



INNOVACIÓN, FRONTERA TECNOLÓGICA Y CAPACIDAD ABSORTIVA: EL PAPEL DE LAS EXTERNALIDADES DEL CONOCIMIENTO

Verónica Gombau Bertomeu

Dipòsit Legal: T. 1430-2012

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

WARNING. Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.

Innovación, frontera tecnológica y capacidad absorptiva: el papel de las externalidades del conocimiento

Verònica Gombau Bertomeu

TESIS DOCTORAL

dirigida por el Dr. Agustí Segarra Blasco

Departamento Economía



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

Innovación, frontera tecnológica y capacidad absorptiva: el papel de las externalidades del conocimiento

Verònica Gombau Bertomeu

TESIS DOCTORAL

dirigida por el Dr. Agustí Segarra Blasco

Departamento Economía

Grup de Recerca d'Indústria i Territori (GRIT)



AGRADECIMIENTOS

Qui m'ho havia de dir a mi, fa cinc anys, quan vaig començar a treballar a la URV, que dos anys després començaria una tesi doctoral, i el millor de tot, que fins i tot l'acabaria... Aquesta tesi no hauria estat possible sense l'ajuda de moltes persones a qui m'agradaria expressar el meu agraïment...

... Al meu director de tesi, l'Agustí Segarra, per l'oportunitat que m'has brindat al permetre'm compaginar el meu treball com a personal de suport a la recerca al GRIT amb l'elaboració d'aquesta tesi... Per compartir els teus coneixements amb mi, que tan útils m'han sigut i em seguiran sent... Per les teves idees, que no s'acaben mai... Per resoldre'm tants dubtes... Per haver tingut la paciència de llegir i corregir cadascuna de les línies de la tesi... Pel gran suport que m'has donat sempre, ja que molts cops has confiat més en mi i la feina que feia que jo mateixa.

... Als membres del Grup de Recerca, Indústria i Territori (GRIT), especialment al seu investigador principal, el Juan Antonio Duro. Des del primer dia m'heu fet sentir com una més del grup. Heu fet que venir a la feina no sigui només per treballar, sinó també per compartir bons moments. Un grup humà com aquest no es troba fàcilment... I a la Mertxe, per escoltar-me sempre i ajudar-me en tot el que has pogut i més.

... A la resta de professors del Departament d'Economia i de la Facultat d'Economia i Empresa de la URV. Especialment a aquells que m'heu preguntat durant tot aquest temps com portava la tesi i heu mostrat interès pel meu treball.

... A professors d'altres universitat que he anat coneixent durant tot aquest temps... Rafa Myro, Jaime Sanaú, Maria Callejón, Federico Pablo, Iñaki Peña, Davide Parrilli, Jose Luís González, Alex Coad... Gràcies pels vostres ànims, pels vostres consells i per tots els bons moments que m'heu deixat compartir al vostre costat.

... A totes les persones amb qui he compartit despatx, dinars, cafès... Als que ja hi eren quan jo vaig arribar, Dani's, Maite, Laia, Aleix, Jaume, Sebastià, Raquel, Sandrine..., i als que han vingut després, Víctor, Magda, Mariela, Olga, Daniela, Jordi, Patricia, Sergi, Jilbert, Jessica, Judit, Enric, Guio, Eli, Verònica, Marian, Judit, Marina..., per tantes converses que hem tingut... Molts de vosaltres heu acabat sent bons amics.

... A les secretàries del Departament, la Consuelo, la Lurdes, l'Eulàlia, a la tècnica del CREIP, la Laura, als conserges, als membres de seguretat, a les dones de la neteja, a les encarregades de la copisteria, al personal de la biblioteca i del Servei Lingüístic..., per facilitar-me les coses sempre que heu pogut.

... A la meva dissenyadora preferida, la Montse Bernaus, per la seva gran ajuda en el disseny d'aquesta tesi.

... A l'Elena Ribé i el Fernando Campa... Si no hagués estat per vosaltres, no seria on sóc.

... A tots els membres del tribunal de la tesi, per acceptar formar-ne part. Per a mi és un honor. Espero que la seva lectura no us sigui molt feixuga, de manera que de vosaltres espero les millors crítiques constructives i les lloances merescudes.

... A l'ajuda financera que he rebut de la CICYT, del GRIDE, del GRIT, de la XREAP, del Departament d'Economia, del CREIP... Tot això m'ha ajudat a finançar les conferències, els workshops, etc.

... A tots els meus amics, especialment als Carromenudencs, per estar sempre al meu costat. L'amistat és una de les millors coses d'aquesta vida.

... Finalment, però de manera especial, a tota la meva família i la família d'en Xavi, que també és la meva, que sempre m'han animat a continuar endavant. Espero que ara, en llegir la tesi, tingueu més clar què he estat fent durant aquest temps. Als meus pares, que han fet tot el possible per inculcar-me els valors de l'esforç, la constància i l'amor per la feina ben feta. Al meu germà, al meu fillol, al meu cunyat, a les meves cunyades... Gràcies per fer-me el camí més fàcil. Els passos són més senzills amb vosaltres a prop. Als iaïos, als que queden i als que ja han marxat, per haver-me mostrat com d'orgullosos heu estat i esteu de mi. I, com no, al Xavi, per escoltar-me, per animar-me, per moltíssimes coses més..., però, sobretot, per fer-me feliç.

ÍNDICE

15	Introducción
23	CAPÍTULO 1: MARCO CONCEPTUAL
25	1.1. Introducción
25	1.2. La génesis de un concepto
32	1.3. La innovación y las externalidades del conocimiento
36	1.4. La frontera tecnológica
36	1.4.1. Definición de la frontera tecnológica
37	1.4.2. Evidencia empírica sobre la frontera tecnológica
38	1.5. La capacidad absorptiva
39	1.5.1. Definición de la capacidad de absorptiva
42	1.5.2. Evidencia empírica sobre la capacidad absorptiva
43	1.6 Bibliografía
49	CAPÍTULO 2: BASES DE DATOS Y TÉCNICAS ECONOMETRICAS
51	2.1 Introducción
52	2.2. Bases de datos
53	2.2.1. A nivel macroeconómico
53	2.2.1.1. OECD STAN Structural Analysis Database
54	2.2.1.2. ANBERD (Analytical Business Enterprise Research and Development database)
54	2.2.1.3. EU KLEMS DATABASE
55	2.2.1.4. WDI (World Development Indicators (World Bank))
55	2.2.2. A nivel microeconómico
55	2.2.2.1. Community Innovation Survey (CIS)
57	2.2.2.2. PITEC
58	2.2.2.2.1. Tratamiento de la base de datos
61	2.3. Técnicas Econométricas
62	2.3.1. A nivel macroeconómico
62	2.3.1.1. Raíces Unitarias y cointegración
64	2.3.1.2. DOLS (Dynamics Ordinary Least Squares)
65	2.3.2. A nivel microeconómico
65	2.3.2.1. Probit
66	2.3.2.2. Regresión Cuantílica
68	2.3.2.3. Probit Ordenado
69	2.4. Bibliografía

**75 CAPÍTULO 3: INNOVACIÓN, FRONTERA
TECNOLÓGICA Y CAPACIDAD ABSORTIVA: UN
ESTUDIO A NIVEL DE PAÍSES**

77	3.1. Introducción
80	3.2. Marco conceptual
82	3.2.1. I+D y stock de capital tecnológico
83	3.2.2. Nuevos determinantes de la productividad
85	3.2.3. Frontera, capacidad absorptiva, sistema financiero e instituciones
87	3.2.4. Métodos econométricos
88	3.3. Modelo empírico y construcción de las variables
93	3.4. Datos
98	3.5. Resultados
100	3.6. Conclusiones
101	3.7 Bibliografía

**107 CAPÍTULO 4: INNOVACIÓN Y CAPACIDAD
ABSORTIVA: ¿DEPENDEN DE LA FRONTERA
TECNOLÓGICA?**

109	4.1. Introducción
113	4.2. Marco conceptual
113	4.2.1. Fuentes de la innovación
114	4.2.2. Distancia de una empresa a la frontera tecnológica
115	4.2.3. Capacidad absorptiva
116	4.3. Modelo empírico
120	4.4. Datos
120	4.4.1. Muestra

