to export? Evidence from small and medium-sized firms. *Small Business Economics*, 39(2):453-472.
- Eppinger, P.S., Meythaler, N., Sindlinger, M-M. and Smolka, M. (2015). The great trade collapse and the Spanish export miracle: firm-level evidence from the crisis. *IAW Discussion Papers*, 120.
- European Commission (2012). Evaluation of the SME definition. European Commission, Brussels.
- Esteve-Pérez, S., Mánez-Castillejo, J.A. and Sanchis-Llopis, J.A. (2008). Does a survival-by-exporting effect for SMEs exist? *Empirica*, 35(1):81-104.
- Faggio, G., Salvanes, K.G. and Van Reenen, J. (2010). The evolution of inequality in productivity and wages: panel data evidence. *Industrial and Corporate Change*, 19(6):1919-1951.
- Forbes, S.J. and Lederman, M. (2011). Does vertical integration affect firm performance? Evidence from the airline industry. *Rand Journal of Economics*, 41(4):765-790.
- Foreman-Peck, J. (2013). Effectiveness and efficiency of SME innovation policy. *Small Business Economics*, 41(1):55-70.

- Foster, L., Haltiwanger, J. and Syverson, C. (2008). Reallocation, firm turnover and efficiency: selection on productivity or profitability? *American Economic Review*, 98(1):394-425.
- Fox, J.T. and Smeets, V. (2011). Does input quality drive measured differences in firm productivity? *International Economic Review*, 52(4):961-989.
- Ganotakis, P. and Love, J.H. (2012). Export propensity, export intensity and firm performance: the role of the entrepreneurial founding team. *Journal of International Business Studies*, 43(8): 693-718.
- García-Morales, V.J., Jiménez-Barrionuevo, M.M. and Gutiérrez-Gutiérrez, L. (2012). Transformational leadership influence on organizational performance through organizational learning and innovation. *Journal of Business Research*, 65(7):1040-1050.
- Glückler, J. (2013). Knowledge, networks and space: connectivity and the problem of non-interactive learning. *Regional Studies*, 47(6): 880-894.
- Golovko, E. and Valentini, G. (2011). Exploring the complementarity between innovation and export for SMEs' growth. *Journal of International Business Studies*, 42(3):362-380.
- Greenstone, M., List, J.A. and Syverson, C. (2012). The effects of environmental regulation on the competitiveness of US manufacturing. National Bureau of Economic Research Working Paper, 18392.
- Griffith, R., Redding, S. and 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(4):883-895.
- Griffith, R., Harrison, R. and Van Reenen, J. (2006). How special is the special relationship? Using the Impact of U.S. R&D spillovers on U.K. firms as a test of technology sourcing. *American Economic Review*, 96(5): 1859-1875.
- Griliches, Z. (1979). Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth. *Bell Journal of Economics*, 10(1):92-116.
- Guest, D.E. (2011). Human resource management and performance: still searching for some answers. *Human Resource Management Journal*, 21(1):3-13.
- Gunday, G., Ulusoy, G., Kilic, K. and Alpkan, L. (2011). Effects of innovation types on firm performance. *International Journal of Production Economics*, 133(2): 662-676.
- Hall, B.H. and Mairesse, J. (2006). Empirical studies of innovation in the knowledge-driven economy. *Economics of Innovation and New Technology*, 15(4/5):289-299.
- Hall, B.H., Lotti, F. and Mairesse, J. (2009). Innovation and productivity in SMEs: empirical evidence from Italy. *Small Business Economics*, 33(1):13-33.
- Hall, B.H., Lotti, F. and 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.
- Hausman, A. and Johnston, W.J. (2014). The role of innovation in driving the economy: lessons from the global financial crisis. *Journal of Business Research*, 67(1):2720-2726.

