

Innovación y capacidad absorptiva: evidencia para las empresas españolas

Verònica Gombau^{a*}, Agustí Segarra^{b*}

ABSTRACT

En este trabajo se estudian las actividades de I+D y su relación con la innovación y la productividad a partir de una amplia muestra de empresas españolas. Para ello se utiliza un modelo estructural de dos etapas. En primer lugar, a partir de una estimación *probit* se aborda como las fuentes de I+D, los condicionantes de la capacidad absorptiva y un vector de rasgos individuales de la empresa influyen en la probabilidad de desarrollar innovaciones de producto o de proceso. En segundo lugar, a través de una regresión cuantílica se analiza la incidencia de las fuentes de I+D sobre la productividad. Este método permite observar la elasticidad de cada determinante de la productividad según el nivel de productividad de las empresas. Para una muestra de 5.790 empresas, durante el periodo 2004-2008, los resultados indican que la I+D externa tiene un gran incidencia sobre la productividad de la empresa, mientras que la I+D interna y las estrategias de cooperación ofrecen resultados más ambiguos. Entre los factores relacionados con la capacidad absorptiva, la información procedente del mercado tiene efectos positivos sobre la productividad en las empresas de servicios no intensivos en conocimiento. La información que procede de ferias, congresos, reuniones de trabajo, etc. se muestra relevante y con el signo esperado entre las empresas de las manufacturas cuando se encuentran lejos de la frontera, tanto en los sectores de alta intensidad tecnológica como de baja intensidad tecnológica y la variable que mide la dificultad de las empresas para contratar personal cualificado es significativa, con el signo esperado, en las manufacturas. En general, las empresas españolas no son muy sensibles a la información procedente de las instituciones públicas, lo que pone de manifiesto el tradicional divorcio existente entre el mundo académico y la empresa.

Palabras clave: fuentes de I+D, estrategias de innovación, capacidad absorptiva, distancia tecnológica, regresión cuantílica

^a Universitat Rovira i Virgili, Departament d'Economia, CREIP, GRIT-GRIDE

^b Universitat Rovira i Virgili, GRIT-GRIDE, Departament d'Economia

Contacto*: veronica.gombau@urv.cat, agusti.segarra@urv.cat

Av. Universitat, 1; 43204 – Reus, España
Tel. + 34 977 759 816 Fax + 34 977 300 661

* Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación español (proyecto ECO2009-08735), por el Grupo de Investigación Emergente 2009-SGR-907 y por la Xarxa de Referència en Economia Aplicada (XREAP).

1. Introducción

Desde que, a mediados de la década de 1980, Paul Romer publicó los resultados de su influyente tesis, que endogeniza los procesos de I+D en función de los incentivos de los agentes implicados y los efectos externos asociados al conocimiento, las investigaciones sobre I+D, innovación y crecimiento han experimentado un considerable avance. En una primera etapa, el referente intelectual de los economistas interesados en estudiar los vínculos entre las decisiones de realizar actividades de I+D, llevar a cabo innovaciones y la dinámica de la empresa fue Joseph Schumpeter (1934). En una segunda etapa, este campo de análisis es deudor de las contribuciones de economistas destacados, como Nelson (1959), Arrow (1962), Nelson y Phelps (1966) o Nordhaus (1969), que fueron capaces de ir más allá del marco analítico neoclásico, limitado por los supuestos de un progreso tecnológico exógeno y unos rendimientos constantes de escala.

A partir del testigo intelectual de Paul Romer, los trabajos sobre crecimiento endógeno (Aghion y Howitt, 1992; Grossman y Helpman, 1991; Mankiw, 1995; Acemoglu, 2008) y las aportaciones inscritas en el campo de la economía de la innovación (Griliches, 1979; Griliches y Mairesse, 1995) han logrado situar la innovación, sus fuentes y sus efectos sobre el crecimiento en el centro del debate académico. Estos trabajos subrayan el carácter no rival y parcialmente excluible del conocimiento respecto a países (Aghion y Howitt, 1998; Howitt, 2000), industrias (Jaffe, 1986; Abramovitz, 1986) y empresas (Griffith et al., 2003). De hecho, los trabajos empíricos se han ocupado de las fuentes y los efectos de la actividad innovadora a nivel de país (Coe y Helpman, 1995; Barrio et al., 2002; Coe et al., 2009), industria (Griffith et al., 2004; Sanaú et al., 2006; López-Pueyo et al., 2008) o empresa (Hall y Mairesse, 1995; Lokshin et al., 2008; Segarra, 2010).

Por todo ello, los desarrollos teóricos se asientan hoy sobre bases más sólidas y los economistas aplicados tienen acceso a fuentes estadísticas impensables hace pocos años, tanto de forma agregada como individual. El acceso a nuevas bases de datos, especialmente a partir del proyecto *Community Innovation Survey* (CIS) de la OCDE, se ha traducido en avances significativos en el estado de la cuestión, pero también ha puesto de manifiesto la complejidad del proceso innovador en el ámbito de la empresa. Este trabajo enlaza con las aportaciones que destacan la diversidad de fuentes, la complejidad de los incentivos para innovar y cooperar, así como las limitaciones a la hora de determinar el rendimiento de las innovaciones sobre la productividad y la cuenta de resultados de la empresa innovadora.

En esta línea, desde que Cohen y Levinthal (1989, 1990) publicaron sus trabajos sobre capacidad absorptiva y la dimensión dual de la I+D, la complejidad de las fuentes de innovación de las empresas ha ocupado un lugar central en la literatura. Para estos autores, la capacidad absorptiva se define como la habilidad de las empresas para identificar, asimilar y explotar el conocimiento presente en su entorno. Sin embargo, a las empresas no les resulta fácil acceder a las fuentes

externas de conocimiento, en particular en los escenarios dinámicos que cambian a un ritmo elevado.

El objetivo del trabajo es estudiar los vínculos entre la capacidad absorptiva de las empresas españolas, su potencial innovador y sus niveles de productividad. En concreto, se pretenden abordar dos cuestiones básicas: ¿cuáles son las principales vías por las que las empresas españolas atesoran habilidades que contribuyen a mejorar sus capacidades para captar e incorporar conocimiento del entorno?; ¿qué diferencias existen en cuanto a las fuentes de innovación y las mejoras productivas de las empresas según su distancia respecto a la frontera tecnológica?

Para llevar a cabo este análisis, disponemos de una fuente exhaustiva de datos llamada Panel de Innovación Tecnológica (PITEC). Esta base de datos contiene datos a nivel de empresa y parte de una metodología de recolección relativamente consistente en un buen número de periodos. Los datos provienen de la *Community Innovation Survey* (CIS) e incluye información relacionada con las actividades de innovación, comparable con los microdatos de innovación de muchos otros países europeos. PITEC cuenta con una amplia cobertura sectorial, pues incluye tanto las actividades de las empresas manufactureras como las de los servicios. Su principal ventaja es que permite obtener una base de datos longitudinal con datos de más de 12.000 empresas para el periodo 2004-2008.

Las principales aportaciones del trabajo se pueden sintetizar en cuatro. En primer lugar, abordamos el desarrollo empírico a partir de cuatro muestras de empresas, en función de la intensidad tecnológica de las manufacturas (alta y baja intensidad tecnológica) y de la intensidad de conocimiento de los servicios (servicios intensivos en conocimiento y otros servicios). En segundo lugar, se adopta una metodología econométrica dual: primero se aplica un OLS y después se recurre a la regresión cuantílica para observar con detalle la elasticidad de las fuentes de I+D y los determinantes de la capacidad absorptiva según los diferentes niveles de productividad de las empresas. De este modo, podemos tratar el tema de la distancia respecto a la frontera tecnológica de manera explícita, algo que apenas se ha hecho en la literatura microeconómica. En tercer lugar, se analiza con detalle el comportamiento de la capacidad absorptiva distinguiendo entre las empresas que se encuentran cerca de la frontera tecnológica y aquellas que están lejos de ella, algo que hasta la fecha no se ha abordado de manera clara en la literatura. Por último, disponemos de un panel de datos que nos permitirá desarrollar un análisis más rico que el que permiten los datos *cross-sectional* usados hasta el momento en la mayoría de los trabajos de este tipo.

El resto del documento se organiza como se explica a continuación. En la sección 2 revisamos la literatura sobre el papel de las fuentes de la innovación, los factores relacionados con la capacidad absorptiva y la distancia respecto a la frontera tecnológica. La sección 3 presenta el modelo en dos etapas que, mediante un *probit* y una regresión cuantílica, permite abordar de qué forma los factores determinantes

de la capacidad absorptiva y un vector de rasgos individuales de la empresa afectan a la probabilidad de realizar innovaciones de producto o proceso y al nivel de productividad de la empresa. La sección 4 describe los pasos que se han seguido en el proceso de depuración de los datos y los rasgos más relevantes de las 5.790 empresas que integran la muestra definitiva de empresas innovadoras durante el periodo 2004-2008. Por último, la sección 5 detalla los resultados empíricos y la sección 6 resume las principales conclusiones y expone una discusión política.

2. Marco conceptual: de la I+D a la productividad

A pesar de la proliferación de trabajos sobre la naturaleza y los efectos de las actividades de innovación, tanto a escala individual como agregada, no disponemos todavía de un marco general que dé cumplida respuesta de la diversidad de cuestiones planteadas por economistas, gestores y *policy makers*. Por ello, el objetivo de esta sección no es otro que efectuar un recorrido sobre los conceptos y aportaciones relacionadas con la naturaleza de las actividades de I+D, las fuentes de la innovación, los condicionantes de la capacidad absorptiva de las empresas y la incidencia de la distancia de una empresa respecto a la frontera tecnológica sobre su conducta innovadora.