121	4.4.2. Construcción de las variables
121	4.4.2.1. Productividad
121	4.2.2.2. Fuentes de la innovación
123	4.4.2.3. Determinantes de la capacidad absorptiva
125	4.4.2.4. Características de la empresa
127	4.5. Resultados
137	4.6 .Conclusiones
138	4.7 .Bibliografía
141	Anexos
141	A.1. Productividad por trabajador y productividad total de los factores (PTF)
146	A.2. Efectos marginales de las diferentes variables incluidas en el modelo sobre la productividad a través de los diversos cuantiles
151	CAPÍTULO 5: INNOVAR O IMITAR:¿IMPORTA LA DISTANCIA A LA FRONTERA TECNOLÓGICA Y LA CAPACIDAD ABSORTIVA DE LAS EMPRESAS?
153	5.1. Introducción
157	5.2. Marco conceptual
157	5.2.1. Estrategias de innovación e imitación
160	5.2.2. Distancia a la frontera tecnológica
161	5.2.3. Capacidad absorptiva
162	5.2.4. Modelo teórico
164	5.3. Modelo empírico
166	5.4. Datos
166	5.4.1. Muestra
167	5.4.2. Construcción de las variables
167	5.4.2.1. Variable dependiente: imitación / innovación
168	5.4.2.2. Variables independientes: fuentes de la innovación

168	5.4.2.3. Variable independiente: distancia a la frontera tecnológica
169	5.4.2.4. Variables independientes: factores relacionados con la capacidad absorptiva
169	5.4.2.5. Variables independientes: características de la empresa
170	5.4.2.6. Estadísticos descriptivos
173	5.5. Resultados
183	5.6. Conclusiones
184	5.7. Bibliografía
189	CAPÍTULO 6: CONSIDERACIONES FINALES
191	6.1. Introducción
194	6.2. Resumen y conclusiones
194	6.2.1. Marco conceptual
195	6.2.2. Bases de datos y técnicas econométricas
195	6.2.3. Innovación, frontera tecnológica y capacidad absorptiva: un estudio a nivel de países
196	6.2.4. Innovación y capacidad absorptiva: ¿dependen de la frontera tecnológica?
197	6.2.5. Innovar o imitar: ¿importa la distancia a la frontera tecnológica y la capacidad absorptiva de las empresas?
197	6.3. Implicaciones de política económica
198	6.4. Futura investigación
199	6.5. Bibliografía

INTRODUCCIÓN

La presente tesis doctoral se enmarca dentro del campo de la economía de la innovación. La innovación es una de las principales fuentes del crecimiento y del progreso social, y a ella recurren los gobiernos y los organismos internacionales con frecuencia. Sin embargo, la complejidad del fenómeno y el carácter dinámico del proceso innovador a nivel de empresa dificulta, a menudo, su correcta y completa comprensión.

Desde mediados del siglo XX las contribuciones realizadas por los economistas académicos han sido numerosas. En una primera etapa, las aportaciones de Solow y sus contemporáneos, enmarcadas dentro de las denominadas teorías neoclásicas del crecimiento económico; en una segunda etapa, a partir de los años ochenta del siglo XX, las aportaciones de Romer, Lucas, Barro, entre otros, abrieron horizontes nuevos que enlazaban con la visión smithiana de la economía. A partir de estos autores, el conocimiento es un factor relevante del crecimiento económico y los rendimientos crecientes juegan un papel crucial a la hora de establecer la naturaleza de la competencia en los mercados.

Este trabajo se enmarca en el seno de esta segunda ola de aportaciones, denominada teorías del crecimiento económico endógeno. Estas aportaciones nuevas reivindican, en esencia, un mayor protagonismo del conocimiento como factor de producción. Sin una interpretación rigurosa y correcta del papel que juega el conocimiento en la economía difícilmente podremos abordar las causas del crecimiento y el progreso tecnológico entre empresas y países. A partir de la aportación de Paul Romer en 1986, las categorías fundamentales del análisis económico dejaron de ser, como habían sido durante doscientos años, la tierra, el trabajo y el capital. Esta clasificación elemental fue sustituida por las personas, las ideas y las cosas. Gente, ideas y cosas, de eso se trata.

Otro concepto que también ha ganado popularidad en los últimos años es el de la frontera tecnológica. Este concepto podría tener su origen en la literatura macroeconómica a partir de las críticas dirigidas al "consenso de Washington", el cual recomendó políticas neoliberales (las mismas políticas para todas las economías). A partir de este momento se reconoce el papel específico de las "instituciones adecuadas" a diferentes niveles de desarrollo. Recientemente también se ha recurrido a este concepto para estudiar las estrategias de las empresas en materia de innovación.

Además, las economías avanzadas cada vez dependen más del conocimiento. Así, en un contexto caracterizado por los altos niveles de cualificación de los trabajadores y la facilidad

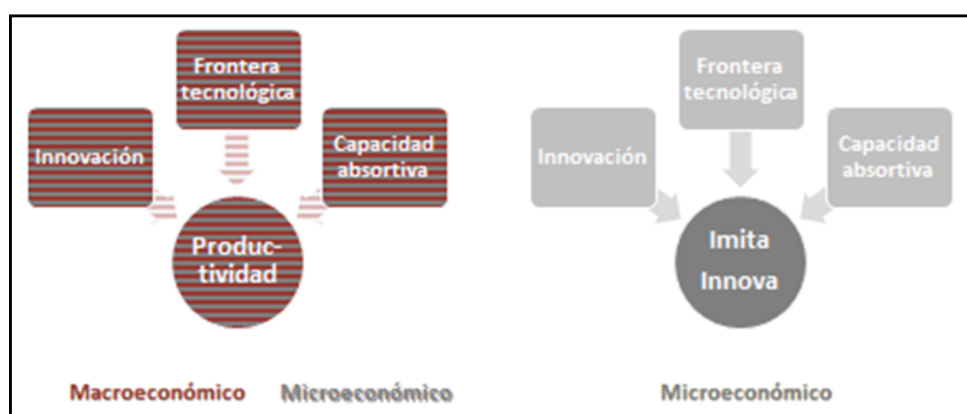
para acceder al conocimiento, aparece el concepto de la economía basada en el conocimiento. El rasgo distintivo de las sociedades modernas basadas en el conocimiento respecto a las anteriores es la aceleración del ritmo de crecimiento de la información y del proceso de acumulación y transmisión de los conocimientos, gran parte de los cuales son nuevos o se integran en contextos distintos.

El desarrollo de un conocimiento se genera a lo largo de una determinada trayectoria que produce nuevos conocimientos mediante una serie de mecanismos de retroalimentación que contribuyen a mejorar el rendimiento del conocimiento existente. La generación de conocimiento se basará en los stocks de conocimiento existentes en el momento, de forma que para que haya excelencia debe haber una base amplia de conocimiento sobre la que apoyarse.

Por lo tanto, en una economía basada en el conocimiento, el acceso al conocimiento, aunque importante, resulta cada vez menos clave, mientras que la capacidad para aprovecharlo cobra importancia. Es en este contexto donde aparece un nuevo concepto: el de la capacidad absorptiva (Cohen y Levinthal, 1989, 1990).

El objetivo de este trabajo es analizar el impacto de las fuentes de la innovación, la frontera tecnológica y los determinantes de la capacidad absorptiva sobre la productividad, tanto desde una perspectiva macroeconómica (a nivel de países) como desde una perspectiva microeconómica (a nivel de empresas). Además, también pretendemos analizar como varía este impacto en función de si la empresa imita o innova.

Figura 1: Objetivos tesis doctoral



Fuente: elaboración propia

Motivación de la tesis

Los aspectos que motivaron esta investigación son de carácter personal y académico. A nivel personal, al cursar el Máster en Organización Industrial en la Facultat d'Economia i Empresa de la Universitat Rovira i Virgili pude adentrarme en la literatura teórica y empírica relacionada con este tema. También me han ayudado a escoger el tema las reflexiones y orientaciones que me ha proporcionado mi director y los debates mantenidos con él. Además, actualmente estoy trabajando como personal de apoyo a la investigación en el GRIT (Grup de Recerca d'Indústria i Territori) y el tema que estoy tratando en esta tesis doctoral está dentro de una de las líneas de investigación del grupo (economía de la innovación, eficiencia y externalidades), lo cual me debería proporcionar un conocimiento añadido para desarrollar mejor las tareas que me corresponden en mi puesto de trabajo. En el ámbito académico, la tesis doctoral pretende analizar de manera conjunta diversos conceptos ya tratados en la literatura de forma separada y centrarnos sobre todo en el análisis a nivel de empresas, donde pensamos que podemos hacer mayores aportaciones que puedan servir para el diseño de políticas públicas en materia de fomento de la innovación empresarial.

Estructura de la tesis

A continuación se presenta la estructura de la tesis, resumiendo los contenidos de cada capítulo. En el capítulo 1 se revisa la literatura teórica y empírica de los principales conceptos tratados en esta tesis doctoral, como son la innovación, la frontera tecnológica y la capacidad absorptiva.