- Herrmann, A.M. and Peine, A. (2011). When national innovation system meet 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.
- 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.
- Hsieh, C. and Klenow, P.J. (2009). Misallocation and manufacturing TFP in China and India. *Quarterly Journal of Economics*, 124(4):1403-1448.
- Huergo, E. and Jaumandreu, J. (2004). Firms' age, process innovation and productivity growth. *International Journal of Industrial Organization*, 22(4):541-559.
- Huselid, M.A. (1995). The impact of human resources management practices on turnover, productivity and corporate financial performance. *Academy of Management Journal*, 38(3):635-672.
- Ichniowski, C., Shaw, K. and Prennushi, G. (1997). The effects of human resource management practices on productivity: a study of steel finishing lines. *American Economic Review*, 87(3):291-313.
- Ichniowski, C. and Shaw, K. (2003). Beyond incentive pay: insiders' estimates of the value of complementary human resource management practices. *Journal of Economic Perspectives*, 17(1):155-180.
- Ilmakunnas, P., Maliranta, M. and Vainiomäki, J. (2004). The roles of employer and employee characteristics for plant productivity. *Journal of Productivity Analysis*, 21(3):249-276.
- Jiang, K., Lepak, D.P., Hu, J. and 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.
- Jiménez-Rodríguez, S. (2012). Evaluating the effects of investment in information and communication technology. *Economics of Innovation and New Technology*, 21(2):203-221.
- Johansson, B. and Löf, H. (2015). Productivity, networks and knowledge flows. *Economics of Innovation and New Technology*, 24(1-2):1-4.
- Jöreskog, K.G. and Sörbom, D. (2004). LISREL 8.8 for Windows. Scientific Software International, Lincolnwood, IL
- Jorgenson, D.W. and Stiroh, K.J. (2000). Raising the speed limit: U.S. economic growth in the information age. *Brooking Papers on Economic Activity*, 1:125-211.
- Jorgenson, D.W., Ho, M.S. and Stiroh, K.J. (2005). *Productivity. Vol. 3. Information technology and the American growth resurgence*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Jorgenson, D.W., Ho M.S. and Stiroh, K.J. (2008). A retrospective look at the U.S. productivity growth resurgence. *Journal of Economic Perspectives*, 22(1): 3-24.
- Jorgenson, D.W., Ho, M.S. and Samuels, J.D. (2015). The impact of information technology on postwar US economic growth. *Telecommunications Policy* (doi:10.1016/j.telpol.2015.03.001).

- Jovanovic, B. and Rousseau, P.L. (2006). General Purpose Technologies. In: Aghion, P. and Durlauf, S.N. (Eds.). *Handbook of Economic Growth* (pp. 1182-1226). Elsevier North Holland, Amsterdam.
- Kaplan, S.N., Klebanov, M.M. and Sorensen, M. (2012). Which CEO characteristics and abilities matter? *Journal of Finance*, 67(3):973-1007.
- Keller, W. (2004). International technology diffusion. *Journal of Economic Literature*, 42(3):752-782.
- Keller, W. and 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.
- Keller, W. and Yeaple, S.R. (2013). The gravity of knowledge. *American Economic Review*, 103(4):1414-1444.
- Kellogg, R. (2011). Learning by drilling: Interfirm learning and relationship persistence in the Texas oil patch. *Quarterly Journal of Economics* (doi: 10.1093/qje/qjr039).
- Konings, J. and Vanormelingen, S. (2015). The impact of training on productivity and wages: firm-level evidence. *Review of Economics and Statistics*, 97(2):485-497.
- Kugler, M. and Verhoogen, E. (2012). Prices, plant size, and product quality. *Review of Economic Studies*, 79(1):307-339.
- Lee, G. (2005). Direct versus indirect international R&D spillovers. *Information Economics and Policy*, 17(3):334-348.
- Lee, G. (2006). The effectiveness of international knowledge spillover channels. *European Economic Review*, 50(8):2075-2088.
- Lee, G. (2009). International knowledge spillovers through the import of information technology commodities. *Applied Economics*, 41(24):3161-3169.
- Lentz, R. and Mortensen, D.T. (2008). An empirical model of growth through product innovation. *Econometrica*, 76(6): 1317-1373.
- Leydesdorff, L. and Etkowitz, H. (1998). The triple helix as a model for innovation studies. *Science and Public Policy*, 25(3):195-203.
- Lileeva, A. and Trefler, D. (2010). Improved access to foreign markets raises plant-level productivity... For some plants. *Quarterly Journal of Economics*, 125(3):1051-1099.
- Love, J.H., Roper, S. and Bryson, J. (2011). Knowledge, openness, innovation and growth in UK business services. *Research Policy*, 40(10):1438-1452.
- Love, J.H. and Ganotakis, P. (2013). Learning by exporting: lessons from high-technology SMEs. *International Business Review*, 22(1):1-17.
- Love, J.H. and Roper, S. (2015). SME innovation, exporting and growth: A review of existing evidence. *International Small Business Journal*, 33(1):28-48.