La naturaleza de la I+D

Para la correcta comprensión del papel que desempeña un determinado factor económico, en primer lugar, conviene no pasar por alto los rasgos que lo diferencian del resto. En relación con las actividades de investigación y desarrollo tecnológico, profundizar en la naturaleza y las peculiaridades del conocimiento resulta no ya aconsejable, sino imprescindible. Esta es la principal aportación que realizaron Richard Nelson y Kenneth Arrow. Nelson (1959) destaca el componente de bien público de la ciencia, especialmente en su vertiente de investigación básica, que ocasiona considerables problemas de apropiabilidad para el agente generador y da lugar a externalidades positivas o a *spillovers* que benefician a terceros. Por su parte, Arrow (1962) estudia con detalle cómo el mercado asigna recursos en el ámbito de la I+D y la innovación. Para Arrow, el *output* resultante de las actividades de I+D es un bien no rival y no excluyente que exhibe tres características que limitan la capacidad del mercado competitivo para lograr una asignación óptima de acuerdo con las demandas sociales: la indivisibilidad de la información, los problemas de apropiabilidad del agente productor y la incertidumbre, que no hace sino acrecentar el riesgo que deben asumir los actores implicados. La indivisibilidad genera rendimientos de escala en la producción de conocimiento; los problemas de apropiabilidad reducen los incentivos de las empresas innovadoras para invertir en I+D, de lo que se deriva una inversión subóptima en materia de I+D; por último, niveles altos de incertidumbre incrementan el riesgo de las actividades de I+D, las encarecen y ocasionan problemas relacionales entre los actores que participan en un mismo proyecto cooperativo.

Los efectos de desbordamiento del conocimiento reducen los incentivos de las empresas innovadoras para invertir y cooperar en proyectos de I+D, y estos *spillovers* generan externalidades sociales que revierten sobre amplios colectivos de agentes (Heijs, 2001). Romer (1986, 1987, 1990) y Lucas (1988) mostraron que la existencia de *spillovers* tiene lugar por los problemas de apropiabilidad a que debe enfrentarse el titular de la invención. Las dificultades de la empresa innovadora para blindar por completo el fruto de sus esfuerzos dan lugar a una serie de *spillovers* que provocan que la función de producción presente rendimientos constantes a escala en los factores tradicionales, pero crecientes cuando se añade el stock de conocimientos técnicos (Griliches, 1992).

La naturaleza y los efectos de las externalidades tecnológicas fueron abordados con rigor por Zvi Griliches en su trabajo de 1979. Este autor destaca la magnitud de las economías externas vinculadas a la I+D, así como la escasa inversión privada ejecutada por las empresas innovadoras. Las empresas innovadoras compensan la falta de incentivos para desarrollar sus proyectos de I+D de forma interna a través de vías externas que comprenden desde la adquisición de conocimiento externo hasta los acuerdos de colaboración. Pese a que la vía externa (adquirir o cooperar) puede ser una buena opción para paliar los fallos de mercado y completar la actividad interna en I+D, también lleva asociados una serie de problemas de tipo relacional. En efecto, estas vías externas, según Nooteboom (2002), ocasionan a menudo problemas relacionales (selección adversa, riesgo moral, flujos de información y extracción de rentas), debido a las asimetrías informativas y las dificultades para establecer el valor de la invención y el esfuerzo realizado por los actores implicados.

Las fuentes de la innovación

Las empresas disponen de diversas estrategias para realizar actividades de I+D. La primera alternativa consiste en desarrollarlas internamente, estrategia que se conoce como la decisión de “hacer” (*make*). Una segunda alternativa pasa por la adquisición de tecnología externa mediante transacciones de mercado. En este caso, las empresas tienen básicamente dos opciones: adquirir conocimiento tecnológico incorporado en bienes o activos, o adquirir conocimiento tecnológico no incorporado en ningún elemento material tangible, ya sea subcontratando actividades de I+D, a través de la compra de patentes, etc. En la literatura, esta estrategia se conoce como la decisión de “comprar” (*buy*) (Veugelers y Cassiman, 1999). La tercera vía, finalmente, consiste en establecer acuerdos de colaboración en proyectos de I+D con otros agentes (universidades, empresas, proveedores, clientes o, incluso, competidores, etc.). En los proyectos cooperativos de I+D, las empresas comparten riesgos y recursos con objeto de reducir los costes y los esfuerzos (Mowery et al., 1996).¹

¹ La diferencia fundamental entre comprar y cooperar es que, mientras que en la compra se desarrolla una relación unilateral (se intercambia dinero por resultados de I+D), en la cooperación cada *partner* contribuye en una parte alicuota al desarrollo del proyecto (Croisier, 1998).

Desde la última década del siglo XX, los desarrollos que han visto la luz han puesto de manifiesto la dimensión dual de la I+D —genera conocimiento y mejora la habilidad de las organizaciones para absorber conocimiento externo— y las interrelaciones que tienen lugar entre las diversas fuentes de I+D. Por ello, junto al trío formado por las fuentes *hacer*, *comprar* y *cooperar*, en este texto contemplaremos una cuarta dimensión vinculada a la naturaleza dual de la I+D y a la capacidad de las empresas para absorber el conocimiento tecnológico externo (Veugelers y Cassiman, 1999).

Mowery (1983) fue el primer autor que sugirió la existencia de posibles relaciones entre las estrategias *hacer*, *comprar* y *cooperar*. Su estudio sobre los factores que influyen en la externalización de las actividades de I+D muestra que cuanto mayor es la capacidad tecnológica de una empresa (derivada del desarrollo interno de actividades de I+D) más probable es que recurra a la adquisición externa de tecnología. Posteriormente, Mowery y Rosenberg (1989) volvieron a plantear una relación similar entre la cooperación y el desarrollo interno de actividades de I+D; en esta ocasión, demostraron que las empresas adquieren más conocimiento externo cuanto mayor es la complementariedad entre las fuentes.

Esta corriente experimentó un fuerte impulso gracias al trabajo seminal de Cohen y Levinthal (1989, 1990) sobre la capacidad absorptiva. Estos autores señalaron que las actividades internas de I+D cumplen un doble papel: por una parte, constituyen una fuente de conocimiento importante para la obtención de ideas innovadoras; por otra, incrementan la capacidad de la empresa para identificar, asimilar y explotar el conocimiento disponible fuera de sus fronteras, es decir, incrementan su *capacidad de absorción*. Partiendo de este concepto, se han desarrollado diversos estudios empíricos que analizan las relaciones existentes entre el *know-how* interno y externo o, en términos estratégicos, las relaciones entre las decisiones de *hacer*, *comprar* y *cooperar*. Por ejemplo, Arora y Gambardella (1990, 1994) afirman que las grandes empresas con mayor base de conocimiento son más activas en la búsqueda y adquisición de tecnología externa. En esta misma línea, Lowe y Taylor (1998) hallaron una relación similar entre la I+D interna y la adquisición de tecnología mediante licencias, etc., mientras que Freeman (1991) indicó que las empresas que poseen un departamento de I+D tienden a usar más intensamente las fuentes externas de conocimiento.

Sin embargo, la relación entre las estrategias de innovación no se da solo en el sentido antes señalado. Para explotar eficientemente la tecnología adquirida, la empresa debe asimilarla e integrarla en sus procesos productivos, lo que requiere estar en posesión de una buena base de conocimiento y habilidades tecnológicas. En este sentido, la adquisición de *know-how* externo, en lugar de sustituir el desarrollo de actividades internas de I+D, puede incentivarlo. Veugelers (1997) ofrece evidencia empírica a favor de esta última relación. Esta autora encontró que tanto la compra de tecnología como la cooperación fomentan la I+D interna de la empresa, especialmente cuando esta dispone de su propia infraestructura

tecnológica (departamento de I+D con personal dedicado a tiempo completo). Kaiser (2002) y Becker y Dietz (2004) llegan también a resultados similares, y encuentran que las empresas que cooperan invierten más en actividades de I+D que aquellas que no lo hacen.

En términos generales, existe evidencia empírica sobre el papel que desempeña el conocimiento interno en la identificación y adquisición del conocimiento externo e, inversamente, del estímulo que otorga la adquisición externa de tecnología al desarrollo de actividades internas de I+D. Estos hallazgos corroboran la posibilidad que tiene la empresa de adoptar conjuntamente diversos mecanismos orientados a la obtención de tecnología; en otras palabras, confirman que las estrategias *hacer*, *comprar* y *cooperar* coexisten en la estrategia global empresarial.

Los anteriores resultados desembocaron en la aparición de una nueva línea de investigación centrada en el análisis de complementariedades entre las diferentes estrategias de innovación. No obstante, hay que señalar que la investigación sobre este tema es aún incipiente y se enfrenta a dificultades metodológicas considerables (Athey y Stern, 1998).

Un aspecto importante que se desprende de los planteamientos de Milgrom y Roberts (1990)² es que la complementariedad debe evaluarse teniendo en cuenta una función de producción, algo que, sin embargo, ha sido obviado en varios de los trabajos empíricos que abordan el estudio de la complementariedad entre las estrategias de innovación. En este campo, una práctica común ha consistido en evaluar la complementariedad a través del enfoque de “correlación”, propuesto por Arora y Gambardella (1990). De esta forma, más que evidencia a favor de la complementariedad, lo que ofrecen es evidencia a favor de la coexistencia de las estrategias.

Los trabajos de Cassiman y Veugelers (2006) y Laursen y Salter (2006) son algunos de los pocos que ofrecen evidencia empírica sobre la complementariedad entre la generación interna y la adquisición externa de conocimiento, entendida en el sentido descrito anteriormente. Además, han llegado a resultados contradictorios. Cassiman y Veugelers (2006), por ejemplo, hallaron que las actividades internas de I+D y la adquisición externa de conocimiento tenían efectos complementarios sobre el desempeño innovador de la empresa, mientras que Laursen y Salter (2006) hallaron efectos de sustitución entre la intensidad en I+D y el uso de fuentes externas de conocimiento.

