

Productividad, Innovación y Externalidades sectoriales. Evidencia para España.

Esther Goya¹, Esther Vayá², Jordi Suriñach³

AQR - IREA, Universidad de Barcelona
Departamento de Econometría, Estadística y Economía Española
Avenida Diagonal 690, 08034 Barcelona

Este trabajo estudia el impacto de los gastos en innovación y de las externalidades intra e intersectoriales sobre la productividad de empresas españolas. Ciertamente, existe una amplia literatura que analiza la relación entre innovación y productividad, pero en este ámbito es mucho más reducida la que examina la importancia de las externalidades sectoriales, sobre todo si nos centramos en el caso de España. Como novedad, en este trabajo también se considera conjuntamente el nivel tecnológico del sector en el que opera la empresa y la dimensión empresarial, abordándose el estudio para el sector industrial y de servicios. La base de datos utilizada es PITEC que en 2008 consta de 12.813 empresas, y la cual ha sido poco explotada para este tipo de estudios. Respecto al método de estimación cabe destacar que se utiliza Mínimos Cuadrados Iterativamente Reponderado, poco habitual en este ámbito, pero muy útil para obtener estimaciones robustas frente a la presencia de outliers. Los resultados confirman que la innovación tiene un efecto positivo sobre la productividad, sobre todo en aquellas empresas de niveles tecnológicos más avanzados y de mayor tamaño. El impacto de las externalidades es más heterogéneo, ya que mientras las intrasectoriales afectan de manera positiva y significativa, sobre todo en los niveles tecnológicos menos avanzados independientemente del tamaño, las externalidades intersectoriales muestran un efecto más ambiguo, siendo claramente significativas para las industrias avanzadas en las cuales el tamaño tiene un efecto positivo.

Palabras claves: Productividad, innovación, externalidades sectoriales, dimensión empresarial

JEL classification: D24, O33

¹ Esther Goya: Teléfono 934021412, Fax 934021821, email egoya@ub.edu

² Esther Vayá: Teléfono 934037042, Fax 934021821, email evaya@ub.edu

³ Jordi Suriñach: Teléfono 934021980, Fax 934021821, email jsurinach@ub.edu

Agradecimientos: Los autores agradecen la financiación obtenida del Ministerio de Educación y Ciencia por el proyecto “Determinantes de la difusión de la innovación y sus efectos sobre la productividad”, ECO2009-12678/ECON, 2010-2012. Esther Goya agradece el apoyo recibido del CUR del DIUE de la Generalitat de Catalunya y del Fondo Social Europeo. Esther Vayá agradece la financiación obtenida del Ministerio de Educación y Ciencia por el proyecto “Regional economic growth and inequality in Spain”, ECO2010-16006/ECON, 2011-2013.

I. INTRODUCCIÓN

Desde las contribuciones de Griliches (1979, 1986) la relación entre innovación y productividad ha sido estudiada ampliamente por muchos autores tanto a nivel nacional y sectorial como a nivel empresarial. Es habitual utilizar la función de producción Cobb-Douglas para el análisis empírico, ampliando los inputs tradicionales de capital físico y trabajo con el gasto en innovación. Los resultados obtenidos dependen del ámbito geográfico analizado, la base de datos y la metodología empleada. En cualquier caso, la evidencia muestra una relación positiva y significativa entre la innovación y la productividad a nivel empresarial (ver Mairesse y Sassenou, 1991 para un estudio detallado, así como: Hall y Mairesse, 1995 para Francia; Harhoff, 1998 para Alemania; Lotti y Santarelli, 2001 para una comparativa entre Alemania e Italia; o Parisi et al., 2006 para Italia entre otros).

Otros artículos utilizan un modelo estructural basado en el enfoque de Crépon, Duguet y Mairesse (1998), conocido en la literatura como *CDM model*, obteniendo también un impacto positivo del output de la innovación sobre la productividad. Entre estos trabajos se encuentran los de Janz et al. (2004) para Alemania y Suecia; Griffith et al. (2006) que realiza una comparativa entre Francia, Alemania, España y Reino Unido; y Hall et al. (2009) para Italia.

Ahora bien, el impacto de la innovación sobre la productividad varía en función de múltiples factores, entre ellos el sector económico. En este aspecto la mayoría de artículos coinciden en que los sectores de niveles tecnológicos altos tienen un impacto del gasto en I+D sobre la productividad mayor que los sectores de niveles tecnológicos menos avanzados (véase Verspagen, 1995 para 9 países de la OCDE; Tsai y Wang, 2004 para Taiwan; Ortega-Argilés et al., 2010 y 2011 para empresas europeas).

Otro factor que puede influir en la productividad es el tamaño empresarial, aunque en este aspecto no existe un consenso sobre cuál es su efecto en la productividad. Así, mientras algunos autores, utilizando un modelo estructural, obtienen una relación inversa entre tamaño y productividad (ver Huergo y Moreno, 2004; y Hall et al., 2009), otros presentan resultados opuestos (Griffith et al., 2006). Sin embargo, otro aspecto de interés poco analizado en la literatura es conocer si la dimensión influye en los rendimientos que extraen

las empresas de la innovación, teniendo en cuenta que a mayor tamaño más innovación realizan las empresas (véase Huergo y Jaumandreu, 2004). De acuerdo con el trabajo de Castany et al. (2009) el tamaño de las empresas españolas influye en los rendimientos obtenidos tanto de las inversiones en innovación como del capital humano, siendo las empresas más grandes las que más se benefician de dichas inversiones.

Por otra parte, los beneficios derivados de la innovación en una empresa (o sector) se desbordan hacia otras debido a la incapacidad por parte de la empresa de apropiarse de todos los beneficios que se derivan de su inversión. Por lo tanto, cuando se examina el impacto de la innovación sobre la productividad hay que tener en cuenta estas externalidades. En este sentido, no parece haber un consenso generalizado en el efecto de dichas externalidades sobre la productividad. Si bien son numerosos los trabajos que encuentran una relación positiva (véase Griliches, 1992; y Nadiri, 1993), otros estudios más recientes llegan a conclusiones diferentes (véase Klette, 1994 para Noruega; Los y Verspagen, 2000 para empresas americanas; Harhoff, 2000 para el caso de Alemania; o Wakelin, 2001 para Reino Unido, entre otros). Hay que tener en cuenta que los resultados dependen notablemente de la variable utilizada para cuantificar la externalidad (gasto en I+D, información sobre patentes, encuestas sobre innovación, etc.), así como del sector y país que se analice, y del mecanismo de transmisión, es decir, de la “matriz de flujo tecnológico” que se utiliza para ponderar las relaciones entre los sectores¹.

Si nos centramos en el caso de España, la relación entre innovación y productividad ha sido tratada por numerosos autores, encontrando también un impacto positivo de la innovación sobre la productividad. Ahora bien, una limitación que presentan, por lo general, la mayoría de estudios es el análisis únicamente de las empresas manufactureras basado en la utilización de la *Encuesta sobre Estrategias Empresariales*. Entre los trabajos más actuales que utilizan esta base de datos se encuentran: Vivero (2002), Huergo y Moreno (2004), Huergo y Jaumandreu (2004), Maté y Rodríguez (2002, 2008), Rodríguez y Maté (2006), Rochina-Barrachina et al. (2010) y Casiman et al. (2010) entre otros. Así pues, son pocos los trabajos que analizan conjuntamente el sector industrial y el de servicios, destacando entre ellos el trabajo de Jaumandreu (2009) quien utiliza la base de datos del PITEC para España, así como Segarra-Blasco (2010) y Segarra-Blasco y Teruel (2011) quienes utilizan datos del CIS4 para Cataluña.

¹ Para definir dicha matriz de flujos se puede utilizar distintas alternativas, como la basada en patentes, o también aquella relativa a las relaciones comerciales utilizando la tabla input-output.