El capítulo 2 contiene una panorámica de las bases de datos y las técnicas econométricas utilizadas en este trabajo. A nivel macroeconómico explotamos las bases de datos STAN, ANBERD, EUKLEMS y WDI (World Development Indicators), y a nivel microeconómico, la base de datos PITEC. En cuanto a las técnicas econométricas, a nivel macroeconómico utilizamos los test de raíz unitaria, la cointegración y los Dynamic Ordinary Least Squares (DOLS), y a nivel microeconómico, el modelo probit, las técnicas de regresión cuantílica y el probit ordenado.

En el capítulo 3 se analiza el impacto que tiene la I+D doméstica, la I+D extranjera, la frontera tecnológica, la capacidad absorptiva, el desarrollo del sistema financiero y las instituciones sobre la PTF de una muestra de economías industrializadas. Y en particular, queremos analizar si la capacidad absorptiva del país que se encuentra en la frontera tiene un impacto positivo sobre la PTF del país objeto de estudio. Además, proponemos otra forma de medir la capacidad absorptiva. Y utilizando un panel de datos que comprende ocho países de la OCDE entre 1973-2004 y para el business sector, hemos encontrado diversos resultados, entre los que destacamos que la I+D doméstica, la I+D extranjera, la frontera tecnológica, la capacidad absorptiva del país que se encuentra en la frontera y el desarrollo de las instituciones tienen un impacto positivo sobre el nivel de la PTF. En cambio, el desarrollo del sistema financiero tiene un impacto negativo.

En el capítulo 4 se estudia cómo los determinantes internos y externos de la capacidad absorptiva inciden sobre la dinámica innovadora y la productividad en las empresas españolas para el

período 2004-2009. Los niveles de eficiencia de la empresa individual se miden por medio de dos variables, la productividad laboral y la productividad total de los factores (PTF). Para ello se utiliza un modelo estructural de dos etapas. En primer lugar, a partir de una estimación probit se aborda cómo las fuentes de la innovación, los determinantes de la capacidad absorbente y un vector de características de la empresa influyen en la probabilidad de desarrollar innovaciones de producto y/o de proceso. En segundo lugar, a través de una regresión cuantílica se analiza la incidencia de las fuentes de la innovación, la capacidad absorbente y un vector de características de la empresa sobre la productividad. Y los resultados obtenidos ponen de manifiesto que la capacidad absorbente interna presenta un impacto indiscutible sobre la productividad de las empresas al margen de sus niveles de eficiencia, mientras que el papel de la capacidad absorbente externa varía en función de las características del sector y de la distancia respecto a la frontera tecnológica de las empresas españolas.

En el capítulo 5 se analiza cómo la distancia de una empresa a la frontera tecnológica y su capacidad absorbente condicionan las estrategias de innovación de las empresas innovadoras a partir de una amplia muestra de empresas españolas para el período 2004-2009. A partir de un probit ordenado, los resultados indican que las empresas manufactureras y las que pertenecen a los otros servicios que más se aproximan a la frontera tecnológica son las que tienen más probabilidad de innovar. Además, si las empresas encuentran barreras para acceder a la información externa, ven reducida su capacidad para innovar. Asimismo, los resultados obtenidos para la capacidad absorbente interna reflejan que las empresas manufactureras y aquellas que pertenecen a los servicios intensivos en conocimiento que se enfrentan a mayores dificultades para contratar a personal especializado experimentan una menor capacidad para innovar.

Por último, en el capítulo 6 se presenta una síntesis de las principales conclusiones de esta tesis doctoral y las implicaciones de política económica que pudieran derivarse de ella. Además, exponemos las futuras líneas de investigación.

Para facilitar la lectura de esta tesis, cada capítulo es autónomo pero su contenido está relacionado con los otros capítulos. Formalmente los capítulos comienzan con una introducción para finalizar con unas conclusiones. Las referencias bibliográficas y los apéndices, si los hay, también serán añadidos al final de cada capítulo. La numeración de las tablas y notas a pie también será independiente para cada capítulo.

Aportaciones

La palabra *research* está compuesta por el prefijo *re-*, que tiene el sentido general de “atrás” o “nuevamente” y sugiere repetición, y la raíz *search*, que indica “buscar” o “búsqueda”. Para Walker (2000), la lucha por obtener lo que es personalmente deseable, socialmente bueno o intelectualmente verdadero es, por lo general, una cuestión de buscar una y otra vez.

La persona que investiga es el investigador. Según López (1996), el investigador no nace, sino que se hace. Se forma, efectiva y simultáneamente, mediante la vía de los cursos de formación en las técnicas investigadoras, gracias a las permanentes orientaciones de su tutor (en los programas de doctorado) y de su director de investigación, y por el ejercicio de la propia investigación.

Para López (1996), el primer trabajo de investigación en el sentido más estricto es la tesis doctoral, que permite obtener el título de doctor, conocido con las siglas anglosajonas Ph.D., de *Philosophy doctor*, “doctor en filosofía”, si bien sirven para designar a todo tipo de doctores. Según Eco (2004), una tesis doctoral constituye un trabajo original de investigación con el cual el aspirante ha de demostrar que es un estudioso capaz de hacer avanzar la disciplina a la que se dedica. Mientras que para Oliver (2004), una tesis doctoral es una pieza de escritura académica formal que informa sobre un estudio de investigación.

Por su parte, Phillips y Pugh (2008) recuerdan que los cursos de doctorado son, primordialmente, un ejercicio de formación en investigación para conseguir que el doctorando pase de ser un mero principiante en la investigación y llegue al nivel de un profesional pleno. Estos autores consideran que si un doctorando es capaz de hacer una contribución importante, debe seguir adelante y hacerla, pero advierten que se trata de una estrategia para obtener un premio Nobel ¡no para conseguir un doctorado! Para aquellos que no se hallan en esa posición —o sea, mi caso—, conviene que su contribución original sea limitada en su alcance y, de hecho, así debería ser. Estos autores también aconsejan dejar los cambios de paradigma para después de obtener el doctorado.

En muchos proyectos de investigación, sobre todo en aquellos necesarios para obtener un título universitario, con frecuencia es preciso mostrar cierto grado de originalidad. Las reglas o normativas lo expresan invariablemente en términos muy generales: “un proyecto original”, “una contribución original”, “la prueba de un modo de pensar original”.

Phillips y Pugh (2008) presentan 15 definiciones diferentes de originalidad, de las que el presente trabajo recoge las siguientes:

1. “Poner por escrito por primera vez una parte importante de información nueva”

A nivel de empresas, abordamos por primera vez, para tratar la frontera tecnológica y la capacidad

absortiva conjuntamente, 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).

2. “Demostrar originalidad al poner a prueba las ideas de otra persona”

Los conceptos de frontera tecnológica y capacidad absorptiva ya habían sido tratados en la literatura de forma separada. Nosotros en esta tesis proponemos el análisis conjunto y, además, en el caso de empresas, agrupamos los sectores según su intensidad tecnológica.

3. “Llevar a cabo un trabajo empírico que no se haya realizado antes”

A nivel de países, una parte de la capacidad absorptiva se aproxima por primera vez a través de las horas trabajadas por personas con alta habilidad. Esta variable será calculada como un % sobre el total de horas trabajadas y estos datos proceden de la base de datos EUKLEMS.

Y a nivel de empresas se utiliza por primera vez la base de datos PITEC para calcular la capacidad absorptiva y la distancia a la frontera tecnológica. Además, no analizamos solo la productividad por trabajador, como hacen la mayoría de trabajos que analizan estos temas, sino que vamos un paso más allá y consideramos también la productividad total de los factores (PTF). Y también estudiamos de manera detallada las diferentes estrategias de innovar o imitar de la empresa en función de su distancia a la frontera tecnológica y su capacidad absorptiva.

4. “Utilizar material ya conocido pero con una interpretación nueva”

A nivel de países se utiliza la base de datos EUKLEMS para calcular una parte de la capacidad absorptiva. Y a nivel de empresas se utiliza la base de datos PITEC para calcular la distancia respecto a la frontera tecnológica de las empresas y su capacidad absorptiva.

5. “Probar algo en el país de origen que previamente solo se haya llevado a cabo en el extranjero”

El concepto de frontera tecnológica a nivel de empresas solo lo había tratado Coad (2008) para empresas estadounidenses con alta intensidad tecnológica. Nosotros utilizamos este concepto para empresas españolas, tanto si pertenecen a las manufacturas (distinguiendo entre alta y baja intensidad tecnológica) como a los servicios (servicios intensivos en conocimiento y otros servicios).