² Milgrom y Roberts (1990) fueron los primeros en introducir y desarrollar formalmente el concepto de “complementariedad”. En su teoría de la supermodularidad, dos actividades son complementarias si el cambio en la función de producción que se obtiene cuando se llevan a cabo por separado es menor que el cambio que se obtiene cuando se desarrollan conjuntamente.

Capacidad absorptiva y frontera tecnológica

Desde que en los años ochenta Cohen y Levinthal (1989, 1990) introdujeron el término “capacidad absorptiva” de la empresa innovadora y subrayaron la dimensión dual de la I+D, primero por la generación de nueva información y después por las mejoras en la habilidad de la empresa para calibrar e incorporar la información exterior, el interés por el tema no ha dejado de crecer. Rosenberg (1990) fue el primero que argumentó que la I+D interna es necesaria para entender el flujo de información científica o tecnológica del mundo externo a la empresa. Estos estudios enfatizan las potenciales sinergias entre el conocimiento interno y externo. No obstante, esta discusión no trata la multidimensionalidad del conocimiento, de modo que no explora completamente las fuentes de la sinergia.

Por esta razón, Arora y Gambardella (1994) lanzaron una propuesta para distinguir entre dos tipos de conocimiento. El primer tipo considera la capacidad o habilidad de la empresa para *evaluar* la información externa, mientras que el segundo tipo toma en consideración su habilidad para *utilizar* la información procedente fuera de los límites de la organización. Años más tarde, Cassiman y Veugelers (2000) y Arbussa y Coenders (2007), entre otros, siguieron este enfoque. El primer tipo no conlleva conocimiento complejo científico o tecnológico, sino conocimiento sobre la tecnología a nivel de usuario y conocimiento respecto a las tendencias de negocio. El segundo tipo permite a una empresa no solo descubrir desarrollos tecnológicos o tendencias de negocio, sino integrar el conocimiento externo, complejo e inmaterial en sus propias actividades.

Por otra parte, a pesar de que el concepto de distancia respecto a la frontera tecnológica se ha aplicado, en diversas ocasiones, desde la perspectiva macro o sectorial, también se ha recurrido a él más recientemente para estudiar las estrategias de las empresas en materia de innovación. Los trabajos realizados ponen de manifiesto que el gap entre la posición de la empresa y la frontera es una dimensión relevante para conocer la intensidad y la naturaleza de las pautas innovadoras de las empresas industriales y de servicios. No obstante, existen algunas diferencias entre los análisis realizados a nivel de país y de empresa. Por ejemplo, los fenómenos de entrada y salida, al igual que el ciclo de vida, son menos relevantes a nivel de país que a nivel de empresa. Asimismo, las fusiones o adquisiciones de empresas no tienen su análogo a nivel de país. Entre los estudios realizados al respecto a nivel de países destacan las aportaciones de Griffith et al. (2004) y Cameron et al. (2005), que definieron la distancia como la PTF del país que se encuentra en la frontera dividida entre la PTF del país que se estudia.

A nivel de empresa, una de las primeras contribuciones de esta literatura corresponde a Coad (2008). En su estudio señala que los cuantiles más altos corresponden a las empresas líderes, las que se encuentran cerca de la frontera tecnológica, y los cuantiles más bajos, a las empresas retrasadas, esto es, a las que se encuentran lejos de ella.

3. Modelo empírico

En esta sección presentamos una propuesta para profundizar en el análisis del papel que desempeñan un conjunto de factores determinantes de la capacidad absorptiva de las empresas. Las páginas introductorias del trabajo afirmaban que perseguía un doble objetivo: estudiar los mecanismos a través de los cuales las fuentes de la I+D (*hacer, comprar y cooperar*) afectan a la innovación y la productividad; y analizar el papel que corresponde a los factores vinculados a la capacidad absorptiva. Para abordar estos objetivos se recurre a una estrategia econométrica de dos etapas, siguiendo en parte el marco analítico propuesto por Crépon, Duguet y Mairesse (1998) (CDM), mejorado en sucesivas revisiones (Mairesse y Mohen, 2004; Kremp et al., 2004; Griffith et al., 2006; Mohnen et al., 2006).

El modelo estructural de CDM vincula la productividad con el *input* de la innovación, y la innovación con la inversión de la empresa en I+D, de modo que se optimiza la información disponible en las distintas versiones de la Community Innovation Survey (CIS). El modelo estructural CDM presenta cuatro ecuaciones: la primera aborda si las empresas deciden realizar o no actividades de innovación; la segunda se ocupa de los factores determinantes de la inversión en actividades innovadoras; la tercera estima los elementos que determinan el *output* de la innovación de la empresa; y, por último, la cuarta, a partir de una función de producción Cobb Douglas, estudia los efectos de las actividades de innovación sobre la productividad.

Nuestro trabajo econométrico cubre solo dos etapas. En la primera se aplica un modelo *probit* para estimar de qué forma las fuentes de la I+D, los condicionantes de la capacidad absorptiva y un vector de rasgos individuales de la empresa condicionan la probabilidad de llevar a cabo innovaciones de producto o proceso. La segunda analiza la incidencia de las fuentes de I+D sobre la productividad con la ayuda de una regresión cuantílica que nos permite observar los cambios en la elasticidad de los parámetros según el nivel de productividad de la empresa. El método de regresión cuantílica, sugerido por Koenker y Bassett (1978) como alternativa a los OLS para minimizar los residuos en distribuciones asimétricas, define la distribución de una variable dependiente de forma más detallada que los OLS (puede verse una revisión en Koenker y Hallock, 2001). Los métodos cuantílicos son preferibles a los métodos de regresión habituales por diversos motivos. En primer lugar, la hipótesis de mínimos cuadrados estándar basada en la distribución normal de los errores no encaja con nuestros datos, debido a que los gastos de la innovación presentan una distribución sesgada. En segundo lugar, la regresión cuantílica puede describir la distribución condicional completa de la variable dependiente. Por último, la regresión cuantílica es más eficiente cuando se ocupa de los *outliers* y las distribuciones de *heavy-tailed*.

El trabajo empírico clasifica las empresas en cuatro grupos (manufacturas frente a servicios, intensivas en conocimiento frente a de baja intensidad de conocimiento) y aplica efectos fijos desde el punto de vista sectorial (divisiones CNAE-2009) y desde el punto de vista temporal (2004-2008). Podemos expresar la probabilidad de desarrollar una innovación por medio de la siguiente expresión:

$$\text{inn}_i^* = \beta X_i + \mu_i \quad (1)$$

donde X_i es un vector de los factores determinantes de la innovación, β es un vector de los parámetros que se estiman y μ es un término de error aleatorio. En este modelo binario, la variable dependiente —la probabilidad de innovar— es una variable latente no observable (Greene, 2003). Utilizando inn_i para denotar la variable binaria que indica que la empresa "i" se dedica a hacer innovación, se obtiene:

$$\text{inn}_i = \begin{cases} =1 & \text{if } \text{inn}_i^* > 0 \\ =0 & \text{if } \text{inn}_i^* \leq 0 \end{cases} \quad (2)$$

donde inn es la variable observada binaria, que es igual a 1 si la empresa realiza innovaciones de producto o proceso e igual a 0 en caso contrario. El vector X_i incluye variables relacionadas con las fuentes de I+D, la capacidad absorptiva y las características individuales de la empresa. También se introduce un vector con variables *dummy* sectoriales para captar la heterogeneidad registrada entre los sectores.

La segunda parte del trabajo empírico se aborda mediante una función de producción ampliada. Adoptamos una serie de supuestos que se hacen eco de las aportaciones de Arrow (1962) sobre el potencial de la experiencia acumulada, el aprendizaje y las externalidades, y se enmarcan en los modelos de crecimiento endógeno que defienden la presencia de rendimientos crecientes y efectos externos (Romer, 1986; Lucas, 1988); por otro lado, entre los factores de producción incluiremos los relacionados con las actividades de I+D. En particular, nos interesa adoptar una serie de consideraciones expuestas en su día por Griliches (1979). Su trabajo ha sido el referente habitual de la literatura interesada en analizar la naturaleza y el alcance de las actividades de I+D sobre la productividad a escala de empresas o agregada. La función de producción del tipo Cobb-Douglas³, ampliada con las actividades de I+D, adoptaría una expresión como la siguiente:

$$Y_{it} = AK_{it}^{\alpha} L_{it}^{\beta} R_{it}^{\gamma} e^{\lambda_{it} + \mu} \quad [3]$$

³ La función Cobb-Douglas presenta aquí dos ventajas. En primer lugar, debido a que se ha utilizado en los modelos convencionales de crecimiento, facilita la comparación de los resultados con otras investigaciones. En segundo lugar, al tomar logaritmos, podremos estimar una regresión lineal.

donde R es la dotación de conocimiento o el capital tecnológico de la empresa. Esta variable se puede medir como la inversión anual realizada por la empresa durante el ejercicio t , o bien como el stock del gasto anual neto de I+D acumulado por la empresa. Los parámetros α, β, γ corresponden a elasticidades respecto al capital físico, al trabajo y al conocimiento, respectivamente. Siguiendo el trabajo de Griliches (1979), el parámetro λ indica las características particulares de la empresa y μ recoge las limitaciones respecto a la calidad de los datos, por lo que, en cierto modo, es un indicador de nuestra ignorancia. Aplicando logaritmos a la función de producción [3] se puede reescribir de la siguiente manera:

$$\ln\left(\frac{Y_{i,t}}{L_{i,t}}\right) = \ln(A_{i,t}) + \alpha \ln\left(\frac{K_{i,t}}{L_{i,t}}\right) + \gamma \ln(R_{i,t}) \quad [4]$$

donde los parámetros α y γ corresponden a las elasticidades del producto respecto a cada uno de los factores. Cuando incorporamos una serie de variables relacionadas con el conocimiento, la capacidad absorbente y las características de la empresa, obtenemos la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{Y_{i,t}}{L_{i,t}}\right) = & \delta_0 + \delta_1 \ln(RDint_{i,t}) + \delta_2 \ln(RDext_{i,t}) + \delta_3 (Coop_{i,t}) + \delta_4 AC_{i,t} + \\ & + \delta_5 \ln(Size_{i,t}) + \delta_6 \ln\left(\frac{K_{i,t}}{L_{i,t}}\right) + \delta_7 Group_{i,t} + \delta_8 \ln(MarketShare_{i,t}) + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad [5]$$

donde $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5, \delta_6, \delta_7, \delta_8$ son elasticidades respecto a la intensidad de los gastos de la I+D interna, la intensidad de los gastos de la I+D externa, la cooperación, la capacidad absorbente, el tamaño, la intensidad de la inversión, la pertenencia a un grupo y la cuota de mercado, respectivamente.