Por lo que respecta al estudio de los spillovers sobre la productividad en España, la literatura es bastante más reducida. Algunos artículos, como Lopez-Pueyo y Sanaú (1999) y Gumbau-Albert y Maudos (2006), encuentran que las externalidades son positivas y significativas para explicar la productividad. En cambio, otros autores obtienen resultados distintos según el sector económico o el nivel tecnológico de la empresa, no existiendo un consenso en este caso. Así, Beneito (2001) analiza el impacto de las externalidades en la productividad de empresas españolas diferenciando según nivel tecnológico. Del mismo modo Segarra-Blasco (2007) analiza el impacto de las externalidades intra e intersectoriales en empresas catalanas.

El objetivo del trabajo es analizar en qué medida el nivel tecnológico y el tamaño afectan al rendimiento que extraen las empresas de su inversión en innovación. Asimismo, y habida cuenta de la escasa literatura existente en España al respecto, se pretende analizar en qué medida los factores anteriores influyen en el beneficio que extraen las empresas de las innovaciones realizadas por el resto (ya sean empresas de su mismo sector como del resto de sectores). Todo ello se realizará considerando una muestra de 12.813 empresas españolas pertenecientes tanto al sector industrial como de servicios. De esta manera, este artículo ahonda en el análisis de la relación entre innovación y productividad, aportando como valor añadido distintos aspectos como son el hecho de considerar el efecto indirecto del tamaño sobre la productividad a través de la innovación. También hay que destacar que el análisis de las externalidades se realiza teniendo en cuenta el nivel tecnológico y la dimensión empresarial, tanto de manera separada como conjunta. Como novedad, también cabe destacar que el estudio se realiza tanto para el sector industrial como de servicios, intentando así superar una importante limitación dado que, tal como se ha visto, la mayoría de estudios en este ámbito se centran solamente en el sector manufacturero.

La estructura del trabajo será la siguiente: en la sección II se presenta el modelo económico, en la sección III se describe la base de datos y el modelo empírico, en la sección IV se presentan los resultados obtenidos, y finalmente, en la sección V, se plantean las conclusiones.

II. MODELO ECONÓMICO

El modelo que se adopta para estimar la relación entre innovación y productividad es la función de producción Cobb-Douglas ampliada, es decir, aquella que además de incluir los factores de producción convencionales (capital físico y trabajo) incorpora el capital humano y la innovación. Asumiendo rendimientos constantes a escala se tiene:

$$y_{i,s} = A_{i,s} \cdot k_{i,s}^{\alpha} \cdot h_{i,s}^{\beta} \cdot i_{i,s}^{\gamma} \quad [1]$$

Así pues, la productividad laboral de la empresa i perteneciente al sector s ($y_{i,s}$) es función del capital físico por trabajador ($k_{i,s}$), del capital humano ($h_{i,s}$), de la innovación por trabajador ($i_{i,s}$) y del nivel tecnológico de la empresa ($A_{i,s}$), siendo α, β, γ los rendimientos del capital físico, del capital humano y de la innovación, respectivamente.

A la expresión del modelo [1] se ha incluido el capital humano (h)², ya que a medida que los trabajadores están más formados y adquieren más habilidades pueden realizar las tareas de manera más eficiente. La literatura muestra como el capital humano influye de manera significativa sobre la productividad de las empresas³, de manera que cuantos más trabajadores cualificados tenga la empresa, más productiva será. Del mismo modo, se ha incluido la innovación (i) como input de la función de producción y variable de interés en nuestro estudio. Tal como se ha comentado en la sección I, se trata de un factor muy relevante para incrementar la productividad de las empresas.

Respecto al nivel tecnológico, $A_{i,s}$ en la ecuación [1], se asumirá en este trabajo que existe un efecto externo debido al carácter público del conocimiento⁴. De esta manera, la tecnología de una empresa depende de la innovación que realizan el resto de empresas:

$$A_{i,s} = A \cdot (S^{INTRA})^{\delta_1} \cdot (S^{INTER})^{\delta_2} \quad [2]$$

² Hay que puntualizar que son pocos los estudios microeconómicos que incorporan el capital humano y la innovación como factores en la función de producción, sobre todo en el caso español.

³ Ver Black y Lynch (1996) y Haltiwanger et al. (1999) para Estados Unidos, Turcotte y Rennison (2004) para Canadá; Arvanitis y Loukis (2009) para Grecia y Suiza; Yang, Lin, Ma (2010) para China o Lee (2011) para Malasia entre otros.

⁴ El carácter público se debe a que el conocimiento es no rival (el uso por parte de una empresa no impide que otras también lo usen al mismo tiempo) y no excluyente (ninguna empresa puede ser excluida para usarlo).

donde A es una constante para denotar un nivel de tecnología común para todas las empresas; $S_{i,s}^{INTRA}$ es la externalidad intrasectorial de la empresa i del sector s , y recoge el esfuerzo innovador que realizan el resto de empresas de su mismo sector; $S_{i,s}^{INTER}$ es la externalidad intersectorial entendida como la innovación realizada por las empresas del resto de sectores.

En relación a las externalidades, hay que tener en cuenta que la transmisión de conocimiento entre empresas se puede dar de distintas maneras: aprendiendo lo que hacen otras empresas, o bien por el movimiento de los propios trabajadores, o por la lectura de publicaciones en revistas, asistencia a conferencias, divulgación de una patente, etc. El resultado es que una empresa utiliza el conocimiento que se ha generado en otra sin pagar directamente por ello.

Así, combinando las expresiones [1] y [2], se tiene que la productividad laboral de una empresa se explica por sus propias inversiones (en capital físico, humano e innovación), así como por el esfuerzo innovador llevado a cabo por el resto de empresas y captado como externalidad:

$$y_{i,s} = A \cdot k_{i,s}^{\alpha} \cdot h_{i,s}^{\beta} \cdot i_{i,s}^{\gamma} \cdot (S_{i,s}^{INTRA})^{\delta_1} \cdot (S_{i,s}^{INTER})^{\delta_2} \quad [3]$$

A partir de la expresión [3] se puede concluir que (bajo el supuesto $\delta_1 \neq 0$ y $\delta_2 \neq 0$) aunque una empresa no llevara a cabo ninguna inversión en innovación podría beneficiarse de la innovación realizada por el resto de empresas y aumentar así su productividad.

III. DATOS Y MODELO EMPÍRICO

La base de datos que se utiliza es el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) que ofrece información de las actividades de innovación tecnológica de las empresas españolas para el período 2003-2008⁵. El Instituto Nacional de Estadística (INE), con el asesoramiento de un grupo de investigadores y bajo el patrocinio de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y la Fundación para la Innovación Tecnológica (COTEC), son los encargados de elaborar esta base de datos. PITEC se construye a partir de la Encuesta sobre Innovación en las Empresas realizada por el INE, que se basa en la Encuesta

⁵ Con posterioridad a la elaboración de este trabajo se ha publicado información relativa al año 2009.

Comunitaria de Innovación (CIS sus siglas en inglés) que sigue las directrices del Manual de Oslo de la OCDE y, a partir de un cuestionario armonizado, permite la comparabilidad entre países.

PITEC está compuesto por un panel de datos a partir de una selección representativa de empresas, lo que permite realizar observaciones repetidas a lo largo del tiempo de las unidades económicas incluidas, y así desarrollar estimaciones mucho más precisas de la evolución de las actuaciones de I+D+i en el sector empresarial (gasto en innovación, composición de las muestras, etc.), determinar el impacto de la innovación (distintos efectos en la productividad), e identificar las distintas estrategias en las decisiones adoptadas por las empresas en el momento de introducir innovaciones en su actividad (por ejemplo, las diferentes composiciones del gasto total en gastos en I+D interna y externa). El panel está constituido por cuatro muestras no excluyentes: (i) empresas con 200 o más trabajadores, (ii) empresas con gasto en I+D interna, (iii) empresas con menos de 200 trabajadores con gasto en I+D externa pero que no realizan I+D interna, y (iv) empresas con menos de 200 trabajadores sin gastos en innovación.