6. “Contribuir al conocimiento de una manera que no se haya hecho antes”

A continuación se detallan las presentaciones que se han realizado de algunos capítulos de la tesis:

- Una versión previa del capítulo 3 fue presentada en el *workshop* titulado “Estructura de mercado y dinámica empresarial: factores determinantes de las manufacturas y los servicios españoles”, que tuvo lugar en Reus (2010).
- Diferentes versiones del capítulo 4 fueron presentadas en el *workshop* titulado “Fuentes, técnicas y políticas”, organizado en Alcalá de Henares (2010), y en el XIV Encuentro de Economía Aplicada, celebrado en Huelva (2011).
- Diferentes versiones del capítulo 5 fueron presentadas en el *workshop* titulado “Estructura de mercado y dinámica empresarial”, que tuvo lugar en San Sebastián (2011), y en el XV Encuentro de Economía Aplicada, celebrado en A Coruña (2012).

También hemos publicado los siguientes working papers:

- Gombau, V. y Segarra, A. (2011): “Innovation and absorptive capacity: What is the role of technological frontier?”, Documents de Treball del Departament d’Economia – CREIP, N° 25-2011.
- Gombau, V. y Segarra, A. (2011): “The Innovation and Imitation Dichotomy in Spanish firms: do absorptive capacity and the technological frontier matter?”, Documents de Treball del Departament d’Economia – CREIP, N° 29-2011.
- Gombau, V. y Segarra, A. (2011): “The Innovation and Imitation Dichotomy in Spanish firms: do absorptive capacity and the technological frontier matter?”, Documents de Treball XREAP2011-22.
- Gombau, V. y Segarra, A. (2012): “Innovación, frontera tecnológica y capacidad absorptiva: un estudio a nivel de países”, Documents de Treball del Departament d’Economia-CREIP, N° 23-2012.

En un futuro también esperamos publicar diferentes capítulos de esta tesis doctoral en revistas de investigación reconocidas por la comunidad científica.

Bibliografía

- 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.
- Cohen, W.M., Levinthal, D.A. (1989). Innovation and learning: The two faces of R&D. *Economic Journal*, 99, pp. 569–596.
- Cohen, W.M., Levinthal, D.A. (1990). Absorptive-capacity – A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), pp. 128–152.
- Eco, H. (2004). *Cómo se hace una tesis*. México: Editorial Gedisa.
- López, J. (1996). *La aventura de la investigación científica. Guía del investigador y del director de investigación*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Phillips, E., Pugh, D. (2008). *La tesis doctoral. Un manual para estudiantes y sus directores*. Barcelona: Bresca Editorial.
- Oliver, P. (2004). *Writing Your Thesis*. London: SAGE Publications Ltd.
- Walker, M. (2000). *Cómo escribir trabajos de investigación*. Barcelona: Editorial Gedisa.

CAPÍTULO 1:

MARCO CONCEPTUAL

1.1. Introducción

1.2. La génesis de un concepto

1.3. La innovación y las externalidades del conocimiento

1.4. La frontera tecnológica

1.4.1. Definición de la frontera tecnológica

1.4.2. Evidencia empírica sobre la frontera tecnológica

1.5. La capacidad absorptiva

1.5.1. Definición de la capacidad absorptiva

1.5.2. Evidencia empírica sobre la capacidad absorptiva

1.6. Bibliografía

1.1. Introducción

En este capítulo revisaremos cómo han sido considerados por la literatura los diferentes conceptos tratados en esta tesis. En concreto, nos centraremos en la innovación, la frontera tecnológica y la capacidad absorptiva.

1.2. La génesis de un concepto

Los economistas clásicos fueron los primeros que se plantearon con profundidad el análisis de los factores explicativos del crecimiento económico de los países. La primera aportación importante, como no podía ser de otra manera, fue formulada por Adam Smith (1776). Ya en la introducción de su libro *La riqueza de las naciones*, el autor escocés indica que le preocupa el desarrollo económico, es decir, las fuerzas que gobiernan a largo plazo el crecimiento de la riqueza de las naciones. La obra de Adam Smith refuta el énfasis que ponía la escuela fisiócrata en la importancia de la fertilidad de la tierra, situando el trabajo como un elemento fundamental y, por lo tanto, la división del trabajo como fuente del progreso y de mejoras en la productividad. Otro aspecto a destacar de su obra es que el libre mercado, aparentemente descentralizado y sin ninguna regulación, produce la cantidad y variedad justa de productos gracias a una mano invisible. Por ejemplo, si hay escasez de un producto, el precio aumenta, siendo este un incentivo para su producción y la solución a la escasez. La competencia entre los productores llevará el precio del producto a bajar. Smith también pensaba que si bien las motivaciones humanas a menudo son egoístas, la libre competencia beneficiaría a toda la sociedad en su conjunto. En consecuencia, este autor estaba en contra de la creación de monopolios. Y, además, atacaba las restricciones gubernamentales, ya que consideraba que limitaban la expansión industrial.

Posteriormente economistas como David Ricardo y Thomas Malthus, partiendo del trabajo de Smith, instauraron las bases de lo que se conoce como economía clásica. Malthus (1798) expuso el principio según el cual la población humana está abocada a la pobreza y la extinción. Sus predicciones se basaron en la idea de que la población crece en progresión geométrica (esto es, a un ritmo de 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, etc.), mientras que los recursos alimentarios lo hacen en progresión aritmética (es decir, a un ritmo de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, etc.). De acuerdo con ello y con la limitación de los recursos, Malthus consideró que llegaría un momento en que la población no encontraría recursos suficientes para subsistir, por lo que, cuando estos se hubieran terminado, la vida humana desaparecería (catástrofe maltusiana). Por su parte, Ricardo (1817) se centra en la existencia de rendimientos decrecientes, que solo podrán ser contrarrestados mediante el ahorro y la inversión.

Una idea común que se desprende de las obras de estos autores es su visión pesimista del crecimiento en el largo plazo. Así, las economías están destinadas a experimentar, más pronto

o más tarde, una especie de estado estacionario donde la tasa de crecimiento es nula. Este pronóstico pesimista puede ser considerado la aportación más relevante que, en cuanto al estudio del crecimiento, se desprende del conjunto de teorías clásicas.

Más adelante encontraremos que, para Schumpeter, la invención es un precursor activo de la innovación, y que la innovación solamente se da cuando invenciones previas son aplicadas comercialmente. En cambio, Ruskin (1819-1900) ve muchos otros canales para el uso de la invención que son buenos para la innovación. Él considera que la invención y la innovación crean riqueza. Este autor sugiere lo siguiente: "There is no wealth but life". Para él, la riqueza está próxima a la calidad de vida. Ruskin observó que muchos ciudadanos ricos en el sentido mercantil no lo eran en el sentido real ya que no sabían cómo transformar su riqueza material en una mejora real en su calidad de vida.

Por su parte, George consideró que la innovación no necesariamente mejora la situación de la persona común y corriente, aunque su razonamiento era un poco diferente (George 1931, p. 176-177):

"[...] every improvement or invention, no matter what it be, which gives to labour the power of producing more wealth, causes an increased demand for land and its direct products This being the case, every labour-saving invention, whether it be a steam plough, a telegraph, an improved process of smelting ores, a perfecting printing press, or a sewing machine, has a tendency to increase rent."

Este autor cree que la innovación no es necesariamente lo que se espera y/o puede tener efectos secundarios inesperados.

Y Marshall (1842-1924) consideró al consumidor como un innovador. Este autor defendía la idea de que la innovación no es solo una prerrogativa de los productores, sino que puede ser una acción por parte del consumidor.

Más tarde economistas como Ramsey (1928), Young (1928) y Schumpeter (1934) proporcionaron muchos de los ingredientes básicos que aparecen en las teorías modernas del crecimiento económico. En particular, Schumpeter desarrolla una exhaustiva teoría sobre lo que para él son los pilares del crecimiento económico. Este autor concede un papel primordial a la labor del empresario innovador, que sería el verdadero promotor del crecimiento. Años más tarde Schumpeter (1942, p. 83) dijo:

"[the] process of industrial mutation [...] that incessantly revolutionizes the economic structure from within, incessantly destroying the old one, incessantly creating a new one. This process of Creative Destruction is the essential fact about capitalism."

Este concepto de destrucción creativa es uno de los más importantes en la economía de la innovación. El innovador crea alguna cosa —probablemente ventaja competitiva y posiblemente riqueza—, pero para hacerlo también destruye alguna cosa —a menudo posición competitiva de una empresa rival—. Así que la innovación crea y destruye al mismo tiempo, pero con suerte el valor de la creación superará el valor de la destrucción.