- Luintel, K.B., Khan, M. and Theodoridis, K. (2014). On the robustness of R&D. *Journal of Productivity Analysis*, 42(2):137-155.
- Lumenga-Neso, O., Olarreaga, M. and Schiff, M. (2005). On 'indirect' trade-related R&D spillovers. *European Economic Review*, 49(7):1785-1798.
- Mahy, B., Rycx, F. and Volral, M. (2011). Wage dispersion and firm productivity in different working environments. *British Journal of Industrial Relations*, 49(3):460-485.
- Malmendier, U. and Tate, G. (2009). Superstar CEOs. *Quarterly Journal of Economics*, 124(4):1593-1638.
- McMorrow, K., Röger, W. and Turrini, A. (2010). Determinants of TFP growth: a close look at industries driving the EU-US TFP gap. *Structural Change and Economic Dynamics*, 21(1):165-180.
- Melitz, M.J. (2003). The impact of trade on intraindustry reallocations and aggregate industry productivity. *Econometrica*, 71(6):1695-1725.
- Mohnen, P. and Hall, B.H. (2013). Innovation and productivity: an update. *Eurasian Business Review*, 3(1):47-65.
- Moretti, E. (2004). Workers' education, spillovers, and productivity: evidence from plant-level production functions. *American Economic Review*, 94(3): 656-690.
- Nicoletti, G. and Scarpetta, S. (2006). Regulation and economic performance: product market reforms and productivity in the OECD. In: Eicher, T.S. and García-Peñalosa, C. (Eds.). *Institutions, Development, and Economic Growth*, pp. 81-120. Cambridge University Press, Cambridge, MA.
- Oliner, S.D., Sichel, D.E. and Stiroh, K.J. (2007). Explaining a productive decade. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1: 81-137.
- Osterman, P. (2000). Work reorganization in an era of restructuring: trends in diffusion and effects on employee welfare. *Industrial and Labor Relations Review*, 53(2):179-196.
- Osterman, P. (2006). The wage effects of high performance work organization in manufacturing. *Industrial and Labor Relations Review*, 59(2):187-204.
- Polder, M., Leeuwen, G.V., Mohnen, P. and Raymond, W. (2010). Product, process and organizational innovation: Drivers, complementarity, and productivity effects. Maastricht Economic and Social Research and Training Centre on Innovation and Technology, UNU-Merit.
- Ricci, L.A. and Trionfetti, F. (2012). Productivity, networks and export performance: evidence from a cross country dataset. *Review of International Economics*, 20(3): 552-562.
- Riding, A., Orser, B.J., Spence, M. and Belanger, B. (2012). Financing new venture exporters. *Small Business Economics*, 38(2):147-163.
- Rincón-Aznar, A., Vecchi, M. and Venturini, F. (2013). ICT as a general purpose technology: spillovers, absorptive capacity and productivity performance. National Institute of Economic and Social Research Discussion Paper, 416.

- Robbins, C.A. (2006). The impact of gravity-weighted knowledge spillovers on productivity in manufacturing. *Journal of Technology Transfer*, 31(1):45-60.
- Roper, S., Vahter, P. and Love, J.H. (2013). Externalities of openness in innovation. *Research Policy*, 42(9):1544-1554.
- Rosing, K., Frese, M. and Bausch, M. (2011). Explaining the heterogeneity of the leadership-innovation relationship: ambidextrous leadership. *Leadership Quarterly*, 22(5): 956-974.
- Royuela, V. and Suriñach, J. (2013). Quality in work and aggregate productivity. *Social Indicators Research*: 113(1):37-66.
- Schmitz, J.A. (2005). What determines productivity? Lessons from the dramatic recovery of the U.S. and Canadian iron ore industries following their early 1980s crisis. *Journal of Political Economy*, 113(3):582-625.
- Sterlacchini, A. and Venturini, F. (2013). Boosting manufacturing productivity through R&D: international comparisons with special focus on Italy. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 13(2):187-208.
- Syverson, C. (2004a). Market structure and productivity: a concrete example. *Journal of Political Economy*, 112(6):1181-1222.
- Syverson, C. (2004b). Product substitutability and productivity dispersion. *Review of Economics and Statistics*, 86(2):534-550.
- Syverson, C. (2011). What determines productivity? *Journal of Economic Literature*, 49(2):326-365.
- Timmer, M.P. and van Ark, B. (2005). Does information and communication technology drive EU-US productivity growth differentials? *Oxford Economic Papers*, 57(4):693-716.
- Timmer, M.P., Inklaar, R., O'Mahony, M. and van Ark, B. (2010). *Economic growth in Europe. A comparative industry perspective*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Thornton, R.A. and Thompson, P. (2001). Learning from experience and learning from others: an exploration of learning and spillovers in wartime shipbuilding. *American Economic Review*, 91(5):1350-1368.
- Torrent-Sellens, J. (2015). Knowledge products and network externalities. Implications for the business strategy. *Journal of the Knowledge Economy*, 6:138-156.
- Torrent-Sellens, J. and Díaz-Chao, A. (2015). *Las empresas industriales en 2013. Evaluación de la crisis e índice de competitividad de la empresa industrial (ICEMPI)*. SEPI Foundation, Madrid.
- van Ark, B., O'Mahony, M. and Timmer, M.P. (2008). The productivity gap between Europe and the United States: trends and causes. *Journal of Economic Perspectives*, 22(1): 25-44.
- Van Biesebroeck, J. (2005). Exporting raises productivity in Sub-Saharan African manufacturing firms. *Journal of International Economics*, 67(2):373-391.
- Van de Vrande, V., de Jong, J.P.J. and Vanhaverbeke, W. and De Rochemont, M. (2009). Open innovation in SMEs: trends, motives and management challenges. *Technovation*, 29(6):423-437.