El número de empresas incluidas en la muestra en el año 2008 es 12.813. Después de un proceso de depuración⁶, se han seleccionado únicamente las empresas pertenecientes al sector industrial y de servicios, excluyendo así al sector primario y a la construcción, a la vez que se han tenido en cuenta solamente aquellas empresas con 10 o más trabajadores⁷. Finalmente, la muestra con la que se trabaja consta de 9.197 observaciones.

PITEC ofrece información relativa a actividades de innovación, tales como tipos de innovación, cooperación entre empresas o número de patentes, así como información relativa a características individuales de la empresa, como son: la cifra de negocios, el volumen de exportaciones, el personal empleado y su nivel educativo, el mercado en el que opera la empresa, fuentes de financiación, etc.

La ventaja de utilizar esta base de datos para España es doble. En primer lugar, ofrece información tanto del sector industrial como del sector servicios, lo que permite superar

⁶ Este proceso de depuración ha consistido en eliminar aquellas observaciones que tienen alguna incidencia (debido a problemas de confidencialidad, o a absorciones, fusiones, etc) o aquellas que presentan alguna anomalía (tales como mostrar una cifra de negocios nula).

⁷ Tratándose del ámbito poblacional definido en la Encuesta sobre Innovación de las Empresas en la que se basa PITEC.

una importante limitación dado que la mayoría de estudios en este ámbito se centran solamente en el sector manufacturero, utilizando de manera habitual la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (la cual recoge información anual desde el año 1990 de un panel de empresas representativo sólo de industrias manufactureras). En segundo lugar, dispone de información para un nivel de desagregación sectorial elevado, 52 sectores industriales y de servicios, aspecto que permite un estudio más rico de los diferentes comportamientos entre sectores con distintos niveles tecnológicos y, a su vez, permite un análisis de externalidades intersectoriales más interesante.

A partir de la expresión del modelo teórico de la sección II, y con la información suministrada por la base de datos PITTEC, se ha especificado el siguiente modelo econométrico:

$$y_{i,s} = \alpha + \beta k_{i,s} + \lambda h_{i,s} + \gamma i_{i,s} + \delta_1 S_{i,s}^{INTRA} + \delta_2 S_{i,s}^{INTER} + \varepsilon_{i,s} \quad [4]$$

donde $y_{i,s}$ se aproxima como el cociente de la cifra de negocios por el número de trabajadores, $k_{i,s}$ es la ratio entre la inversión en bienes materiales y el número de trabajadores, $h_{i,s}$ es el porcentaje de trabajadores con educación superior, e $i_{i,s}$ se define como los gastos totales en innovación⁸ por trabajador que realiza la empresa i del sector s ⁹.

Respecto a las externalidades, debido a la gran diversidad de maneras en que los spillovers pueden aparecer, su medición resulta ser una tarea complicada. En nuestro caso, se utilizarán los gastos en innovación para aproximarlas. Así, en primer lugar, las externalidades intrasectoriales correspondientes a una empresa i perteneciente al sector s se definen como:

$$S_{i,s}^{INTRA} = \sum_{j \neq i} I_{js}$$

es decir, la suma de los gastos en innovación que realizan el resto de empresas de su mismo sector. Con esta definición se captura el esfuerzo tecnológico del sector en el cual está

⁸ En este punto cabe resaltar que se dice que una empresa realiza innovación cuando introduce productos (bienes o servicios) y/o procesos que sean nuevos o que mejoren significativamente los anteriores. Es habitual aproximar esta variable por el gasto realizado en I+D, pero hay que tener en cuenta que esto es sólo una parte de toda la innovación tecnológica. Así pues, para aproximar la variable innovación (i) utilizaremos el gasto total en innovación, que incluye los gastos en: I+D interna, I+D externa, adquisición de maquinaria, equipo y hardware o software, adquisición de otros conocimientos externos, formación del personal directamente implicado en el desarrollo de la innovación, introducción de innovaciones en el mercado, y diseño y otros preparativos para la producción y distribución.

⁹ Se han tomado logaritmos de las variables y, k, i . En el caso que la observación sea cero se reemplazará por $\ln(10^{-7})$. En el caso de la variable h no se aplican logaritmos ya que es un porcentaje.

localizada la empresa. Aunque, evidentemente, no todo el gasto en innovación que realizan el resto de empresas beneficiará a la empresa i , sí que puede servir como indicador de la magnitud de conocimiento tecnológico que está vigente en ese sector.

En segundo lugar, las externalidades intersectoriales correspondientes a una empresa i perteneciente al sector s se definen de la siguiente manera:

$$S_{i,s}^{INTER} = \sum_{m \neq s} w_{sm} \cdot I_{jm}$$

es decir, la suma ponderada de los gastos en innovación que realizan las empresas del resto de sectores. La ponderación w_{sm} se define como el cociente entre el consumo intermedio que realiza el sector s de bienes y servicios provistos por el sector m y la suma total de consumos intermedios del sector s . De esta manera, la influencia que tienen los gastos en innovación que realizan las empresas del sector m sobre la productividad de la empresa i del sector s , se basa en la importancia relativa que dicho sector m tiene como proveedor del sector s . Para construir los pesos w_{sm} se ha utilizado la tabla simétrica input-output de España para el año 2005 (último año disponible), para lo cual se ha tenido que realizar un esfuerzo de correspondencia entre las ramas de actividad en que están clasificados los datos del PITTEC y las ramas de actividad de la tabla input-output.

Acorde con el objetivo perseguido por el trabajo y con el propósito de analizar si los efectos de los rendimientos de la innovación y de las externalidades sobre la productividad varían en función de la tecnología del sector y del tamaño de la empresa se ha dividido la muestra total de 9.197 empresas según:

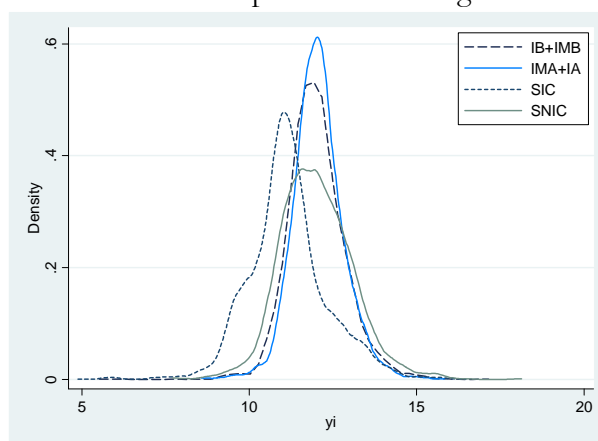
- (i) El nivel tecnológico del sector en que opera la empresa. Para ello se ha utilizado la clasificación recogida por la OCDE (2001)¹⁰ y se han agrupado las empresas por sectores en las siguientes categorías:
- Industrias de nivel tecnológico bajo y medio-bajo (IB+IMB)
 - Industrias de nivel tecnológico medio-alto y alto (IMA+IA)
 - Servicios intensivos en conocimiento (SIC)
 - Servicios no intensivos en conocimiento (SNIC)

¹⁰ OCDE (2001) Tableau de bord de l'OCDE de la science, de la Technologies et de la industrie. OCDE. París.

- (ii) El tamaño empresarial, diferenciando entre:
- Empresas pequeñas: de 10 a 49 trabajadores.
 - Empresas medianas: de 50 a 199 trabajadores.
 - Empresas grandes: 200 o más trabajadores.