A continuación observaremos cómo una serie de variables relacionadas con el conocimiento, la capacidad absorbente y las características de la empresa inciden sobre su productividad. Con todo, no debemos descartar la posibilidad de que los resultados obtenidos sean un reflejo de los sesgos de endogeneidad y simultaneidad habituales en estas estimaciones. Para asegurar la robustez de nuestros resultados, y siguiendo las propuestas de Coad (2008) y Raymond et al. (2010), entre otros, las variables explicativas se retrasan un periodo respecto a la variable que se explica. El modelo que estimar sería el siguiente:

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{Y_{i,t}}{L_{i,t}}\right) = & \delta_0 + \delta_1 \ln(RDint_{i,t-1}) + \delta_2 \ln(RDext_{i,t-1}) + \delta_3 (Coop_{i,t-1}) + \delta_4 AC_{i,t-1} + \\ & + \delta_5 \ln(Size_{i,t-1}) + \delta_6 \ln\left(\frac{K_{i,t-1}}{L_{i,t-1}}\right) + \delta_7 Group_{i,t-1} + \delta_8 \ln(MarketShare_{i,t-1}) + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad [6]$$

4. Datos

4.1 Muestra

El Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) recoge nutrida información sobre los aspectos más relevantes de un número considerable de empresas manufactureras y de servicios. Una de las ventajas de PITEC en relación con las fuentes de datos transversales de las encuestas de innovación tecnológica es su dimensión temporal, que permite obtener estimaciones mucho más precisas de la evolución de las empresas y, además, facilita la obtención de datos más robustos, que reflejan mejor la dimensión heterogénea de las poblaciones de empresas.

Con todo, deberíamos subrayar también algunas limitaciones, como la “subjetividad” de algunas preguntas. En este sentido, la valoración del carácter innovador de una actividad particular depende en parte del punto de vista de la persona que responde la encuesta. No obstante, la evidencia ofrecida por Mairesse y Mohnen (2004) sugiere que las medidas subjetivas parecen ser consistentes con las medidas más objetivas de la innovación. La depuración de la fuente primaria de datos también constituye una tarea clave de la presente investigación. Asimismo, es importante proceder a una limpieza de la base de datos (tratamiento de *missing*, ratios excesivamente dispares en relación con los valores medios del sector, etc.). Tras depurar la base de datos, la muestra utilizada en este trabajo pasa de las 12.813 empresas iniciales a 5.790 empresas.

Las operaciones más relevantes que se han tenido en cuenta a lo largo del proceso de depuración son las siguientes: *a)* los datos de la encuesta abarcan el periodo 2004-2008; *b)* los sectores seleccionados son las manufacturas y los servicios, distinguiendo entre sectores con alta intensidad tecnológica y sectores con baja intensidad tecnológica; *c)* solo incluimos en nuestra muestra las empresas que han sido observadas en la base de datos a lo largo de al menos cuatro años, las empresas que no experimentaron una fusión o adquisición y las empresas con 10 o más trabajadores.

4.2 Variables y estadísticos descriptivos

La variable productividad (Y/L) la medimos como las ventas por trabajador. La variable intensidad de la I+D interna ($RD\ int$) la definimos como los gastos de la I+D interna por trabajador; y la variable intensidad de la I+D externa, $RD\ ext$, mediante los gastos de la I+D externa por trabajador. En cuanto a la variable cooperación ($Coop$), se trata de una variable binaria que distingue entre empresas que no cooperan, codificadas con un 0, y aquellas que sí que lo hacen, que se codifican con un 1.

Consideramos dos tipos de capacidad absorptiva expuestos anteriormente: el primero permite a una empresa escanear el entorno exterior y el segundo permite integrar en sus propias actividades el conocimiento general desarrollado en

cualquier lugar. Debido al hecho de que los *spillovers* de conocimiento no se pueden medir directamente, utilizamos las variables disponibles que mejor se adecuan a la definición de los dos tipos de capacidad absorptiva comentados.

Siguiendo el trabajo de Arbussà y Coenders (2007), para aproximar el primer tipo de capacidad absorptiva, utilizamos las respuestas a las preguntas sobre la importancia para la innovación de las fuentes externas de información: fuentes de información del mercado (MARKET), que incluyen a clientes y competidores; instituciones públicas (PUBLIC), que incluyen universidades, centros tecnológicos y otras instituciones públicas de investigación; y otras fuentes (OTHERS), que incluyen congresos, revistas científicas, publicaciones técnicas, ferias, exposiciones, etc. Dado que las respuestas a esas preguntas están teñidas de subjetividad, creemos que reflejan no tanto cuán disponible está el conocimiento en un determinado sector como el uso real y la absorción por parte de la empresa.

Tabla 1: Estadísticos descriptivos (valores medios) para el periodo 2004-2008						
	Empresas Manufactureras con Alta Intensidad Tecnológica			Empresas Manufactureras con Baja Intensidad Tecnológica		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%
Productividad	54.121,36	131.558,00	296.346,30	46.422,09	118.781,40	306.434,20
RD interna	4.320,46	4.753,92	6.184,36	1.027,44	1.834,62	2.231,44
RD externa	772,35	713,91	2.689,05	163,50	412,69	507,14
Cooperación	0,24	0,29	0,39	0,15	0,27	0,32
MARKET	2,55	2,45	2,32	2,83	2,67	2,58
PUBLIC	3,36	3,32	3,15	3,54	3,37	3,28
OTHERS	3,00	2,90	2,80	3,10	3,04	2,94
INTERNAL	2,85	2,80	2,90	2,81	2,80	2,91
Tamaño	80,70	109,20	217,94	99,45	117,56	211,73
Inversión	7.348,61	9.323,34	14.751,80	3.483,32	15.086,87	21.902,84
Grupo	0,17	0,30	0,58	0,12	0,27	0,50
Cuota Mercado (%)	0,04	0,07	0,28	0,02	0,06	0,23
Nº Observaciones	9.625			12.330		
	Servicios intensivos en conocimiento			Otros Servicios		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%
Productividad	18.144,98	50.372,84	116.220,20	14.515,26	65.270,32	322.918,80
RD interna	2.061,04	12.972,74	19.370,90	483,69	863,09	970,63
RD externa	1.689,80	1.043,90	2.311,08	23,07	115,51	927,00
Cooperación	0,50	0,37	0,42	0,14	0,24	0,37
MARKET	2,46	2,46	2,36	3,09	3,14	2,61
PUBLIC	2,72	3,08	3,09	3,43	3,42	3,58
OTHERS	2,59	2,79	2,76	3,20	3,02	3,09
INTERNAL	2,76	2,81	2,78	3,17	3,19	3,19
Tamaño	106,59	139,03	99,77	493,25	498,82	943,41
Inversión	6.031,14	5.205,31	14.709,13	1.428,80	15.583,03	69.809,91
Grupo	0,18	0,23	0,38	0,17	0,37	0,62
Cuota Mercado (%)	0,08	0,10	0,33	0,01	0,03	0,47
Nº Observaciones	3.254			2.580		
Fuente: PITEC						
Nota: La Productividad está expresada en euros; la R&D interna, la R&D externa y la Inversión están expresadas en euros por trabajador y el tamaño en trabajadores.						

Siguiendo también el trabajo de Arbussà y Coenders (2007), utilizamos como *proxy* para el segundo tipo de capacidad absorptiva las respuestas a las preguntas sobre las barreras internas que dificultan la innovación de la empresa (INTERNAL): a) falta de personal cualificado, b) falta de información tecnológica y c) falta de información sobre los mercados. En la línea de Arbussà y Coenders (2007),

construimos estas variables mediante la *summated scale*. Estas variables toman valores de 1 a 4.

La variable tamaño (*Size*) la definimos a partir del número de trabajadores. La variable inversión (*K/L*) mide la inversión bruta de bienes materiales por trabajador. La variable grupo (*Group*) es una variable binaria que distingue entre empresas independientes, codificadas con un 0, y aquellas que pertenecen a un grupo, que se codifican con un 1. En cuanto a la variable cuota de mercado (*MarketShare*), la definimos como las ventas de la empresa divididas por el valor de las ventas de su sector. Las ventas del sector, finalmente, las hemos obtenido del INE.

La tabla 1 muestra los estadísticos descriptivos de las variables utilizadas a lo largo del trabajo. Para las empresas manufactureras, la información procedente del mercado, las instituciones públicas y otras fuentes tiene mayor importancia cuando se encuentran cerca de la frontera tecnológica; estas mismas empresas, por otra parte, son las que tienen menos dificultad para encontrar personal cualificado, etc. En cambio, en los servicios intensivos en conocimiento, la información procedente del mercado es más importante para las empresas que están cerca de la frontera, mientras que la información procedente de las instituciones públicas y de otras fuentes es más relevante para las empresas que están lejos de ella; estas empresas, asimismo, tienen mayores dificultades para encontrar personal cualificado, etc. Si atendemos ahora a las empresas que pertenecen a los servicios poco intensivos en conocimiento, se observa que la información procedente del mercado y otras fuentes de información es más importante para las empresas que están cerca de la frontera tecnológica; en cambio, la información procedente de las instituciones públicas es más importante para las empresas que están lejos de ella. Estas empresas también tienen más dificultades para encontrar personal cualificado, etc.