- Venturini, F. (2015). The modern drivers of productivity. *Research Policy*, 44(2):357-369.
- Verhoogen, E.A. (2008). Trade, quality upgrading, and wage inequality in the Mexican manufacturing sector. *Quarterly Journal of Economics*, 123(2):489-530.
- Verspagen, B. (1995). R&D and productivity: a broad cross-section cross-country look. *Journal of Productivity Analysis*, 6(2):117-135.
- Vives, X. (2008). Innovation and competitive pressure. *Journal of Industrial Economics*, 56(3):419-469.
- Vossen, R.W. (1998). Relative strengths and weaknesses of small firms in innovation. *International Small Business Journal*, 16(3):88-94.
- Wagner, J. (2007). Exports and productivity: a survey of the evidence from firm-level data. *World Economy*, 30(1):60-82.
- Wolff, E.N. (2011). Spillovers, linkages, and productivity growth in the US Economy, 1958 to 2007. *National Bureau of Economic Research Working Papers*, 16864.
- Zhou, K.Z., Li, J.J., Zhou, N. and Su, C. (2008). Market orientation, job satisfaction, product quality, and firm performance: evidence from China. *Strategic Management Journal*, 29(9):985-1000.
- Zhu, L. and Jeon, B.N. (2007). International R&D spillovers: trade, FDI, and information technology as spillover channels. *Review of International Economics*, 15(5):955-976.

Ángel Díaz-Chao
angel.diaz@urjc.es

Departamento de Economía Aplicada, Universidad Rey Juan Carlos (URJC)
Centro de Investigación de Economía Aplicada (CIEA), Fundación SEPI

Ángel Díaz-Chao (<http://i2tic.net/en/people/angel-diaz>) es licenciado en Economía y en Administración y Dirección de Empresas por la Universidad Carlos III de Madrid, Master en Economía Aplicada por la Universidad Autónoma de Barcelona y es doctor en Economía por la Universidad Complutense de Madrid. Actualmente es Director de la Fundación SEPI (<http://www.fundacionsepi.es>), profesor de Estadística y Econometría en el departamento de Economía Aplicada I en la Universidad Rey Juan Carlos y forma parte del grupo de investigación interdisciplinario sobre las TIC, i2TIC (<http://i2TIC.net>). Díaz-Chao está especializado en el análisis de las TIC, la productividad y la competitividad; el trabajo basado en el conocimiento y la empresa red, modelización mediante ecuaciones estructurales, tema sobre el cual ha publicado diversos libros y artículos en revistas científicas.

Joan Torrent-Sellens
itorrent@uoc.edu

Estudios de Economía y Empresa e Instituto Interdisciplinario de Internet (IN3), Universitat Oberta de Catalunya (UOC)
Centro de Investigación de Economía Aplicada (CIEA), Fundación SEPI

Joan Torrent-Sellens (<http://i2tic.net/en/people/joan-torrent-sellens/>) es licenciado en Economía, Master en Economía Aplicada por la Universidad Autónoma de Barcelona y Doctor en Sociedad de la Información y el Conocimiento por la Universitat Oberta de Catalunya. Actualmente es el Director de la Escuela de Negocios de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC) y también dirige el grupo de investigación interdisciplinario sobre las TIC, i2TIC (<http://i2TIC.net>). i2TIC es un grupo de investigación asociado al Instituto Interdisciplinario de Internet (<http://in3.uoc.edu>). El Dr. Torrent-Sellens está especializado en el análisis de las TIC, la productividad y el crecimiento; la economía del conocimiento, el trabajo basado en el conocimiento y la empresa red, tema sobre el que ha publicado diversos libros y artículos en publicaciones especializadas.



FUNDACIÓN SEPI