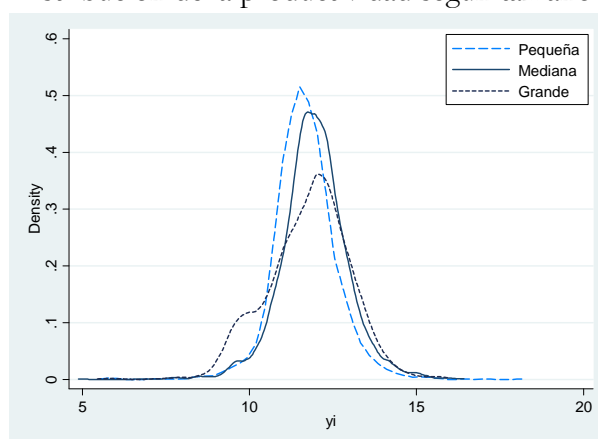
Antes de mostrar los resultados de las estimaciones del modelo empírico para las submuestras anteriores y_i , con la intención de corroborar la necesidad de estudiar por separado las empresas pertenecientes a estas submuestras, se presentan las funciones de densidad del logaritmo de la productividad laboral según el nivel tecnológico y el tamaño de la empresa.

Gráfico1. Distribución de la productividad según nivel tecnológico



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos PITEC

Gráfico 2. Distribución de la productividad según tamaño empresarial



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos PITEC

En el gráfico 1 se observa como las funciones de densidad de las industrias son más leptocúrticas que las correspondientes al sector servicios, que presentan mayor dispersión.

Si bien es cierto que las funciones correspondientes al sector industrial son muy similares, parece que las industrias de niveles tecnológicos avanzados (IMA+IA) presentan una concentración de probabilidad con una media ligeramente superior a las de niveles tecnológicos más bajos (IB+IMB). Así, las industrias más avanzadas se sitúan un poco más a la derecha del gráfico donde la productividad es mayor. Por otro lado, los servicios no intensivos en conocimiento (SNIC) muestran una mayor dispersión y, en promedio, una productividad ligeramente inferior a la industria. Finalmente, los servicios intensivos en conocimiento (SIC) son los que se sitúan más a la izquierda del gráfico, obteniendo así los niveles más bajos de productividad. Además, presentan una concentración elevada de probabilidad en la cola izquierda, poniendo de manifiesto que dentro de esta tipología de sector hay un grupo de empresas con niveles de productividad notablemente más bajos que el resto¹¹.

Por lo que respecta al gráfico 2 se observan diferencias en función de la dimensión empresarial. Así, las funciones de densidad se desplazan hacia la derecha a medida que aumenta el tamaño. De esta manera, las empresas pequeñas presentan una función de densidad más a la izquierda del gráfico, lo que indica menores niveles de productividad, seguidas por las empresas medianas las cuales se concentran ligeramente más a la derecha del gráfico. Por último, las empresas grandes son las que presentan en promedio mayor productividad, aunque también una mayor dispersión. Además, en la cola izquierda se concentra un grupo de empresas que, a pesar de su tamaño, tienen niveles de productividad notablemente inferiores al resto¹².

Por lo tanto, estos gráficos muestran que, sin tener en cuenta otros factores, la productividad laboral se distribuye de manera distinta según el nivel tecnológico del sector económico o el tamaño empresarial. En particular, las industrias presentan medias superiores a los servicios, así como una menor dispersión. Por otro lado, la dimensión empresarial influye de manera positiva en la productividad, pues a mayor tamaño más a la derecha se desplaza la función de densidad, y por lo tanto mayores niveles de productividad alcanza.

¹¹ Estas empresas, por lo general, pertenecen a una rama de actividad muy heterogénea entre sí como es la de “Otras actividades empresariales”, entre las que se incluyen: actividades jurídicas y de contabilidad, publicidad, selección y colocación de personal, servicios de investigación y seguridad, actividades industriales de limpieza, etc.

¹² Hace referencia a las mismas empresas de la nota 11.

IV. RESULTADOS

Seguidamente se procede a estimar el modelo [4] por mínimos cuadrados iterativamente ponderados. Este método ofrece estimaciones robustas frente a la presencia de outliers y no normalidad, asignando a cada observación un peso inversamente proporcional al error cometido, es decir, dando mayores pesos a aquellas observaciones que se comportan mejor.

El modelo se estima utilizando información relativa al año 2008. En este punto cabría resaltar que un problema que se presenta cuando se estiman este tipo de ecuaciones es la relación temporal entre la productividad y la innovación. Asumir una relación contemporánea entre ambas variables parece ser inapropiado debido a problemas de endogeneidad, de manera que se ha procedido a tomar los gastos en innovación retardados un año¹³.

La tabla 1 presenta los resultados de la estimación para el total de la muestra, así como para las submuestras según dimensión empresarial y nivel tecnológico del sector en el que opera la empresa, con el objetivo de averiguar si existen diferencias en los rendimientos que extraen las empresas de la innovación propia y de las externalidades.

En primer lugar, se puede observar como cuando se utiliza la totalidad de la muestra (columna 1) la inversión en bienes materiales (k_i) tiene un impacto positivo sobre la productividad. Si se diferencia según el tamaño empresarial (columnas 2 a 4) se puede ver que estos resultados son mayores para las empresas grandes, seguidas de las medianas y las pequeñas. Al desagregar por nivel tecnológico (columnas 5 a 8), se observa que la inversión en capital físico tiene mayor impacto en las empresas pertenecientes a los servicios intensivos en conocimiento, seguidas por las industrias de niveles tecnológicos más avanzados, y en último lugar por las industrias de niveles tecnológicos menos avanzados. Mientras que para las empresas de servicios no intensivos en conocimiento (columna 7) la inversión en bienes materiales no da lugar a incrementos de su productividad.

¹³ Sin embargo, algunos autores (Mairesse y Sassenou, 1991, Hall y Mairesse, 1995) encuentran que el gasto en I+D de las empresas se mantiene bastante estable a lo largo del tiempo, y por lo tanto, el hecho de introducir algún retardo tiene un impacto pequeño en las estimaciones.

Tabla 1. Determinantes de la productividad laboral. Total, por dimensión y por nivel tecnológico.

	Total	Pequeña	Mediana	Grande	IB+IMB	IMA+IA	SNIC	SIC
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
k_i	0.0090*** (0.0009)	0.0067*** (0.0011)	0.0100*** (0.0016)	0.0141*** (0.0019)	0.0072*** (0.0012)	0.0082*** (0.0014)	-0.0008 (0.0022)	0.0128*** (0.0019)
$i_i^{(1)}$	0.0124*** (0.0009)	0.0052*** (0.0011)	0.0101*** (0.0016)	0.0208*** (0.0017)	0.0046*** (0.0011)	0.0060*** (0.0015)	0.0049** (0.0024)	0.0126*** (0.0019)
h_i	-0.0006 (0.0004)	-0.0024*** (0.0005)	-0.0024*** (0.0008)	0.0047*** (0.0009)	0.0053*** (0.0010)	0.0016** (0.0007)	0.0053*** (0.0013)	0.0030*** (0.0007)
$S_{i,s}^{INTRA}$	0.0001*** (0.0000)	-0.0001*** (0.0000)	-0.0001 (0.0001)	0.0003*** (0.0001)	0.0008*** (0.0001)	0.0001*** (0.0000)	0.0045*** (0.0003)	0.0001** (0.0000)
$S_{i,s}^{INTER}$	-0.0020*** (0.0001)	-0.0013*** (0.0001)	-0.0016*** (0.0001)	-0.0032*** (0.0002)	0.0001 (0.0001)	0.0019*** (0.0003)	0.0015*** (0.0002)	-0.0009*** (0.0001)
Constante	12.3338*** (0.0317)	12.1804*** (0.0376)	12.3731*** (0.0550)	12.3737*** (0.0765)	11.4789*** (0.0531)	11.0557*** (0.0968)	10.5900*** (0.1312)	11.3257*** (0.0922)
Dummies de tamaño	sí	no	no	no	sí	sí	sí	sí
Test Wald tamaño	47.23***				20.23***	19.07***	4.63***	17.31***
N	9,134	3,858	2,534	2,742	3,039	2,262	1,210	2,623
R ² ajustado	0.2115	0.1207	0.1788	0.3763	0.2006	0.1937	0.3035	0.1870

*** significativo al 1%, ** significativo al 5%, * significativo al 10%. Errores estándar entre paréntesis.

Nota: Todas las estimaciones incluyen como variable de control una dummy para indicar si la empresa pertenece a un grupo empresarial.