5. Resultados

En esta sección se comentan los resultados más relevantes obtenidos a lo largo del trabajo empírico. En la primera etapa, por medio de una estimación *probit*, abordamos cómo las fuentes vinculadas a la I+D y a la capacidad absorptiva inciden sobre la probabilidad de llevar a cabo innovaciones de producto, proceso o ambas. En la segunda etapa, se aplica una regresión cuantílica para estimar la elasticidad de la productividad respecto a una serie de fuentes determinantes del potencial innovador de las empresas españolas. Los resultados obtenidos en las regresiones cuantílicas facilitan el valor de cada parámetro para los cien centiles de la distribución, de modo que se ofrece un notable detalle sobre los cambios que experimenta la elasticidad de la productividad según la posición que ocupa cada empresa respecto a la frontera tecnológica.

La evidencia empírica obtenida es relevante y ofrece matices de gran interés en relación con los resultados precedentes. Algunos autores, al estimar la relación

causal entre el esfuerzo de I+D y el resultado obtenido, llegan a resultados ambiguos. Por ejemplo, Benavente (2006) encuentra que la intensidad de la I+D de las empresas manufactureras chilenas tiene un impacto negativo sobre la innovación; por su parte, Ebersberger (2010) halla que la intensidad de la I+D en las empresas manufactureras de Finlandia tiene un impacto positivo sobre la innovación y que, a medida que las empresas se aproximan a la frontera, ese impacto es mayor; Segarra (2010), por su parte, muestra que la intensidad de la I+D de las empresas manufactureras españolas con alta intensidad tecnológica y de las empresas españolas que pertenecen a servicios intensivos en conocimiento tienen un impacto positivo sobre la productividad, mientras que el impacto es negativo para las empresas manufactureras españolas con baja intensidad tecnológica.

Los resultados de la tabla 2 indican que, en el caso de las empresas manufactureras de alta intensidad tecnológica, la probabilidad de innovar aumenta de manera significativa si la empresa coopera, si aumenta la importancia de la información procedente del mercado y de otras fuentes, como las conferencias, etc., y si disminuye su dificultad para captar personal cualificado, etc. En el caso de las empresas con baja intensidad tecnológica, esta probabilidad también puede aumentar si la empresa realiza más I+D interna, si coopera y si aumenta la importancia de la información procedente del mercado y de otras fuentes, como las conferencias, etc.

Tabla 2: Estimaciones probit sobre los determinantes de las innovaciones				
	Empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica	Empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica	Servicios intensivos en conocimiento	Otros Servicios
<i>Factores relacionados con el conocimiento</i>				
R&D interna	0,0354 (0,0450)	0,2123 (0,0385)***	0,0343 (0,0812)	-0,0680 (0,1056)
R&D externa	-0,0448 (0,0342)	-0,0405 (0,0329)	0,0232 (0,0565)	(0,1065 (0,0896)
Cooperación	0,4305 (0,0896)***	0,3602 (0,0862)***	0,7788 (0,1750)***	0,2530 (0,2551)
<i>Capacidad Absortiva Externa</i>				
MARKET	-0,0441 (0,0545)***	-0,1570 (0,0512)***	-0,1271 (0,0935)	0,0368 (0,1603)
PUBLIC	0,2715 (0,0581)***	0,1165 (0,0573)**	0,0510 (0,1217)	0,2836 0,1812
OTHERS	-0,2056 (0,0686)***	-0,2015 (0,0622)***	-0,5458 (0,1281)***	-0,3156 (0,2000)
<i>Capacidad Absortiva Interna</i>				
INTERNAL	0,1599 (0,0597)***	0,0452 (0,0572)	0,0277 (0,1106)	-0,2918 (0,2066)
Dummies Sectoriales	Si	Si	Si	Si
Dummies Temporales	Si	Si	Si	Si
[pseudo]R ²	0,0966	0,1111	0,2504	0,1431
Observaciones	2.856	2.493	874	286
Fuente: PITEC				
*Significativo al 10%; **significativo al 5%; ***significativo at 1%; errores estándar entre paréntesis				

En cuanto a las empresas que operan en los servicios KIS, la probabilidad de innovar aumenta de manera significativa si la empresa coopera con otros partners

y si para ella cobra más importancia la información procedente de otras fuentes (conferencias, reuniones, ferias, congresos, etc.). Respecto a las variables relativas a las características de la empresa (tamaño de la empresa, inversión en activos físicos, pertenencia a un grupo y cuota de mercado), son altamente significativos y presentan el signo esperado.

En las tablas 3 y 4 hallamos la evidencia empírica de las regresiones cuantílicas que vinculan las fuentes y los resultados de las actividades innovadoras con la productividad. Con ello podemos observar los efectos de las variables independientes respecto a la eficiencia relativa de cada empresa. Las tablas 3 y 4 presentan cinco estimaciones (cuantiles 0,10; 0,25; 0,50; 0,75; 0,90). En particular, resulta práctico realizar un contraste entre las empresas más ineficientes, situadas lejos de la frontera tecnológica (10%), y las empresas que se encuentran cerca de ella (90%). Los parámetros de la regresión cuantílica se han calculado por medio de *bootstrapped standard errors* (200 reproducciones).⁴ Los coeficientes de la regresión cuantílica se pueden interpretar como el cambio marginal de y en el cuantil θ th debido al cambio marginal en el regresor particular, $\Delta Q_\theta(y_i | x_i) / \Delta x$.

En concreto, la tabla 3 muestra que los gastos en I+D interna tienen un impacto negativo para las empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica que están situadas lejos de la frontera tecnológica, mientras que ese impacto se vuelve positivo a medida que las empresas se acercan a la frontera. En cambio, los gastos de la I+D externa siempre tienen un impacto positivo, que aumenta a medida que las empresas se acercan a la frontera. Estos resultados indican que la I+D interna y la I+D externa tienen un efecto de coexistencia, a diferencia de lo que apuntan otros trabajos, que obtienen un efecto de sustitución (Segarra y Teruel, 2011). Además, la cooperación tiene un impacto negativo sobre la productividad para las empresas que están lejos de la frontera, si bien ese impacto decrece a medida que las empresas se acercan a la frontera; así hasta alcanzar un impacto positivo en las empresas que están más cerca de ella.⁵ Entre las fuentes generadoras de conocimiento, los gastos en la adquisición de I+D externa son los que tienen mayor impacto sobre la productividad.

En cuanto a los factores relacionados con la capacidad absorptiva de las empresas con alta intensidad tecnológica, observamos que la información procedente del mercado (MARKET) tiene un impacto positivo sobre la productividad en las empresas que se encuentran más lejos de la frontera. Esto quiere decir que, cuando estas empresas disminuyen la importancia de la información del mercado, aumenta su productividad. Ahora bien, a medida que esas empresas se mueven

⁴ En el procedimiento de *bootstrap resampling*, los parámetros de la regresión cuantílica permanecen inalterados, pues solo se ven afectados los niveles de significancia y las estimaciones del error estándar.

⁵ En Segarra (2010), la estrategia relacionada con la cooperación en I+D también presenta un impacto negativo sobre la productividad, sin distinguir si las empresas se hallan cerca de la frontera o lejos de ella.

hacia la frontera, observamos que ese impacto pasa a ser negativo; es decir, si disminuye la importancia de la información del mercado, entonces esto afecta de manera negativa a su productividad.

En cambio, la información procedente de las instituciones públicas (PUBLIC) tiene un impacto positivo sobre la productividad; es decir, si la empresa disminuye la importancia de este tipo de información, aumenta su productividad. En este caso, las instituciones públicas quizás deberían plantearse la posibilidad de hacer llegar la información a las empresas de otra manera, para que la consideren importante.

La información procedente de otras fuentes (OTHERS), como por ejemplo, conferencias, etc., tiene un impacto negativo sobre la productividad. Como en el caso de la información procedente del mercado, una disminución de la importancia de este tipo de información disminuye la productividad de la empresa; y ese impacto negativo aumenta a medida que las empresas se acercan a la frontera.

Por último, la dificultad que tienen las empresas para captar personal cualificado, etc. (INTERNAL) tiene un impacto positivo sobre la productividad. Esto quiere decir que, a medida que la dificultad disminuye, el impacto sobre la productividad es positivo. Asimismo, observamos que ese impacto es mayor en las empresas que están más lejos de la frontera tecnológica y que disminuye a medida que las empresas se aproximan a la frontera.

Es preciso apuntar también que, entre todos los factores relacionados con la capacidad absorptiva, son la información procedente de las instituciones públicas (PUBLIC) y la dificultad de las empresas para captar personal cualificado, etc. (INTERNAL) los que tienen mayor significación.

Respecto a las características de las empresas con alta intensidad tecnológica, podemos observar que su tamaño tiene un impacto positivo cuando se encuentran lejos de la frontera, y que ese impacto disminuye a medida que se aproximan a la frontera, hasta llegar a ser negativo en el caso de las empresas más próximas a la frontera.

En cambio, la inversión, la pertenencia a un grupo y la cuota de mercado tienen, en general, un impacto positivo sobre la productividad, impacto que aumenta a medida que las empresas se acercan a la frontera. Podemos añadir que casi todas estas variables son significativas. Los resultados, por otra parte, están en la línea de trabajos como el de Segarra y Teruel (2011).