A pesar del interés generalizado por la cuestión del crecimiento, los problemas por los que atravesó la economía mundial después de la I Guerra Mundial, en particular con la Gran Depresión de 1929, impulsaron a los economistas a centrar su atención en fenómenos de corto plazo como el desempleo, la inflación o el desequilibrio de la balanza de pagos. En este sentido, para John Maynard Keynes (1936), el crecimiento a largo plazo es una sucesión de ciclos de corto plazo, que son los que reclaman su atención. Los elementos fundamentales en el análisis keynesiano son los determinantes de la producción y el empleo a corto plazo. Este autor reconoció que los gastos públicos no son una interferencia en la inversión privada, sino su complemento. Por esto, a diferencia de las teorías clásicas, en el modelo keynesiano el Estado y la acción pública se implican estrechamente en las fases recesivas del ciclo económico.

Años después, Harrod (1939) y Domar (1946) diseñaron un modelo agregado desde la óptica keynesiana. Ambos se preocuparon por el problema de cómo la economía podría crecer sin caer en continuas recesiones, y en sus modelos resaltan el papel jugado por el ahorro y la acumulación de capital.

Durante toda la década de 1950 la acumulación de capital físico adquirió un papel crucial en los modelos de crecimiento; sin embargo, la innovación tecnológica empezó a perfilarse como el factor que determinaba los aumentos en la productividad. En los últimos años de esa década se formuló la teoría neoclásica del crecimiento, que racionalizó y brindó una estructura teórica sólida a los trabajos empíricos que estaban siendo realizados. Entre los autores que postularon la teoría neoclásica, Solow (1956) ocupa un lugar de honor. A ella también contribuyeron autores como Swan (1956), Koopmans (1965) o Cass (1965). En el modelo neoclásico, la acumulación de un mayor número de unidades de capital físico por trabajador permite que se produzca el crecimiento en el largo plazo. Sin embargo, la tasa de crecimiento que se genera, aunque positiva —lo que marca las diferencias con los modelos de los autores clásicos—, es constante debido a la existencia de rendimientos decrecientes en el factor capital. El problema es que este hecho no se corresponde con la realidad empírica observada, que revela que el crecimiento de

los países no es constante en el largo plazo. Para tratar de solucionar esta cuestión, los autores neoclásicos introducen la tecnología como el factor que, en última instancia, es la principal fuente del crecimiento. Sin embargo, el modelo neoclásico no explica cómo se produce la tecnología, sino que esta aparece como un elemento exógeno en el modelo. Por lo tanto, los modelos neoclásicos no proporcionan una explicación satisfactoria de los determinantes del crecimiento a largo plazo.

A principios de la década de 1960, Arrow demostró por qué es posible experimentar el fracaso del mercado en la asignación de recursos para la invención si no se garantiza el nivel óptimo de I+D (Arrow, 1962, p. 619):

"To sum up, we expect a free enterprise economy to underinvest in invention and research (as compared with an ideal) because it is risky, because the product can be appropriated only to a limited extent, and because of increasing returns in use. This underinvestment will be greater for more basic research. Further, to the extent that a firm succeeds in engrossing the economic value of its inventive activity, there will."

A principios de la década de 1970, la teoría del crecimiento se convirtió en excesivamente técnica, con una creciente pérdida de contacto con las aplicaciones empíricas. Aun así, podemos destacar la aportación de Rosenberg, en la cual nos indica que deberíamos dejar de pensar en que una innovación solamente sea *demand pull* o *technology push* y pensar que para que una innovación salga adelante, deben trabajar conjuntamente ambas opciones (Mowery y Rosenberg, 1979, p. 143):

"Rather than viewing either the existence of a market demand or the existence of a technological opportunity as each representing a sufficient condition for innovation to occur, one should consider them each as necessary, but not sufficient, for innovation to result; both must exist simultaneously."

A principios de la década de 1980 podemos destacar el trabajo de Nelson y Winter (1982) titulado *"An Evolutionary Theory of Economic Change"*. Siguiendo con la perspectiva schumpeteriana, según la cual la innovación es una *perennial gale*, la economía evolutiva utiliza la metáfora biológica de la evolución para entender cómo las innovaciones y la economía coevolucionan. Nelson y Winter (1982) argumentan que la mayoría de las organizaciones dependen de las rutinas que tienen lugar en la vida laboral para evitar el exceso de conflicto entre organizaciones. Las rutinas describen lo que cada persona debe hacer y así se puede evaluar su trabajo. Pero como Nelson y Winter (1982) dijeron, "innovation involves change in routine". Es decir, la innovación requiere que algunos o todos los empleados hagan las cosas de forma diferente de como las

estaban haciendo en el pasado. Algunos trabajadores podrían estar contentos con esto, pero otros no. Por esta razón las consecuencias de una innovación para una organización podrían no estar claras durante algún tiempo, hasta que todas las consecuencias del cambio de rutina se hubieran asimilado.

Durante 15 años aproximadamente, la investigación macroeconómica se centró en las fluctuaciones a corto plazo. Las principales contribuciones incluyeron la incorporación de expectativas racionales en los modelos del ciclo de la empresa, mejorando los enfoques para la evaluación política, y la aplicación de los métodos del equilibrio general para la teoría del ciclo de la empresa real.

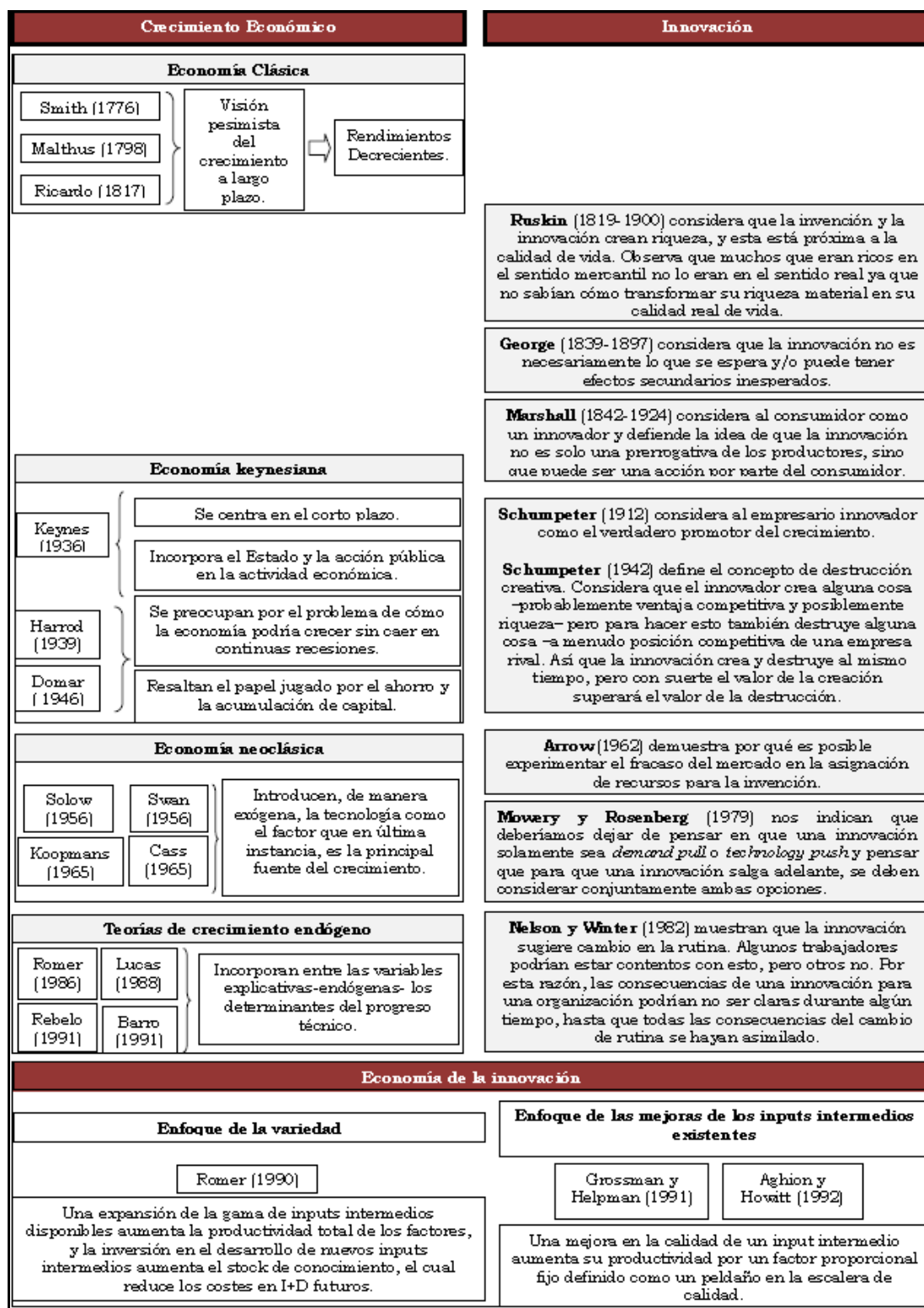
A partir de la segunda mitad de la década de 1980, volvió a surgir un renovado interés entre los académicos por el crecimiento económico. Los modelos de crecimiento endógeno desarrollados en los años ochenta y, sobre todo, en la década de los noventa facilitan nuevas perspectivas para comprender cómo y por qué las tasas de crecimiento cambian a lo largo del tiempo, así como para analizar las diferencias de productividad y crecimiento registradas entre países.