Estimación realizada por mínimos cuadrados iterativamente ponderados.

⁽¹⁾ Los gastos en innovación por trabajador se encuentran retardados un período.

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos PITEC

En el caso de los rendimientos de la innovación (i_i), los resultados son similares. En la muestra global (columna 1) el impacto de los gastos en innovación sobre la productividad es positivo, y al estimar por submuestras de tamaño (columnas 2 a 4) éste parece influir de manera positiva sobre los rendimientos que las empresas obtienen de sus inversiones, ya que a mayor dimensión empresarial más beneficios obtienen las empresas de sus gastos en innovación. Por último, al desagregar por nivel tecnológico (columnas 5 a 8), se tiene que son las empresas de servicios intensivos en conocimiento las que extraen un mayor rendimiento de los gastos en innovación, seguidas por las industrias de niveles tecnológicos avanzados, los servicios no intensivos en conocimiento y por último, las empresas industriales de niveles tecnológicos más bajos. De modo que los gastos en innovación influyen de manera positiva y significativa sobre la productividad de todas las empresas, y lo hacen en mayor medida en aquellas empresas que operan en sectores de niveles tecnológicos avanzados (tanto industriales como de servicios). Este resultado coincide con estudios anteriores realizados para países de la OCDE, Taiwan y Europa (ver Verspagen, 1995; y Tsai y Wang, 2004; Ortega-Argilés et al., 2010 y 2011) en los cuales se muestra que los sectores de niveles tecnológicos avanzados obtienen mayores rendimientos de la innovación que los de nivel tecnológico más bajo.

Si comparamos los rendimientos del capital físico y de la innovación, podemos ver que el rendimiento del capital físico es superior en las empresas pequeñas, mientras que lo contrario sucede en las empresas grandes, en las cuales el rendimiento de la innovación es claramente superior. Asimismo, en todos los sectores, a excepción de la muestra de servicios no intensivos en conocimiento, el rendimiento del capital físico es superior al de la innovación.

Por lo que respecta al capital humano (h_i), y a diferencia del impacto positivo que se muestra en la literatura previa, no parece haber un resultado claro sobre cual es su efecto en la productividad. Así, mientras a nivel global no es significativo, cuando se estima por submuestras de tamaño se obtiene un coeficiente negativo en las empresas pequeñas y medianas, y positivo en las empresas grandes. Al diferenciar según nivel tecnológico del sector en el que opera la empresa, se observa que el capital humano tiene un impacto claramente positivo y significativo sobre la productividad, siendo las empresas de niveles tecnológicos menos avanzados, industrias de nivel tecnológico bajo y medio bajo (columna

5) y servicios no intensivos en conocimiento (columna 7), las que más beneficio obtienen de emplear a trabajadores cualificados.

Las externalidades intrasectoriales, aunque tienen una magnitud reducida, son positivas y significativas a nivel global (columna 1). Al diferenciar por tamaño empresarial no parece haber una conclusión clara. Así, mientras las empresas grandes (columna 4) consiguen beneficiarse del gasto en innovación que realizan el resto de empresas de su mismo sector, para las medianas (columna 3) las externalidades intrasectoriales no resultan ser significativas, mientras que las empresas pequeñas (columna 2) muestran un signo negativo de esta variable. Este último resultado nos estaría indicando que este tipo de empresas se ven perjudicadas, en términos de reducción de su productividad, por el hecho de que el resto de empresas de su mismo sector innove, lo cual podría reflejar un posible efecto competencia. La distinción entre niveles tecnológicos, en cambio, permite ver que independientemente de éste, las externalidades intrasectoriales tienen un efecto positivo sobre la productividad, mostrando así la complementariedad de esfuerzos tecnológicos entre las empresas de un mismo sector. Ahora bien, las empresas más avanzadas obtienen menos beneficios del gasto en innovación que realizan el resto de empresas de su mismo sector (columnas 6 y 8) que aquellas empresas que forman parte de sectores menos avanzados tecnológicamente (columnas 5 y 7), ya que presentan coeficientes mucho mayores. Este resultado está en consonancia con el encontrado por Segarra-Blasco (2007), donde mostraba que precisamente las industrias de niveles tecnológicos bajos se beneficiaban más de las externalidades intrasectoriales que las empresas de niveles tecnológicos altos. Así pues, podríamos pensar que existe un “umbral tecnológico” a partir del cual las empresas se benefician menos del gasto en innovación que realizan el resto de empresas de su sector. En este aspecto, hay que destacar la capacidad de los sectores no intensivos en conocimiento para beneficiarse de estas externalidades intrasectoriales ya que, tal como se puede observar en la tabla, presentan coeficientes muy superiores al resto de niveles tecnológicos. En concreto, una empresa perteneciente a servicios no intensivos en conocimiento vería aumentar su productividad en un 0.45% si el resto de empresas de su sector incrementaran su gasto en innovación en 1 millón de euros. En cambio, este aumento sería del 0.01% si la empresa fuera de servicios intensivos en conocimiento o fuera una industria de nivel tecnológico medio-alto o alto, y sería del 0.08% si se tratara de una industria de nivel tecnológico bajo o medio-bajo.

En relación a las externalidades intersectoriales, en la muestra global se observa que presentan un signo negativo (columna 1). Hay que decir que este resultado es inesperado y contraintuitivo, ya que sería lógico pensar que si el resto de sectores innovan o bien la empresa se beneficie de ello debido a algún tipo de complementariedad sectorial, o bien no se beneficie, pero en ningún caso parece plausible que la empresa salga perjudicada de esta innovación. La misma conclusión se repite al realizar el análisis según la dimensión empresarial (columnas 2 a 4), pues, independientemente del tamaño, la externalidad presenta un signo negativo (sobre todo en las empresas grandes). En cambio, al desagregar la muestra según nivel tecnológico (columnas 5 a 8) se observa que estas externalidades no son significativas para las empresas pertenecientes a industrias de nivel tecnológico bajo, mientras que su efecto es positivo y significativo en el caso de las industria de nivel tecnológico medio-alto y alto. Este resultado es consistente con la hipótesis de “capacidad de absorción” propuesta por Cohen y Levinthal (1989) que postula que el grado en el que las empresas se benefician del gasto en innovación externo depende fuertemente del propio gasto en innovación, siendo las empresas con mayor capital tecnológico las que más provecho obtienen de las externalidades. Además, también se observa que la magnitud de la externalidad intersectorial es superior a la intrasectorial, lo que indica que la productividad de las industrias de nivel tecnológico avanzado aumenta en mayor medida por la innovación que realizan el resto de sectores que por la innovación realizada por el resto de empresas de su mismo sector. Por el contrario, las externalidades intersectoriales muestran un efecto negativo sobre la productividad en las empresas pertenecientes a servicios intensivos en conocimiento. Por último, en el caso de las empresas pertenecientes a la muestra de servicios no intensivos en conocimiento, las externalidades intersectoriales presentan un coeficiente positivo y significativo; es decir, estas empresas experimentan aumentos de productividad debido al gasto en innovación que realizan las empresas del resto de sectores. Este resultado podría reflejar una complementariedad de esfuerzos tecnológicos entre los distintos sectores relativos a los servicios no intensivos en conocimiento.

Llegados a este punto parecen observarse algunas incongruencias, tales como, un efecto negativo del capital humano en las empresas pequeñas y medianas, mientras que este impacto es positivo al distinguir por el nivel tecnológico en el que opera la empresa. También, se ha podido observar un efecto negativo de la externalidad intrasectorial en las empresas pequeñas, pero positivo para las empresas grandes, presentando además un signo

positivo al diferenciar por niveles tecnológicos. Para intentar encontrar una explicación a todo ello, se procede a estimar el modelo distinguiendo dentro de cada nivel tecnológico por tamaño empresarial. Los resultados se presentan en la tabla 2.