Tabla 3: Regresiones cuantílicas de los determinantes de la productividad (Manufacturas)						
	OLS	Regresión Cuantílica				
		10%	25%	50%	75%	90%
Empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica (2.480 observaciones)						
Factores relacionados con el conocimiento						
R&D interna	0,0014 (0,0134)	-0,0243 (0,0249)	0,0157 (0,0156)	0,0112 (0,0148)	0,0293 (0,0148)**	0,0237 (0,0225)
R&D externa	0,0357 (0,0090)***	0,0290 (0,0176)	0,0273 (0,0106)**	0,0334 (0,0103)**	0,0429 (0,0099)***	0,0518 (0,0163)***
Cooperación	-0,0170 (0,0263)	-0,0551 (0,0435)	-0,0558 (0,0279)**	-0,0295 (0,0255)	-0,0061 (0,0342)	0,0283 (0,0450)
Capacidad Absortiva Externa						
MARKET	0,0033 (0,0159)	0,0514 (0,0240)**	-0,0136 (0,0160)	-0,0185 (0,0166)	-0,0289 (0,0218)	-0,0280 (0,0302)
PUBLIC	0,0640 (0,0171)***	0,0477 (0,0287)*	0,0340 (0,0197)*	0,0604 (0,0165)**	0,0826 (0,0219)***	0,0602 (0,0288)**
OTHERS	-0,0315 (0,0193)	-0,0554 (0,0309)*	-0,0057 (0,0209)	-0,0274 (0,0214)	-0,0297 (0,0264)	-0,0409 (0,0321)
Capacidad Absortiva Interna						
INTERNAL	0,0510 (0,0181)***	0,0618 (0,0291)**	0,0597 (0,0223)***	0,0422 (0,0163)***	0,0517 (0,0271)*	0,0591 (0,0283)**
Características de la empresa						
Tamaño	0,0943 (0,0127)***	0,1650 (0,0245)***	0,1210 (0,0190)***	0,0778 (0,0155)***	0,0249 (0,0273)	-0,1240 (0,0481)***
Inversión	0,0496 (0,0086)***	0,0658 (0,0152)***	0,0389 (0,0122)***	0,0402 (0,0097)***	0,0496 (0,0115)***	0,0771 (0,0149)***
Grupo	0,2640 (0,0297)***	0,2020 (0,0558)***	0,1860 (0,0418)***	0,2090 (0,0311)***	0,3140 (0,0449)***	0,3840 (0,0503)***
Cuota Mercado	0,0747 (0,0138)***	0,0126 (0,0273)	0,0659 (0,0255)***	0,0750 (0,0383)*	0,1770 (0,0915)*	0,6510 (0,1820)***
Dummies Sectoriales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Dummies Temporales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Pseudo-R ²	0,2464	0,1440	0,1478	0,1444	0,1537	0,1908
Empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica (2.174 observaciones)						
Factores relacionados con el conocimiento						
R&D interna	-0,0440 (0,0137)***	-0,0129 (0,0209)	-0,0152 (0,0138)	-0,0263 (0,0167)	-0,0491 (0,0170)***	-0,0641 (0,0201)***
R&D externa	0,0322 (0,0109)***	0,0236 (0,0148)	0,0259 (0,0120)**	0,0448 (0,0115)***	0,0272 (0,0123)**	0,0102 (0,0199)
Cooperación	0,0191 (0,0297)	0,1060 (0,0425)**	0,0240 (0,0356)	-0,0031 (0,0304)	0,0172 (0,0395)	0,0277 (0,0539)
Capacidad Absortiva Externa						
MARKET	0,0003 (0,0175)	-0,0153 (0,0284)	-0,0292 (0,0178)	0,0004 (0,0208)	0,0096 (0,0229)	0,0017 (0,0302)
PUBLIC	0,0011 (0,0194)	0,0153 (0,0275)	0,0027 (0,0224)	-0,0055 (0,0229)	0,0088 (0,0270)	-0,0277 (0,0377)
OTHERS	-0,0199 (0,0208)	-0,0524 (0,0310)*	-0,0239 (0,0210)	0,0089 (0,0242)	0,0192 (0,0280)	0,0163 (0,0353)
Capacidad Absortiva Interna						
INTERNAL	0,0602 (0,0199)***	0,0507 (0,0281)*	0,0339 (0,0214)	0,0476 (0,0215)**	0,0443 (0,0233)*	0,0632 (0,0337)*
Características de la empresa						
Tamaño	0,0462 (0,0167)***	0,1490 (0,0229)***	0,1080 (0,0220)***	0,0605 (0,0222)***	-0,0846 (0,0270)***	-0,3590 (0,0497)***
Inversión	0,0805 (0,0097)***	0,0836 (0,0143)***	0,0688 (0,0108)***	0,0696 (0,0100)***	0,0763 (0,0140)***	0,0498 (0,0158)***
Grupo	0,2310 (0,0330)***	0,0613 (0,0488)	0,1220 (0,0364)***	0,1830 (0,0308)***	0,2860 (0,0462)***	0,3010 (0,0537)***
Cuota Mercado	0,4030 (0,0426)***	0,2200 (0,0544)***	0,3010 (0,0483)***	0,4730 (0,1200)***	0,9960 (0,2080)***	2,2820 (0,3780)
Dummies Sectoriales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Dummies Temporales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Pseudo-R ²	0,2544	0,1536	0,1372	0,1562	0,1876	0,2017
Fuente: PITEC						
Nota: La R&D interna, la R&D externa, el Tamaño y la Inversión están expresados en logs; la Cooperación, y el Grupo son variables dummy; la MARKET, la PUBLIC, la OTHERS, la INTERNAL toman valores de 1 a 4 y la Cuota de Mercado está en %.						
*Significativo al 10%; **significativo al 5%; ***significativo al 1%; errores estándar entre paréntesis						

La Tabla 3 nos muestra los resultados de la regresión para las empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica. En este caso, a diferencia de lo

que ocurría con las empresas con alta intensidad tecnológica, los gastos de I+D interna tienen un impacto negativo sobre la productividad. Y este impacto es mayor a medida que las empresas se aproximan a la frontera. En cambio, coincidiendo con las empresas con alta intensidad tecnológica, los gastos de R&D externa tienen un impacto positivo sobre la productividad. Podríamos decir que en este caso, la R&D interna y la R&D externa tienen un efecto sustitución.

Contrariamente a la evidencia hallada entre las manufacturas de alta intensidad tecnológica, la cooperación tiene un impacto positivo sobre la productividad en casi todas las empresas manufactureras de baja intensidad tecnológica. Segarra (2010) también encuentra un efecto negativo para estas empresas, aunque no considera si las empresas están cerca o lejos de la frontera.

Respecto a los factores relacionados con la capacidad absorbente, observamos que tanto la información procedente del mercado (MARKET) como la información procedente de otras fuentes (OTHERS) tienen un impacto negativo sobre la productividad en las empresas que se encuentran lejos de la frontera tecnológica y, en cambio, tienen un impacto positivo para las empresas que se encuentran cerca de ella. Lo contrario sucede con la información procedente de las instituciones públicas (PUBLIC).

La única variable que es significativa para prácticamente todas las empresas, y que tiene un impacto positivo sobre la productividad, es la que explica la dificultad que tienen para contratar personal cualificado, etc. (INTERNAL). Al igual que pasaba con las empresas con alta intensidad tecnológica, podemos apuntar que, a medida que disminuye esta dificultad, aumenta la productividad de las empresas.

En referencia a las características de la empresa, observamos que las variables tamaño, pertenencia a un grupo y cuota de mercado se comportan prácticamente igual que en las empresas con alta intensidad tecnológica. En cambio, la inversión, aunque tiene un impacto positivo sobre la productividad, ve disminuida su magnitud a medida que las empresas se aproximan a la frontera, a diferencia de lo que pasaba con las empresas de alta intensidad tecnológica. El trabajo de Segarra y Teruel (2011), entre otros, encuentra resultados similares respecto al comportamiento de estas variables.

La tabla 4 nos muestra los resultados de las regresiones para los servicios. En concreto, en el caso de los servicios intensivos en conocimiento, observamos que tanto los gastos en I+D interna como la cooperación tienen un impacto negativo sobre la productividad, tanto si la empresa se encuentra lejos como si se encuentra cerca de la frontera; en cambio, ese impacto es positivo para las empresas que se encuentran a medio camino de la frontera. Si nos fijamos en los gastos de la I+D externa, observamos que, al igual que sucedía con las manufacturas, tienen un impacto positivo sobre la productividad. Asimismo, es preciso añadir que, de las tres fuentes de la innovación, solo los gastos en I+D externa son significativos.

Respecto a los factores relacionados con la capacidad absorptiva, observamos que apenas son significativos para las empresas de los servicios intensivos en conocimiento. Únicamente cabe notar la excepción de la información procedente de instituciones públicas (PUBLIC), que, al igual que pasaba con las manufacturas con alta intensidad tecnológica, tiene un impacto positivo sobre la productividad.

En relación con las características de las empresas pertenecientes a los servicios intensivos en conocimiento, podemos decir que, a diferencia de lo que pasaba en las empresas manufactureras, el tamaño tiene un impacto positivo para todas las empresas, tanto para las que están lejos de la frontera como para las que están cerca de ella. Asimismo, al igual que ocurría con las empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica, la inversión, la pertenencia a un grupo y la cuota de mercado tienen un impacto positivo sobre la productividad de las empresas que pertenecen a los servicios intensivos en conocimiento. Estas variables son prácticamente significativas para todas estas empresas.

En las empresas que pertenecen a los otros servicios (tabla 4), los gastos en I+D propia tienen un impacto negativo sobre la productividad, mientras que los gastos en I+D externa presentan un signo positivo, de modo que puede afirmarse que, en estas empresas, se da un efecto de sustitución entre ambas fuentes. Al igual que sucedía con las empresas de alta intensidad tecnológica, la cooperación tiene un impacto negativo sobre la productividad para las empresas que están lejos de la frontera, si bien ese impacto negativo disminuye a medida que las empresas se acercan a la frontera, hasta alcanzar un impacto positivo en las empresas que están más cerca de ella. También observamos que, de los tres factores relacionados con el conocimiento, los gastos en I+D externa son los que tienen mayor impacto sobre la productividad y los más significativos, sobre todo para las empresas próximas a la frontera.