A partir de los trabajos de Romer (1986), Lucas (1988), Rebelo (1991) y Barro (1991), los modelos de crecimiento endógeno incorporaron entre las variables explicativas —endógenas— los determinantes del progreso técnico¹. En cierta medida, si los modelos de crecimiento neoclásicos eclipsaron de alguna forma las aportaciones iniciales de los autores clásicos, desde los años ochenta los modelos de crecimiento endógenos recuperan el hilo del debate inicial, al incorporar los conceptos de división del trabajo, economías externas, economías de aprendizaje, etc., en cierto modo, apuntados en su momento por los economistas clásicos. En estos modelos teóricos, la innovación, en todas sus variantes, está llamada a situarse en el centro del debate académico.

A continuación surgió una segunda oleada de la teoría del crecimiento endógeno. Autores como Romer (1990), Grossman y Helpman (1991) y Aghion y Howitt (1992), entre otros, desarrollaron modelos de crecimiento derivados de la innovación en economías abiertas —*New innovation-driven growth theory*—. Estos autores destacan, como fuente explicativa de las diferencias de los niveles de productividad de los diversos países y sus tasas de crecimiento, la importancia de los esfuerzos innovadores y de las externalidades del conocimiento tecnológico, tanto nacionales como internacionales, en las actuales economías abiertas. Los nuevos desarrollos teóricos parten de modelos de equilibrio general en el que se interrelacionan a través del comercio una diversidad de sectores y países. El objetivo de estos modelos es analizar el impacto del comercio sobre el crecimiento a largo plazo, tanto en los bienes intermedios como en los bienes finales. En este marco, la tecnología se difunde a través de la plasmación en los *inputs* intermedios desde dos enfoques diferentes.

¹ Véase Solow (1994)

Figura 1.1. La génesis de un concepto



Fuente: elaboración propia

Por una parte, tenemos el enfoque de la variedad (Romer, 1990), en el que una expansión de la gama de *inputs* intermedios disponibles aumenta la productividad total de los factores, y la inversión en el desarrollo de nuevos *inputs* intermedios aumenta el stock de conocimiento, que reduce los costes en I+D futuros. Como resultado, hay *spillovers* de la I+D en curso para actividades futuras de I+D. En un contexto internacional, estos *spillovers* cruzan los límites, implicando que la I+D de un país impacte no solo en los costes de I+D futuros de las empresas domésticas, sino también en los costes en I+D futuros de las empresas extranjeras. El alcance que tienen estos *spillovers* sobre las empresas extranjeras podría depender de las relaciones económicas entre países, tales como el volumen de su comercio bilateral o las características de los productos comercializables.

Por otra, tenemos el enfoque de las mejoras de los *inputs* intermedios existentes (modelo de la escalera de calidad) de Grossman y Helpman (1991) y Aghion y Howitt (1992), donde una mejora en la calidad de un *input* intermedio aumenta su productividad por un factor proporcional fijo definido como un peldaño en la escalera de calidad. Como resultado, una mejora actual de un producto permite a innovadores futuros empezar sus mejoras con un nivel de calidad más alto. Como consecuencia, hay *spillovers* en I+D. Naturalmente, estos *spillovers* solicitados por los innovadores construyen la calidad de los productos disponibles, tanto domésticos como extranjeros. Aun así, el grado en que los innovadores extranjeros pueden mejorar un producto doméstico podría depender, no obstante, tanto de las relaciones económicas bilaterales entre los países como del enfoque de la variedad.

Junto a la aparición de un conjunto amplio de textos que contienen interesantes recopilaciones de los avances registrados en materia de crecimiento económico, en los últimos años también han visto la luz muchos trabajos empíricos sobre este tema. De hecho, una de las principales diferencias entre la nueva generación de trabajos sobre el crecimiento y la de los años sesenta es el interés actual por los temas de carácter empírico. Si en aquellos años la teoría del crecimiento se recluyó en un mundo abstracto de alta complejidad matemática y dudosa relevancia, las nuevas generaciones de economistas del crecimiento son conscientes de la importancia de los datos y de sus investigaciones para diseñar unas estrategias de crecimiento económico más eficaces.

En consecuencia, estos desarrollos sobre la inversión en I+D de las empresas y sus implicaciones sobre el conjunto de la economía se han traducido en una serie de aportaciones empíricas de gran interés, gracias a que en las últimas décadas del siglo XX los economistas han tenido acceso a un volumen apreciable de datos a escala internacional.

1.3. La innovación y las externalidades del conocimiento

En este apartado estudiaremos la relación existente entre la innovación y las externalidades del conocimiento. El punto de partida es el trabajo de Coe y Helpman (1995). Estos autores argumentan que en un mundo con comercio internacional de bienes y servicios y un intercambio internacional de información y diseminación de conocimiento, la productividad de un país depende tanto de su propia I+D como de los esfuerzos en I+D de sus socios de comercio. La I+D propia produce bienes y servicios comercializables y no comercializables que dan lugar a un uso más efectivo de los recursos existentes, lo que incrementa el nivel de productividad de un país. Además, la I+D propia aumenta los beneficios de un país gracias a las ventajas técnicas extranjeras, y cuanto más ventaja coge un país de los avances tecnológicos en el resto del mundo, más productivo llega a ser. Los beneficios de la I+D extranjera pueden ser directos e indirectos. Los beneficios directos están relacionados con los procesos de aprendizaje en materia de nuevas tecnologías y materiales, procesos de producción o métodos de organización. Los beneficios indirectos provienen de las importaciones de bienes y servicios que han sido desarrollados por los socios de comercio. En ambos casos la I+D extranjera afecta a la productividad de un país, si bien es cierto que la I+D extranjera podría tener un efecto más fuerte en la productividad doméstica cuanto más abierta esté una economía al comercio internacional.

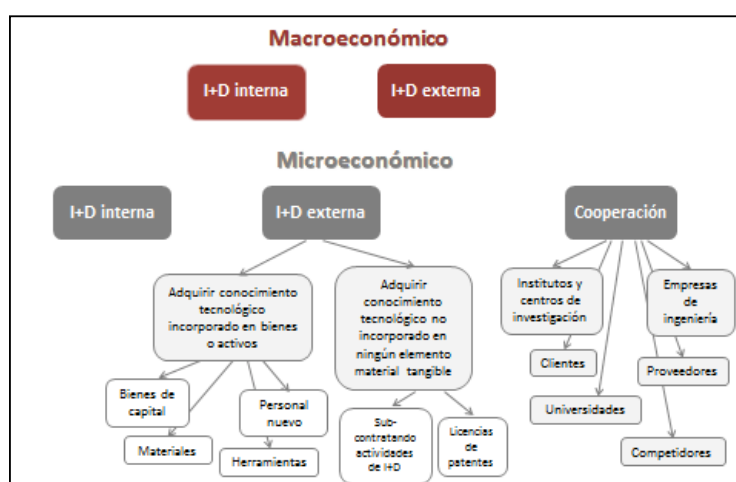
Junto a Coe y Helpman (1995) encontramos otros trabajos en la misma línea, entre los que sobresalen las aportaciones de Coe et ál. (1997), Keller (1997, 1998, 2002), Lichtenberg y Van Pottelsberghe de la Potterie (1998), Xu y Wang (1999), Frantzen (2000), Funk (2001), Del Barrio-Castro et ál., (2002), Crespo et ál. (2004a,b), Khan y Luintel (2006) y Coe et ál. (2009), entre otros. En este grupo predominan los trabajos que abordan los efectos del comercio internacional sobre el progreso técnico desde una perspectiva agregada, aunque difieren a menudo en el número de países, el período de observación, las fuentes primarias utilizadas, los criterios de elaboración de las variables y los métodos econométricos. Aun así, todos estos trabajos consideran dos aspectos a tener en cuenta. En primer lugar, que los *spillovers* tecnológicos procedentes del exterior alcanzan un nivel relevante, a menudo por encima de los registrados por los *spillovers* generados en el interior del país. En segundo lugar, los flujos comerciales, y, por lo tanto, las relaciones bilaterales con los socios comerciales exteriores, surgen como un mecanismo relevante en la transmisión internacional de los conocimientos tecnológicos.