Respecto al capital físico (k_i), se observa como los resultados obtenidos a nivel agregado (tabla 1) se reproducen cuando se realizan las estimaciones por submuestras (tabla 2), obteniéndose que, de manera general, a mayor tamaño de la empresa mayor rendimiento de la inversión en bienes materiales. Esto se produce con independencia del nivel tecnológico en el que opera la empresa (a excepción de los servicios no intensivos en conocimiento donde el capital físico no ha resultado ser significativo, y en el caso de las industrias avanzadas en las cuales las grandes empresas tampoco se benefician).

En la tabla 1 se había visto que las empresas que operan en sectores de niveles tecnológicos avanzados obtenían rendimientos de la innovación (i_i) mayores, y este efecto sucedía sobre todo en los servicios intensivos en conocimiento. Ahora, al desagregar estas empresas según tamaño, se puede observar que este resultado se debe principalmente a las empresas grandes (columna 12), ya que para las empresas pequeñas y medianas la innovación no es estadísticamente significativa. Por lo general, en la tabla 2 se observa que las empresas industriales obtienen beneficios de sus inversiones en innovación, mientras que las empresas pertenecientes al sector servicios no lo consiguen, con la excepción de las grandes empresas de servicios intensivos en conocimiento. En concreto, en el sector industrial, se observa que las empresas menos avanzadas (columnas 1 a 3) no parecen obtener rendimientos distintos de sus propios gastos en innovación en función de la dimensión empresarial, ya que empresas pequeñas y grandes muestran coeficientes similares. En cambio, aquellas industrias más avanzadas tecnológicamente (columnas 4 a 6) sí que muestran claramente una relación positiva con el tamaño, es decir, cuanto mayor sea la empresa más aumentará su productividad como consecuencia de invertir en innovación. Por lo tanto, parece que se mantiene la conclusión extraída de la tabla 1 que cuanto mayor es el contenido tecnológico del sector en el que opera la empresa, mayor es el rendimiento de la innovación. Además, parece que en aquellos sectores más avanzados (IMA+IA y SIC), a mayor tamaño de la empresa mayor rendimiento genera su gasto en innovación.

Tabla 2. Determinantes de la productividad laboral analizando conjuntamente nivel tecnológico y tamaño empresarial.

	IB+IMB			IMA+IA			SNIC			SIC		
	Pequeña (1)	Mediana (2)	Grande (3)	Pequeña (4)	Mediana (5)	Grande (6)	Pequeña (7)	Mediana (8)	Grande (9)	Pequeña (10)	Mediana (11)	Grande (12)
k_i	0.0060*** (0.0017)	0.0065*** (0.0020)	0.0134*** (0.0033)	0.0074*** (0.0018)	0.0124*** (0.0027)	0.0044 (0.0039)	-0.0015 (0.0037)	0.0020 (0.0051)	-0.0010 (0.0032)	0.0076*** (0.0022)	0.0151*** (0.0038)	0.0178*** (0.0033)
$i_i^{(1)}$	0.0053*** (0.0017)	0.0038** (0.0019)	0.0052* (0.0027)	0.0043** (0.0019)	0.0056* (0.0029)	0.0155*** (0.0040)	0.0033 (0.0039)	0.0067 (0.0054)	0.0047 (0.0038)	0.0030 (0.0023)	0.0064 (0.0039)	0.0205*** (0.0033)
h_i	0.0050*** (0.0013)	0.0068*** (0.0018)	0.0044* (0.0023)	0.0016 (0.0010)	0.0004 (0.0014)	0.0025 (0.0019)	0.0033* (0.0019)	0.0061* (0.0033)	0.0069*** (0.0019)	-0.0001 (0.0007)	0.0030** (0.0014)	0.0064*** (0.0013)
$S_{i,s}^{INTRA}$	0.0006*** (0.0001)	0.0010*** (0.0001)	0.0007*** (0.0001)	0.0003*** (0.0001)	0.0000 (0.0001)	0.0001 (0.0001)	0.0048*** (0.0005)	0.0035*** (0.0007)	0.0047*** (0.0004)	-0.0001*** (0.0001)	-0.0000 (0.0001)	0.0009*** (0.0001)
$S_{i,s}^{INTER}$	0.0003 (0.0002)	0.0001 (0.0002)	-0.0002 (0.0003)	0.0013*** (0.0004)	0.0020*** (0.0005)	0.0026*** (0.0006)	0.0022*** (0.0004)	0.0019*** (0.0006)	0.0003 (0.0004)	-0.0004*** (0.0002)	-0.0004 (0.0003)	-0.0022*** (0.0003)
Constante	11.4482*** (0.0765)	11.5978*** (0.0839)	11.7524*** (0.1330)	11.1802*** (0.1437)	11.2425*** (0.1716)	10.8202*** (0.2276)	10.2938*** (0.2137)	10.5910*** (0.2924)	10.7754*** (0.1709)	11.3968*** (0.0997)	10.9360*** (0.1718)	11.3998*** (0.1614)
N	1,343	1,035	661	1,091	704	467	351	242	617	1,073	553	997
R ² ajustado	0.1186	0.1616	0.1433	0.0994	0.1173	0.1595	0.2996	0.2500	0.2988	0.0550	0.1629	0.4213

*** significativo al 1%, ** significativo al 5%, * significativo al 10%. Errores estándar entre paréntesis.

Nota: Todas las estimaciones incluyen como variable de control una dummy para indicar si la empresa pertenece a un grupo empresarial.

Estimación realizada por mínimos cuadrados iterativamente ponderados.

(1) Los gastos en innovación por trabajador se encuentran retardados un período.

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos PITEC

Asimismo, en la tabla 1 se había obtenido que las empresas pequeñas tenían un rendimiento del capital físico superior al de la innovación, mientras que en las empresas grandes sucedía lo contrario. Pues bien, cuando se cruza por nivel tecnológico se observa que la anterior afirmación se produce sólo en sectores de tecnología avanzados (IMA+IA y SIC), pero no en industrias de bajo nivel tecnológico (columna 1 a 3) donde, con independencia de la tamaño, el rendimiento del capital físico siempre es superior al de la innovación

Por lo que respecta al capital humano (h_i), se puede observar que el signo negativo que mostraban las empresas pequeñas y medianas en la tabla 1, desaparece al cruzar el tamaño con el sector. Por lo tanto, se puede concluir que el capital humano, o bien no tiene un efecto sobre la productividad, o bien su efecto es positivo y significativo. Así, se observa que el capital humano es significativo para aquellas empresas de niveles tecnológicos bajos, sobre todo en las industrias medianas y pequeñas (columnas 1 y 2), y en las empresas de servicios grandes y medianas (columnas 8 y 9). En cambio, en el caso de las industrias avanzadas, el capital humano no es significativo en ninguna de las dimensiones empresariales. Por último, en los servicios intensivos en conocimiento el capital humano es relevante para aumentar la productividad de las empresas grandes y medianas, pero no de las pequeñas.

En relación a las externalidades intrasectoriales, se confirma el resultado obtenido en la tabla 1 y además se puede concluir que el gasto en innovación que realizan el resto de empresas del mismo sector es importante para explicar la productividad en los niveles tecnológicos más bajos (IB+IMB y SNIC) independientemente del tamaño. En cambio, en las industrias de niveles tecnológicos avanzados (IMA+IA) sólo las empresas pequeñas consiguen obtener algún beneficio de las externalidades intrasectoriales, mientras que para las empresas medianas y grandes no son relevantes (columnas 5 y 6). Esto puede deberse a que estas empresas de mayor tamaño obtienen rendimientos superiores de su propio gasto en innovación y por lo tanto no se benefician, en términos relativos, del mismo modo de la innovación que realizan otras empresas. Por el contrario, las empresas pequeñas intentan suplir su menor esfuerzo inversor aprovechando cualquier fuente de innovación proveniente de fuera de la empresa. En el caso de los servicios intensivos en conocimiento, la externalidad intrasectorial tiene un efecto negativo en las empresas pequeñas (columna 10), pudiendo reflejar un efecto competencia con otras empresas pequeñas de su mismo sector.