Respecto a los factores relacionados con la capacidad absorptiva, observamos que la única variable significativa para todas las empresas es la información procedente del mercado (MARKET). Esta variable tiene un impacto negativo sobre la productividad; es decir, a medida que disminuye la importancia de este tipo de información, disminuye la productividad de la empresa.

Por otra parte, en relación con las características de la empresa, observamos que el tamaño tiene un impacto negativo sobre la productividad en las empresas más alejadas de la frontera y también en las empresas que se hallan más cerca de ella. En cambio, ese impacto es positivo en las empresas que se encuentran a medio camino, aunque solo es verdaderamente significativo para las empresas que están cerca de la frontera.

La inversión de las empresas que pertenecen a otros servicios, al igual que sucedía con las empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica, tiene un impacto positivo sobre la productividad, aunque su magnitud disminuye a medida

que las empresas se acercan a la frontera. Esta variable es significativa para todas las empresas.

Tabla 4: Regresiones cuantílicas de los determinantes de la productividad (Servicios)						
	OLS	Regresión Cuantílica				
		10%	25%	50%	75%	90%
Servicios intensivos en conocimiento (879 observaciones)						
Factores relacionados con el conocimiento						
R&D interna	-0,0205 (0,0274)	-0,0154 (0,0636)	0,0394 (0,0471)	0,0140 (0,0337)	0,0084 (0,0320)	-0,0186 (0,0465)
R&D externa	0,0940 (0,0193)***	0,1350 (0,0520)***	0,0568 (0,0312)*	0,0685 (0,0200)***	0,0933 (0,0293)***	0,0914 (0,0327)***
Cooperación	-0,0164 (0,0605)	-0,0028 (0,1300)	0,0462 (0,0684)	0,0361 (0,0609)	0,0120 (0,0792)	-0,1840 (0,1340)
Capacidad Absortiva Externa						
MARKET	-0,0679 (0,0334)**	-0,0480 (0,0685)	-0,0608 (0,0539)	-0,0789 (0,0386)**	-0,0496 (0,0362)	0,0452 (0,0740)
PUBLIC	0,1150 (0,0351)***	0,0854 (0,0737)	0,1090 (0,0420)***	0,1290 (0,0405)***	0,0711 (0,0464)	0,1200 (0,0656)*
OTHERS	-0,0111 (0,0385)	-0,1150 (0,0923)	-0,0359 (0,0538)	-0,0378 (0,0410)	0,0426 (0,0444)	-0,0423 (0,0642)
Capacidad Absortiva Interna						
INTERNAL	0,0151 (0,0368)	0,0003 (0,0770)	-0,0294 (0,0466)	-0,0430 (0,0462)	-0,0180 (0,0439)	-0,0071 (0,0656)
Características de la empresa						
Tamaño	0,1490 (0,0254)***	0,2480 (0,0519)***	0,1650 (0,0311)***	0,0658 (0,0282)**	0,0814 (0,0342)**	0,1290 (0,0496)***
Inversión	0,1050 (0,0168)***	0,0740 (0,0317)**	0,0704 (0,0234)***	0,0793 (0,0197)***	0,1030 (0,0201)***	0,1040 (0,0338)***
Grupo	0,3120 (0,0625)***	0,1140 (0,1450)	0,2470 (0,0885)***	0,3080 (0,0690)***	0,2930 (0,0887)***	0,5890 (0,1540)***
Cuota Mercado	0,0695 (0,0206)***	0,0597 (0,0244)**	0,0794 (0,0190)***	0,0875 (0,0183)***	0,0475 (0,0345)	0,0778 (0,0622)
Dummies Sectoriales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Dummies Temporales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Pseudo-R ²	0,2755	0,1654	0,1390	0,1270	0,1453	0,2102
Otros servicios (261 observaciones)						
Factores relacionados con el conocimiento						
R&D interna	-0,0522 (0,0589)	-0,2020 (0,1160)*	-0,0038 (0,0738)	-0,0006 (0,0540)	-0,0775 (0,0586)	-0,0871 (0,0815)
R&D externa	0,1260 (0,0452)***	0,1490 (0,1050)	0,0973 (0,0642)	0,1090 (0,0446)**	0,1710 (0,0457)***	0,1320 (0,0493)***
Cooperación	-0,1340 (0,1360)	-0,6320 (0,2670)**	-0,1060 (0,1700)	-0,1450 (0,1460)	-0,0655 (0,1330)	0,0650 (0,1760)
Capacidad Absortiva Externa						
MARKET	-0,3480 (0,0818)***	-0,4290 (0,1570)***	-0,2520 (0,1200)**	-0,2350 (0,1070)**	-0,3650 (0,0867)***	-0,2420 (0,0986)**
PUBLIC	0,1080 (0,0990)	-0,0854 (0,1700)	0,0953 (0,0909)	0,0926 (0,0954)	0,0012 (0,1290)	-0,0024 (0,1410)
OTHERS	0,3260 (0,0971)***	0,3060 (0,1650)*	0,0990 (0,1200)	0,1630 (0,1250)	0,3740 (0,1480)**	0,410 (0,1150)
Capacidad Absortiva Interna						
INTERNAL	0,0509 (0,1000)	0,1280 (0,1950)	0,2090 (0,1220)*	0,1140 (0,1160)	0,0050 (0,1250)	-0,1200 (0,1420)
Características de la empresa						
Tamaño	-0,0404 (0,0530)	-0,0481 (0,1050)	0,1050 (0,0673)	0,0592 (0,0715)	0,0070 (0,0613)	-0,1680 (0,0950)*
Inversión	0,1180 (0,0301)***	0,2310 (0,0611)***	0,2070 (0,0402)***	0,1530 (0,0444)***	0,0906 (0,0408)**	0,0967 (0,0414)**
Grupo	1,1030 (0,1510)***	1,3580 (0,4350)	0,6110 (0,2280)***	0,8500 (0,1860)***	0,9280 (0,1820)***	1,0110 (0,2470)
Cuota Mercado	0,1460 (0,0427)***	0,1290 (0,0724)*	0,0485 (0,0480)	0,0568 (0,0540)	0,1510 (0,1530)	0,6020 (0,3930)
Dummies Sectoriales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Dummies Temporales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Pseudo-R ²	0,4451	0,3355	0,2967	0,2903	0,2762	0,3098
Fuente: PITEC						
Nota: La R&D interna, la R&D externa, el Tamaño y la Inversión están expresados en logs; la Cooperación, y el Grupo son variables dummy; la MARKET, la PUBLIC, la OTHERS, la INTERNAL toman valores de 1 a 4 y la Cuota de Mercado está en %.						
*Significativo al 10%; **significativo al 5%; ***significativo al 1%; errores estándar entre paréntesis						

Finalmente, la pertenencia a un grupo, al igual que la cuota de mercado, tienen un impacto positivo sobre la productividad para todas las empresas. Con todo, la pertenencia a un grupo solo es verdaderamente significativa para las empresas que se encuentran a medio camino de la frontera; en cambio, la cuota de mercado solo es significativa para las empresas que están lejos de la frontera.

6. Conclusiones

La extensa literatura empírica sobre las fuentes y los efectos de las prácticas innovadoras en la empresa no ha dejado de aumentar desde la aparición del primer cuestionario CIS coordinado por la OCDE. El balance es satisfactorio y supone un gran salto hacia delante en el estado de la cuestión. Sin embargo, la diversidad de situaciones territoriales, sectoriales y de sistemas nacionales de innovación genera algunos rasgos diferenciales que limitan la aplicación directa de esquemas simples. En la Unión Europea, la Estrategia de Lisboa de 2000 cometió el error de tratar a todos los países por igual, sin considerar las diferencias de partida. En este trabajo se presenta cierta evidencia, desde el punto de vista microeconómico, sobre los elementos determinantes de la innovación y, en segunda instancia, sobre los efectos de las fuentes de la I+D y la innovación sobre la productividad. En concreto, se subraya el papel de los factores determinantes de la capacidad de absorción y su incidencia sobre la productividad según la distancia de las empresas respecto a la frontera tecnológica. Para ello, hemos realizado un análisis empírico a partir de un panel de 5.790 empresas durante el periodo 2004-2008.

Los resultados empíricos se pueden resumir como sigue. En primer lugar, de los tres factores relacionados con el conocimiento, los gastos en I+D externa son los que tienen un impacto mayor sobre la productividad y mayor significación para todas las empresas. En segundo lugar, entre los factores relacionados con la capacidad absorptiva, la información procedente del mercado es relevante y muestra el signo esperado entre las empresas que pertenecen a los servicios no intensivos en conocimiento; en cambio, la información procedente de las instituciones públicas es significativa para las empresas de las manufacturas de alta intensidad tecnológica y las empresas de los servicios intensivos en conocimiento, aunque con el signo contrario a lo esperado. La información procedente de otras fuentes (ferias, congresos, reuniones de trabajo, etc.) se muestra relevante y con el signo esperado entre las empresas de las manufacturas cuando se encuentran lejos de la frontera, tanto en los sectores de alta intensidad tecnológica como de baja intensidad tecnológica, y la variable que mide la dificultad de las empresas para contratar personal cualificado es significativa, con el signo esperado, en las manufacturas. En tercer lugar, las variables que capturan los rasgos individuales de la empresa son, prácticamente, todas significativas, aunque la elasticidad del nivel de la productividad no siempre coincide, según el sector al que pertenezca la empresa.

Un resultado preocupante que hemos encontrado es que las empresas no perciben como un activo estratégico de primer orden la información procedente de las instituciones públicas, ya sea de las administraciones o de las instituciones científicas y tecnológicas. De los resultados se desprende la conveniencia de que las instituciones públicas, y en particular las universidades y sus estructuras, adapten los canales de transmisión de conocimiento a un entorno global más dinámico y que demanda una respuesta más directa y rápida para resolver los innumerables retos tecnológicos que deben afrontar las empresas españolas, tanto si se hallan cerca como si se hallan lejos de la frontera tecnológica.