Sin embargo, algunos autores son más escépticos respecto a las bondades de esta línea de trabajo. Por ejemplo, Keller (1996) pone en tela de juicio la aportación inicial de Coe y Helpman (1995) y advierte sobre los riesgos del procedimiento utilizado en la ponderación de los *spillovers* externos y, por ello, concluye que si bien los *spillovers* externos pueden tener grandes efectos sobre la PTF, hay que profundizar en las vías por las que fluyen las externalidades generadas por el conocimiento. En su nota sobre Coe y Helpman (1995), Keller realiza las estimaciones de dichos autores calibrando los flujos bilaterales del comercio —uno de los aspectos relevantes

del trabajo de Coe y Helpman (1995)— mediante el método de Montecarlo, llegando a resultados similares a los ofrecidos en el trabajo de 1995. Por ello, Keller concluye que, hoy por hoy, desconocemos los vínculos entre los *spillovers* internacionales generados por la I+D y el comercio internacional. El comercio en su sentido más amplio —bienes o servicios, asistencia técnica, inversión extranjera directa, patentes o personas— se erige como un mecanismo relevante para la difusión internacional de tecnología y, en general, de conocimiento. Sin embargo, muchas cuestiones quedan todavía abiertas. De hecho, en *Innovation and Growth in the Global Economy*, Grossman y Helpman (1991) ya anunciaban la presencia de una diversidad de canales a través de los cuales los gastos en I+D de sus socios comerciales y el esfuerzo realizado en el interior del país inciden sobre su productividad. Para estos autores, el comercio internacional juega aquí un papel clave al facilitar la utilización de una mayor variedad de *inputs* intermedios y de bienes de capital, y al estimular las dinámicas de aprendizaje y de formación del capital humano.

En paralelo a los avances realizados a nivel macroeconómico, durante los últimos años han visto la luz un creciente número de contribuciones que abordan el crecimiento económico desde una perspectiva más micro, es decir, adoptando la empresa como unidad de observación. De hecho, toda teoría macro que aspire a comprender los entresijos del crecimiento económico de los países tiene que entender la dinámica de los mercados y la evolución de las empresas que operan en ellos. No es una tarea fácil, pero sin duda supone un reto de gran magnitud que abrirá en un futuro cercano sendas de desarrollo hoy por hoy difíciles de imaginar.

Figura 1.2. La innovación y las externalidades del conocimiento



Fuente: elaboración propia

Según Nelson (1959) y Arrow (1962), la inversión en I+D en empresas podría producir efectos de *spillovers* positivos en otras empresas. La naturaleza y el impacto de los *spillovers* de

conocimiento fueron analizados por Griliches (1979), quien observó que los tradicionales problemas de apropiación reducían los incentivos a las empresas para invertir en I+D interna. No obstante, las empresas innovadoras a menudo compensan esta falta de incentivos de maneras externas, como la adquisición de conocimiento externo o la cooperación con otros socios. Una reciente revisión de resultados sobre la relación entre I+D y productividad la podemos encontrar en Hall et ál. (2010).

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). En los proyectos cooperativos de I+D, las empresas comparten riesgos y recursos con objeto de reducir los costes y los esfuerzos (Mowery et ál., 1996)².

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 esa 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 el 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

² 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 alícuota al desarrollo del proyecto (Croisier, 1998).

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 concluyen 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.

Estos resultados facilitaron 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)³ 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.

³ 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.

Los trabajos de Cassiman y Veugelers (2006) y Laursen y Salter (2006) 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.

1.4. La frontera tecnológica

1.4.1. Definición de la frontera tecnológica

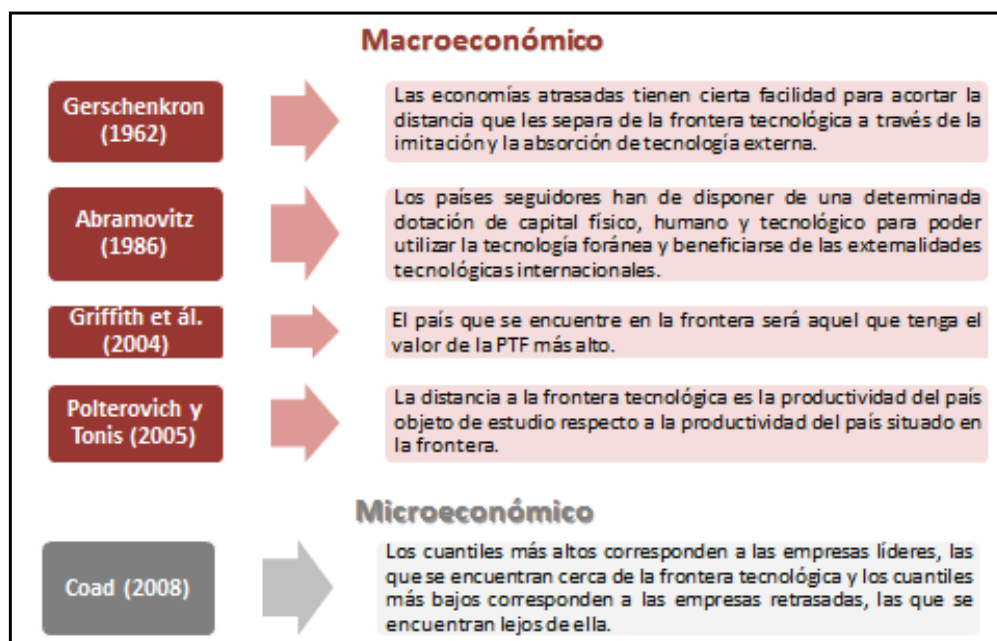
Como ya hemos comentado antes, el enfoque de distancia a la frontera podría tener su origen en la literatura macroeconómica. A partir de las críticas dirigidas al "consenso de Washington", el cual recomendó políticas neoliberales (las mismas políticas para todas las economías), el enfoque de distancia a la frontera ha ganado popularidad en los últimos años, ya que reconoce el papel específico de las "instituciones adecuadas" a diferentes niveles de desarrollo. Según el punto de vista de la distancia a la frontera, se ordena un conjunto de países de acuerdo con su distancia a la frontera tecnológica mundial, y se asume que los países de diferentes niveles se enfrentan a diferentes oportunidades.

Una de las primeras contribuciones a esta literatura la hizo Gerschenkron (1962). Este autor argumentó que las economías atrasadas tienen cierta facilidad para acortar la distancia que las separa de la frontera tecnológica a través de la imitación y la absorción de tecnología externa. Este fenómeno inicialmente se bautizó con el nombre de la "ventaja del atrasado".

A menudo los modelos teóricos plantean que la ventaja de los países atrasados se materializa prácticamente de manera automática, casi sin obstáculos ni costes. Ahora bien, la realidad no es exactamente esta. La ventaja del atraso no es un hecho per se, sino más bien una posibilidad que puede materializarse cuando los países implicados cumplen una serie de condiciones. Tal como afirmara Abramovitz (1986), los países seguidores deben disponer de una determinada dotación de capital físico, humano y tecnológico para poder utilizar la tecnología foránea y beneficiarse de las externalidades tecnológicas internacionales.

Entre los estudios realizados al respecto a nivel de países, destaca la aportación de Griffith et ál. (2004) cuando interpretaron que el país que se encuentre en la frontera será aquel que tenga el valor de la PTF más alto. Otros trabajos, como por ejemplo Polterovich y Tonis (2005), definieron la distancia a la frontera como la productividad del país objeto de estudio respecto a la productividad del país situado en la frontera. En cambio, otros autores, como por ejemplo Griffith et ál. (2004), Cameron et ál. (2005) o Vandenbussche et ál. (2006), definieron la distancia a la frontera como la productividad del país situado en la frontera respecto al país objeto de estudio.

Figura 1.3. La frontera tecnológica



Fuente: elaboración propia

El concepto de distancia respecto a la frontera tecnológica se ha aplicado en diversas ocasiones desde la perspectiva macro o sectorial, y recientemente también se ha recurrido a él para estudiar las estrategias de las empresas en materia de innovación. Los trabajos realizados ponen de manifiesto que la brecha 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.

A nivel de empresa, una de las primeras contribuciones a 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 atrasadas, esto es, a las que se encuentran lejos de ella.