En cambio, son las empresas grandes (columna 12) las únicas que aumentan su productividad con los gastos en innovación que realizan el resto de empresas de su mismo sector. Por lo tanto, al cruzar el tamaño con el nivel tecnológico (tabla 2) se ha podido ver que el signo negativo de la externalidad intrasectorial de las empresas pequeñas obtenido en la tabla 1 se debe a aquellas empresas pequeñas pertenecientes a los servicios intensivos en conocimiento (columna 10).

En consonancia con el resultado obtenido en la tabla 1, la externalidad intersectorial en las industrias de nivel tecnológico bajo no son significativas sea cual sea su dimensión empresarial. En cambio, en las industrias avanzadas el tamaño tiene un efecto positivo sobre el beneficio que obtienen las empresas de las externalidades intersectoriales, ya que a mayor tamaño mayor aumento de la productividad. En los servicios intensivos en conocimiento el impacto es negativo en las empresas pequeñas y de manera más acentuada en las grandes. Finalmente, en los servicios no intensivos en conocimiento son las empresas de menor tamaño (pequeñas y medianas) las que ven aumentar su productividad como consecuencia del gasto en innovación realizado por el resto de sectores. Por lo tanto, el signo negativo en la externalidad intersectorial en los servicios intensivos en conocimiento obtenido en la tabla 1 se debe principalmente a las empresas pequeñas y grandes.

V. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha estudiado en qué medida el nivel tecnológico y el tamaño de la empresa afectan al rendimiento que extraen las empresas de su propia inversión en innovación, así como de las innovaciones realizadas por el resto de empresas (tanto de su mismo sector como del resto de sectores). Para ello, se ha utilizado una función de producción en la que se han incluido los gastos en innovación propios y las externalidades intrasectoriales e intersectoriales. El método de estimación empleado ha sido Mínimos Cuadrados Iterativamente Reponderado, poco habitual en este ámbito, pero muy útil para obtener estimaciones robustas frente a la presencia de outliers.

Los resultados coinciden con la literatura previa, pues el impacto de la innovación es positivo y estadísticamente significativo, así como, mayor para aquellas empresas grandes y más avanzadas tecnológicamente. Lo mismo sucede con el capital físico. Al comparar

ambas variables se obtiene que el rendimiento del capital físico es superior al de la innovación independientemente del nivel tecnológico. Respecto al tamaño, se llega a la misma conclusión en las empresas pequeñas, mientras que en las empresas grandes el rendimiento de la innovación es mayor al de las inversiones en bienes materiales. Hay que destacar que el capital humano tiene un impacto mucho mayor en aquellas empresas de niveles tecnológicos menos avanzados. Respecto a las externalidades intrasectoriales, las empresas españolas de la muestra consiguen beneficiarse de los gastos en innovación que realizan el resto de empresas de su mismo sector. Esto sucede sobre todo en niveles tecnológicos menos avanzados, lo que nos indicaría que este tipo de empresas intentan suplir su menor esfuerzo inversor con la innovación proveniente de empresas de su mismo sector. Este resultado sugiere la existencia de un “umbral tecnológico” a partir del cual las empresas dejan de beneficiarse de las inversiones en innovación que realizan el resto de empresas de su mismo sector. Por lo que respecta a las externalidades intersectoriales, se ha visto que tienen un papel más ambiguo, pues son relevantes para las industrias avanzadas y los servicios no intensivos en conocimiento, y en cambio, su efecto es negativo para los servicios intensivos en conocimiento, por lo que no parece haber un patrón de comportamiento en función del nivel tecnológico. Si bien en este último caso el resultado es inesperado y contraintuitivo, cabría decir que una posible razón sería la gran diversidad de tipologías de sectores que se encuentran dentro del SIC, ya que se incluyen entre otras “Actividades postales y de correo”, “Otras actividades sanitarias, sociales y colectivas”, y “Otras actividades empresariales”¹⁴. Desafortunadamente, se trata de una limitación de los datos, pues la clasificación que ofrece PITTEC no permite profundizar más en este aspecto. Por otro lado, se puede concluir que en el caso de la industria los resultados están en consonancia con la hipótesis de capacidad de absorción, ya que a mayor contenido tecnológico del sector en el que opera la empresa, como es el caso de las industrias avanzadas, más se aprovechan de las externalidades intersectoriales. En cambio, en el caso de los servicios no intensivos en conocimiento, la externalidad intersectorial puede sugerir la existencia de complementariedad de esfuerzos tecnológicos entre sectores.

En segundo lugar, al haber cruzado el nivel tecnológico con el tamaño empresarial (tabla 2), se ha podido encontrar explicación a algunos comportamientos que en un principio parecían extraños. Es el caso del capital humano, pues al realizar el cruce se ha visto que su efecto es siempre positivo o no significativo, pero nunca negativo. Además, el tamaño tiene

¹⁴ Esta rama de actividad, tal como se ha comentado anteriormente, es muy heterogénea e incluye desde servicios jurídicos a actividades de limpieza.

una influencia positiva en el caso de los servicios (tanto SIC como SNIC), ya que cuanto mayor es la empresa más beneficio obtiene de sus trabajadores cualificados. Por otro lado, el cruce entre el nivel tecnológico y la dimensión empresarial ha permitido conocer como los rendimientos de los gastos en innovación varían en función del tamaño. Así, se ha puesto de manifiesto que los rendimientos de la propia innovación aumentan con el tamaño, pero solamente en aquellas empresas de niveles tecnológicos avanzados. En cambio, el rendimiento extraído de las externalidades intrasectoriales según el nivel tecnológico del sector en el que opera la empresa no se ve afectado por el tamaño. De modo que son las empresas pertenecientes a sectores menos avanzados (IB+IMB y SNIC) las que más beneficios obtienen de los gastos en innovación realizados por otras empresas de su sector independientemente del tamaño. Por último, el tamaño sólo parece influir de manera positiva en los rendimientos de las externalidades intersectoriales que obtiene las industrias avanzadas.

A partir de los resultados obtenidos, se puede decir que la relación positiva existente entre innovación y productividad debería animar a las empresas a invertir más en esta área y de esta manera aumentar su productividad. Son varias, no obstante, las dificultades para aumentar dicha innovación. Así, cabe destacar que los empresarios españoles, antes de invertir, tienen en cuenta diversos factores, entre ellos el elevado riesgo asociado a los proyectos de innovación, ya que éstos presentan incertidumbre, así como la dificultad de apropiarse en exclusiva de todos los beneficios que genera esta innovación. Además, hay que tener en cuenta que el tejido empresarial español se forma de pequeñas y medianas empresas a las que, quizá, obtener financiación para llevar a cabo este tipo de proyectos no les resulta tarea fácil. Además, la economía española está centrada más en los servicios que en la industria, siendo éstos los que obtienen unos rendimientos de la innovación mayores (tanto SNIC como SIC). En cambio, sus esfuerzos en materia de innovación son mucho menores, por lo que las políticas deberían ofrecer incentivos para que la predisposición de estas empresas cambie y se animen a realizar inversiones en innovación.

Incrementar la productividad de las empresas supone una ganancia de competitividad, algo muy importante en el mundo globalizado en el que nos encontramos. Es por ello que los esfuerzos del gobierno deberían ir encaminados a incentivar la innovación, ya sea mediante ayudas a la inversión, incentivos fiscales, etc. Ahora bien, las políticas no deberían ser iguales para todas las empresas, sino estar diseñadas para los distintos tipos de perfiles. Por

ejemplo, incentivar a las empresas de niveles tecnológicos avanzados a aumentar sus gastos en innovación ya que son las que mejor aprovechan este tipo de inversiones, mientras que, para las de niveles tecnológicos más bajos, no habría que desestimar ayudas dirigidas al capital físico. Por otro lado, son las empresas grandes, las que más beneficio obtienen de sus inversiones en innovación, pero en cambio el tejido empresarial español está constituido por pequeñas y medianas empresas. Por lo tanto, una manera de aumentar la productividad del conjunto de la economía podría ser que los incentivos fiscales tuvieran en cuenta el tamaño, dado que no les supone el mismo esfuerzo realizar actividades de innovación a todas las empresas con independencia de su tamaño (y por consiguiente, de su facturación). Así, algunas deducciones fiscales, como la existente en el impuesto de Sociedades por realizar actividades de I+D+i que establecen un tipo general, podrían considerar la dimensión de la empresa, de manera que se incentivara a las empresas pequeñas a realizar más innovación.