7. Bibliografía

Abramovitz, M. (1986): "Catching up, forging ahead and falling behind", *Journal of Economic History*, 46 (2), 385-406.

Acemoglu, D. (2008): "Oligarchic Versus Democratic Societies", *Journal of the European Economic Association, MIT Press*, 6(1), 1-44.

Aghion, P. y Howitt, P. (1992): "A Model of Growth through Creative Destruction", *Econometrica*, 60, 323-351.

Aghion, P. y Howitt, P. (1998): *Endogenous growth theory*. Cambridge, MA: MIT.

Arbussà, A. y Coenders, G. (2007): "Innovation activities, use of appropriation instruments and absorptive capacity: Evidence from Spanish firms", *Research Policy*, 36, 1545-1558.

Arora, A. y Gambardella, A. (1990): "Complementarity and External Linkages: The Strategies of the Large Firms in Biotechnology", *The Journal of Industrial Economics*, 38 (4), 361-379.

Arora, A. y Gambardella, A. (1994): "The changing technology of technological change: general and abstract knowledge and the division of innovative labour", *Research Policy*, 23, 523-532.

Arrow, K. J. (1962): "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economic Studies*, 29, 155-173.

Athey, S. y Stern, S. (1998): "An empirical framework for testing theories about complementarity in organizational design", National Bureau of Economic Research, WP 6600.

Barrio-Castro, T., López-Bazo, E. y Serrano-Domingo, G. (2002): "New evidence on International R&D spillovers, human capital and productivity in the OECD", *Economics Letters*, 77, 41-45.

Becker, W. y Dietz, W. (2004): "R&D cooperation and innovation activities of firms—evidence for the German manufacturing industry", *Research Policy*, 33, 209–223.

Benavente, J.M. (2006): "The role of research and innovation in promoting productivity in Chile", *Economics of Innovation and New Technology*, 15 (4), 301 — 315.

Cameron, G., Proudman, J. y Redding, S. (2005): "Technological convergence, R&D, trade and productivity growth", *European Economic Review*, 49, 775-807.

Cassiman, B. y Veugelers, R. (2000): "External Technology Sources: Embodied or Disembodied Technology Acquisition", University Pompeu Fabra, Economics and Business Working Paper No. 444.

Cassiman, B. y Veugelers, R. (2006): "In Search of Complementarity in Innovation Strategy: Internal R&D and External Knowledge Acquisition", *Management Science*, 52(1), 68-82.

Coad, A. (2008): "Distance to Frontier and Appropriate Business Strategy", Papers on Economics and Evolution 2008-07, Max Planck Institute of Economics, Evolutionary Economics Group.

Coe, D.T. y Helpman, E. (1995): "International R&D spillovers", *European Economic Review*, 39, 859-887.

Coe, D.T., Helpman, E. y Hoffmaister, A. (2009): "International R&D spillovers and institutions", *European Economic Review*, 53, 723-741.

Cohen, W.M. y Levinthal, D.A. (1989): "Innovation and learning: The two faces of R&D", *Economic Journal*, 99, 569-596.

Cohen, W.M. y Levinthal, D.A. (1990): "Absorptive-capacity – A new perspective on learning and innovation", *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), 128-152.

Crépon, B., Duguet, E. y Mairesse, J. (1998): "Research, innovation and productivity: An econometric analysis at the firm level", *Economics of Innovation and New Technology*, 7, 115-158.

Croisier, B. (1998): "The governance of external research: empirical test of some transaction-cost related factors", *R&D Management*, 28(4), 289-298.

Ebersberger, B., Marsili, O., Reichstein, T. y Salter, A. (2010): "Into thin air: using a quantile regression approach to explore the relationship between R&D and innovation", *International Review of Applied Economics*, 24 (1), 95 — 102.

Freeman, Ch. (1991): "Networks of Innovators: a synthesis of research issues", *Research Policy*, 499-514.

Greene, W.H. (2003): *Econometric analysis*. 5th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Griffith, R., Redding, S. y Van Reenen, J. (2003): "R&D and Absorptive Capacity: Theory and Empirical Evidence", *Scandinavian Journal of Economics*, 105(1), 99-118.

Griffith, R., Redding, S. y Van Reenen, J. (2004): "Mapping the two faces of R&D: Productivity growth in a panel of OECD industries", *The Review of Economics and Statistics*, 86(4), 883-895.

Griffith, R., Huergo, E, Mairesse, J. y Bettina, P. (2006): "Innovation and productivity across four European countries", *Oxford Review of Economic Policy*, 22 (4), 483-498.

Griliches, Z. (1979): "Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth" *Bell Journal of Economics*, 10(1), 92-116.

Griliches, Z. (1992); "The search for R&D spillovers", *Scandinavian Journal of Economics*, 94, 29-47.

Griliches, Z. y Mairesse, J. (1995): *Production functions: the search of identification*, NBER Working Paper No. 5067.

Grossman, G.M. y Helpman, E. (1991). "Innovation and Growth in the Global Economy". MIT Press, Cambridge, MA.

Hall, B.H. y Mairesse, J. (1995): "Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms", *Journal of Econometrics*, 65, 263–293.

Heijs, J. (2001): *Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación y Política Tecnológica*, WP. 24, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense, Madrid

Howitt, P. (2000) "Endogenous Growth and Cross-Country Income Differences." *American Economic Review*, 90, 829–46.

Jaffe, A.B. (1986): "Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents, profits and market value", *American Economic Review*, 76, 984–1001.

Kaiser, U. (2002): "An empirical test of models explaining R&D expenditures and R&D cooperation", *International Journal of Industrial Organisation*, 20(6), 747–774.

Koenker, R. y Bassett, G. (1978): "Regression Quantiles", *Econometrica*, 46, 33–50.

Koenker, R. y Hallock, K.F. (2001): "Quantile Regression", *Journal of Economic Perspectives*, 15(4), 143–156.

Kremp, E., Mairesse, J. y Mohnen, P. (2004): R&D, innovation and productivity: A new look, mimeo.

Laursen, K. y Salter, A. (2006): "Open for Innovation: the role of Openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms", *Strategic Management Journal*, 27, 131–150.

Lokshin, B., Belderbos, R. y Carree, M. (2008): "The Productivity Effects of Internal and External R&D: Evidence from a Dynamic Panel Data Model", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 70 (3), 399–413.

López-Pueyo, C., Barcenilla-Visús, S. y Sanaú, J. (2008): "International R&D spillovers and manufacturing productivity: A panel data analysis", *Structural Change and Economic Dynamics*, 19, 152–172.

Lowe, J. y Taylor, P. (1998): "R&D and technology purchase through licence agreements: complementary strategies and complementary assets", *R&D Management*, 28(4), 263–278.

Lucas, R. E. (1988): "On the mechanics of economic development", *Journal of Monetary Economics*, 22 (1), 3–42.

Mairesse, J. y Mhonen, P. (2004): "The importance of R&D for innovation: A reassessment using French survey data", *The Journal of Technology Transfer*, 30 (1–2), 183–197.

Mankiw, N.G. (1995): "Growth of Nations", *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 275–326.

Milgrom, P. y Roberts, J. (1990): "The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization", *American Economic Review*, 80, 511–528.

Mohnen, P., Mairesse, J. y Dagenais, M. (2006): "Innovativity: A comparison across seven European countries", *Economics of Innovation and New Technology*, 15 (4-5), 391-413.

Mowery, D.C. (1983): "The relationship between intrafirm and contractual forms of industrial research in American manufacturing, 1900-1940", *Explorations in Economic History*, 351-374.

Mowery, D., Oxley, J.E. y Silverman, B. (1996): "Strategic alliance and interfirm / Knowledge transfer", *Strategic Management Journal*, 17, 77-91.

Mowery, D.C. y Rosenberg, N. (1989): *Technology and the Pursuit of Economic Growth*, New York: Cambridge University Press.

Nelson, R. R. (1959): "The Simple Economics of Basic Scientific Research", *Journal of Political Economy*, 297-306.

Nelson, R.R. y Phelps, E. S. (1966): "Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth", *The American Economic Review*, 56 (1-2), 69-75.

Nooteboom, B. (2002): *Trust: forms, foundations, functions*. En: *Failures and Figures*. Edward Elgar, Cheltenham.

Nordhaus, W. (1969): "An economic theory of technical change", *American Economic Review*, Papers and Proceedings, 59, 18-28.

Raymon, W., Mairessey, J., Mohnen, P. y Palm, F. (2010): "On the Link Between R&D, Innovation and Productivity: Panel Evidence for Dutch and French Manufacturing"

Romer (1986): "Increasing returns and long-run growth", *Journal of Political Economy*, 94, 1002-1037.

Romer, P.M. (1987): "Growth based on increasing returns to specialization", *American Economic Review*, 77 (2), 56-62.

Romer, P.M. (1990): "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, 98, S71-S102.

Rosenberg, N. (1990): "Why do firms do basic research?", *Research Policy*, 19, 165-174.

Sanaú, J., Bercenilla, S. y López-Pueyo, C. (2006): "Productividad Total de los Factores y Capital Tecnológico: Un análisis comparado", *Competitividad de la Economía Española*, 829, 145-163.

Schumpeter, J.A. (1934): *The Theory of Economic Development*, 1912 (translated by Redvers Opie), Harvard University Press, Cambridge, MA.

Segarra, A. (2010): "Innovation and productivity in manufacturing and service firms in Catalonia: a regional approach", *Economics of Innovation and New Technology*, 19(3), 233-258.

Segarra, A. y Teruel, M. (2011): "Productivity and R&D sources: evidence for Catalan firms", *Economics of Innovation and New Technology*, Forthcoming.

Veugelers, R. (1997): "Internal R&D expenditures and external technology sourcing", *Research Policy*, 26, 303-315.

Veugelers, R. y Cassiman, B. (1999): "Make and buy in innovation strategies: evidence from Belgian manufacturing firms", *Research Policy*, 28, 63-80.