BIBLIOGRAFÍA

- 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**, 43-61.
- Beneito, P. (2001) R&D productivity and spillovers at the firm level: evidence from Spanish panel data, *Investigaciones Económicas*, **XXV**, 289-313.
- Black, S. E. and Lynch, L. M. (1996) Human-capital investments and productivity, *American Economic Association*, **86**, 263-267.
- Cassiman, B., Golovko, E. and Martínez-Ros, E. (2010) Innovation, exports and productivity, *International Journal of Industrial Organization*, **28**, 372-376.
- Castany, L., López-Bazo, E. and Moreno, R. (2009) Decomposing differences in total factor productivity across firm size. The role of innovation and human capital, Working Paper IAREG No 5/11, AQR-IREA, University of Barcelona.
- Cohen, W. M. and Levinthal, D. A. (1989) Innovation and learning: the two faces of R&D, *Economic Journal*, **99**, 569-596.
- Griffith, R., Huergo, E., Mairesse, J. and Peters, B. (2006) Innovation and productivity across four european countries, *Oxford Review of Economic Policy*, **22**, 483-498.
- Griliches, Z. (1979) Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth, *Bell Journal of Economics*, **10**, 92-116.
- Griliches, Z. (1986) Productivity, R&D, and basic research at the firm level in the 1970's, *American Economic Association*, **76**, 141-154.

- Griliches, Z. (1992) The search for R&D spillovers, *Scandinavian Journal of Economics*, **94**, 29-47.
- Gumbau-Albert, M. and Maudos, J. (2006) Technological activity and productivity in the Spanish regions, *The Annals of Regional Science*, **40**, 55-80.
- Hall, B. H. and Mairesse, J. (1995) Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms, *Journal of Econometrics*, **65**, 263-293.
- Hall, B. H., Lotti, F. and Mairesse, J. (2009) Innovation and productivity in SMEs: empirical evidence for Italy, *Small Business Economics*, **33**, 13-33.
- Haltiwanger, J. C., Lane, J. I. and Spletzer, J. R. (1999) Productivity differences across employers: the roles of employer size, age, and human capital, *American Economic Association*, **89**, 94-98.
- Harhoff, D. (1998) R&D and productivity in German manufacturing firms, *Economics of Innovation and New Technology*, **6**, 29-50.
- Harhoff, D. (2000) R&D spillovers, technological proximity, and productivity growth - Evidence from German panel data, *Schmalenbach Business Review*, **52**, 238 - 260.
- Huergo, E. and Jaumandreu, J. (2004) Firms' age, process innovation and productivity growth, *International Journal of Industrial Organization*, **22**, 541-559.
- Huergo, E. and Moreno, L. (2004) La innovación y el crecimiento de la productividad en España, *Ekonomia*, **56**, 208-231.
- Janz, N., Löf, H. and Peters, B. (2004) Firm level innovation and productivity - Is there a common story across countries?, *Problems & perspectives in management*, **2**, 184-204.
- Jaumandreu, J. (2009) What explains the evolution of productivity and competitiveness? The innovation link, Working Paper No 804, IESE Business School, University of Navarra.
- Klette, T. J. (1994) R&D, spillovers and performance among heterogeneous firms. An empirical study using microdata, Discussion Paper No 133, Statistics Norway.
- Lee, C. (2011) Trade, productivity, and innovation: Firm-Level evidence from Malaysian Manufacturing, *Journal of Asian Economics*, **22**, 284-294.
- Los, B. and Verspagen, B. (2000) R&D spillovers and productivity: evidence from U.S. manufacturing microdata, *Empirical Economics*, **25**, 127-148.
- Lotti, F. and Santarelli, E. (2001) Linking knowledge to productivity: a Germany-Italy comparison using the CIS database, *Empirica*, **28**, 293-317.
- López Pueyo, C. and Sanaú Villarroja, J. (1999) Tecnología y crecimiento: análisis en la industria española, 1986-1992, *ICE Cambio Tecnológico y Competitividad*, **781**, 11-25.
- Mairesse, J. and Sassenou, M. (1991) R&D and productivity: a survey of econometric studies at the firm level, Working Paper No 3666, NBER, Cambridge, MA.
- Maté-García, J. J. and Rodríguez-Fernández, J. M. (2008) Productivity and R&D: an econometric evidence from Spanish firm-level data, *Applied Economics*, **40**, 1827-1837.

- Maté-García, J. J. and Rodríguez-Fernández, J. M. (2002) Crecimiento de la productividad e inversión en I+D: un análisis empírico de las empresas manufactureras españolas, *Economía Industrial*, **347**, 99-110.
- Nadiri, M. I. (1993) Innovation and technological spillovers, Working Paper No 4423, NBER, Cambridge, MA.
- Ortega-Argilés, R., Piva, M., Potters, L. and Vivarelli, M. (2010) Is Corporate R&D Investment in High-Tech sectors more effective?, *Contemporary Economic Policy*, **28**, 353-365.
- Ortega-Argilés, R., Potters, L. and Vivarelli, M. (2011) R&D and productivity: testing sectoral peculiarities using micro data, *Empirical Economics*, **41**, 817-839.
- Parisi, M. L., Schiantarelli, F. and Sembenelli, A. (2006) Productivity , innovation and R&D: micro evidence for Italy, *European Economic Review*, **50**, 2037-2061.
- Rochina-Barrachina, M. E., Mañez, J. A. and Sanchis-Llopis, J. A. (2010) Process innovations and firm productivity growth, *Small Business Economics*, **34**, 147-166.
- Rodríguez-Fernández, J. M. and Maté-García, J. J. (2006) Productividad del trabajo y continuidad en la inversión tecnológica: un análisis empírico en las empresas manufactureras españolas, *Cuadernos de Economía y Dirección de Empresa*, **27**, 61-84.
- Segarra-Blasco, A. and Teruel, M. (2011) Productivity and R&D sources: evidence for Catalan firms, *Economics of Innovation and New Technology* (iFirst).
- Segarra-Blasco, A. (2007) Innovation sources and productivity: a quantile regression analysis, Working Paper No 2007/08, XREAP.
- Segarra-Blasco, A. (2010) Innovation and productivity in manufacturing and service firms in Catalonia: a regional approach, *Economics of Innovation and New Technology*, **19**, 233-258.
- Tsai, K.-H. and Wang, J.-C. (2004) R&D Productivity and the Spillover Effects of High-tech Industry on the Traditional Manufacturing Sector: The Case of Taiwan, *The World Economy*, **27**, 1555-1570.
- Turcotte, J. and Rennison, L. W. (2004) The link between technology use, human capital, productivity and wages: firm-level evidence, *International Productivity Monitor*, **9**, 25-36.
- Verspagen, B. (1995) R&D and Productivity: A Broad Cross-Section Cross-Country Look, *The Journal of Productivity Analysis*, **6**, 117-135.
- Vivero, R. L. (2002) The impact of process innovations on firm's productivity growth: the case of Spain, *Applied Economics*, **34**, 1007-1016.
- Wakelin, K. (2001) Productivity growth and R&D expenditure in UK manufacturing firms, *Research Policy*, **30**, 1079-1090.
- Yang, C.-H., Lin, C.-H. and Ma, D. (2010) R&D, human capital investment and productivity: firm-level evidence from China's electronics industry, *China & World Economy*, **18**, 72-89.