1.4.2. Evidencia empírica sobre la frontera tecnológica

Existen diversos trabajos empíricos a nivel macroeconómico sobre la frontera tecnológica. Por ejemplo, Papageorgiou (2000) considera que los países desarrollados que están más próximos a la frontera poseen suficiente saber hacer que les permite adoptar las innovaciones existentes y crecer rápido, de manera que convergen hacia el nivel de ingresos del líder tecnológico.

En cambio, los países que están lejos de la frontera no tienen posibilidad de aprovechar las tecnologías existentes y crecer rápido. Por su parte, Crespo et ál. (2004a,b) consideran que la capacidad absorptiva es la tecnología externa que se incorpora al sistema de producción doméstico y estiman que cuanto mayor es el gap tecnológico, más baja será la capacidad absorptiva del país. Y Griffith et ál. (2004) muestran que cuanto más lejos esté un país de la frontera tecnológica, mayor será el potencial de la I+D para incrementar el crecimiento de la PTF a través de la transferencia tecnológica (capacidad absorptiva) de los países más avanzados. Consideran que la I+D estimula el crecimiento de un país directamente a través de la innovación y también indirectamente a través de la transferencia tecnológica. Por su parte, Kneller (2005) considera que la PTF del país que se encuentra en la frontera tecnológica influye sobre la PTF del país objeto de estudio.

Para Aghion y Howitt (2006), la educación primaria/secundaria tiende a producir imitadores, mientras que la educación terciaria (especialmente los graduados) es más probable que produzca futuros trabajadores con habilidades para la innovación. Esta hipótesis realista les lleva a predecir que, cuanto más se aproxime un país a la frontera tecnológica, más importante será la educación terciaria para el crecimiento en comparación con la educación primaria/secundaria (todo ello medido en stocks). Y Vandebussche et ál. (2006) consideran que, lejos de la frontera tecnológica, la imitación de las tecnologías es el principal motor del crecimiento de la productividad total de los factores. Es decir, cuando un país se aproxima a la frontera, confía cada vez más en la innovación, lo cual implica redistribuir la fuerza laboral de una actividad a otra. Utilizando un modelo de crecimiento endógeno, estos autores demuestran que este proceso de redistribución puede crear una complementariedad entre la mano de obra cualificada y la proximidad a la frontera. En concreto, el capital humano con habilidad tiene un efecto más fuerte a la hora de aumentar el crecimiento en aquellas economías que están cerca de la frontera tecnológica mundial.

A nivel de empresa, Coad (2008) señala que la actividad de innovación (medida en términos de gasto de I+D o patentes) tiene una asociación positiva fuerte con el valor de mercado en los cuantiles más altos (correspondientes a las empresas líderes), mientras que los esfuerzos innovadores de las empresas atrasadas tienen valores menos significativos. Sugiere que las empresas atrasadas deberían llegar al crecimiento de la productividad a través de la explotación eficiente de las tecnologías existentes y la imitación de las industrias líderes. El crecimiento de los trabajadores en las empresas líderes es fomentado, mientras que el crecimiento de las empresas atrasadas no siempre es recibido en el mercado de valores.

1.5. La capacidad absorptiva

A pesar del creciente uso de la idea, el estudio de la capacidad absorptiva sigue siendo difícil debido a la ambigüedad y la diversidad de sus definiciones, componentes, antecedentes y resultados.

1.5.1. Definición de la capacidad absorptiva

Cohen y Levinthal (1989, 1990) fueron los primeros en definir la capacidad absorptiva, y la definieron como la “habilidad para identificar, asimilar y aplicar con fines comerciales el conocimiento proveniente de fuentes externas a la empresa”.

Además, estos autores 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 asimilar y explotar la información exterior. Por lo tanto, las empresas podrían llevar a cabo investigación básica no tanto para conseguir resultados particulares, sino para ser capaces de identificar y explotar el conocimiento potencialmente útil, tanto científico como tecnológico, generado por las universidades, etc., y de esta manera obtener ventaja con vistas a ser los primeros en explotar las nuevas tecnologías.

Para estos autores, la habilidad para apropiarse del retorno de las innovaciones está relacionada con la naturaleza y el alcance de los *spillovers* tecnológicos. Por una parte, la presencia de *spillovers* conlleva una menor capacidad de las empresas para apropiarse de los retornos de sus innovaciones. Por otra, incrementa la capacidad absorptiva de la empresa para beneficiarse del retorno de las innovaciones de otros. Por lo tanto, el saldo final puede resultar incierto.

En el modelo de Cohen y Levinthal se apuntan dos premisas básicas que se han mantenido en las siguientes revisiones. Por una parte, las fuentes externas de conocimiento son críticas para el proceso de innovación, y, por otra, el conocimiento previo existente en la empresa condiciona la capacidad de aprender de las fuentes externas. Cuanta más información y habilidades previas tenga un individuo, con mayor facilidad adquirirá nueva información y la utilizará.

El modelo desarrollado por Cohen y Levinthal (1989, 1990) ha sido el más reconocido y estudiado; no obstante, con posterioridad se han desarrollado otros modelos explicativos que han tratado de afinar el proceso de absorción, enfatizando los determinantes de este.

Sin querer ser exhaustivos, a continuación recogemos las que consideramos como las aportaciones o revisiones principales del concepto.

Lane y Lubatkin (1998) fueron pioneros en estudiar el concepto de capacidad absorptiva en un escenario interorganizacional. Estos autores, siguiendo el enfoque de Cohen y Levinthal (1989, 1990), analizaron la habilidad para identificar, asimilar y utilizar el conocimiento de otra empresa con la que se ha establecido una alianza. Argumentaron que la habilidad de una empresa (empresa alumno) para aprender de otra empresa (empresa profesor) depende de factores como el tipo específico de nuevo conocimiento ofrecido por la empresa profesora; la

similitud entre las prácticas de compensación de la empresa estudiante y la empresa profesora; y la familiaridad de la empresa estudiante con el conjunto de problemas organizacionales de la empresa profesora. Estos autores concluyeron que la habilidad de una empresa para aprender de otra viene determinada por las características de las empresas y por la relación de sus sistemas de procesamiento de conocimiento.

Van den Bosch et ál. (1999) analizaron los determinantes que afectan al desarrollo de la capacidad absorptiva. Argumentaron que la capacidad absorptiva está condicionada por el entorno en el que la empresa compite y por su capacidad de respuesta frente a los cambios que se dan en él. Es decir, si la empresa se encuentra en un entorno estable o turbulento, las capacidades de combinación de conocimiento tendrán una naturaleza distinta. Los autores consideran dos entornos, uno estable, característico de las industrias maduras, donde las empresas ponen mayor énfasis en la explotación de conocimiento, y otro turbulento, donde el esfuerzo deberá estar más orientado a las habilidades de exploración. De esta forma concluyen que la capacidad absorptiva coevoluciona con el entorno de conocimiento. Por otro lado, los autores consideran que la forma de organización de la empresa y la capacidad de combinar el conocimiento existente y el nuevo son dos determinantes que afectan al desarrollo de la capacidad de absorción.

El trabajo realizado por Zahra y George (2002) ha sido uno de los que más repercusión ha tenido a nivel académico. Estos autores entienden que la capacidad absorptiva es un conjunto de rutinas organizacionales y procesos estratégicos por los cuales las empresas adquieren, asimilan, transforman y explotan el conocimiento con el propósito de crear valor. Estos autores proponen agrupar las cuatro dimensiones de la capacidad de absorción de dos componentes: la capacidad de absorción potencial (adquisición y asimilación de conocimiento procedente de fuentes externas) y la capacidad de absorción realizada (transformación y explotación de conocimiento procedente de fuentes externas). La capacidad de absorción potencial y la capacidad de absorción realizada tienen papeles diferenciados pero complementarios, de forma que ambas capacidades coexisten durante todo el tiempo y cumplen una función particular.

Una de las revisiones más recientes del concepto de capacidad absorptiva es la realizada por Lane et ál. (2006). Estos autores identifican los elementos externos o internos que influyen en la capacidad de absorción de la empresa. Establecen que la habilidad de una empresa para utilizar conocimiento del entorno, conocimiento externo, se da a través de tres procesos secuenciales: (1) el reconocimiento y la comprensión de nuevo conocimiento externo potencialmente valioso a través del aprendizaje exploratorio; (2) la asimilación del nuevo conocimiento valioso a través del aprendizaje transformativo; y (3) la utilización del conocimiento asimilado para crear nuevo conocimiento y resultados comerciales a través del aprendizaje de explotación. Estos autores consideran que la capacidad absorptiva se construye a partir de las capacidades de absorción de los individuos que la integran, si bien no es simplemente la suma de estas.

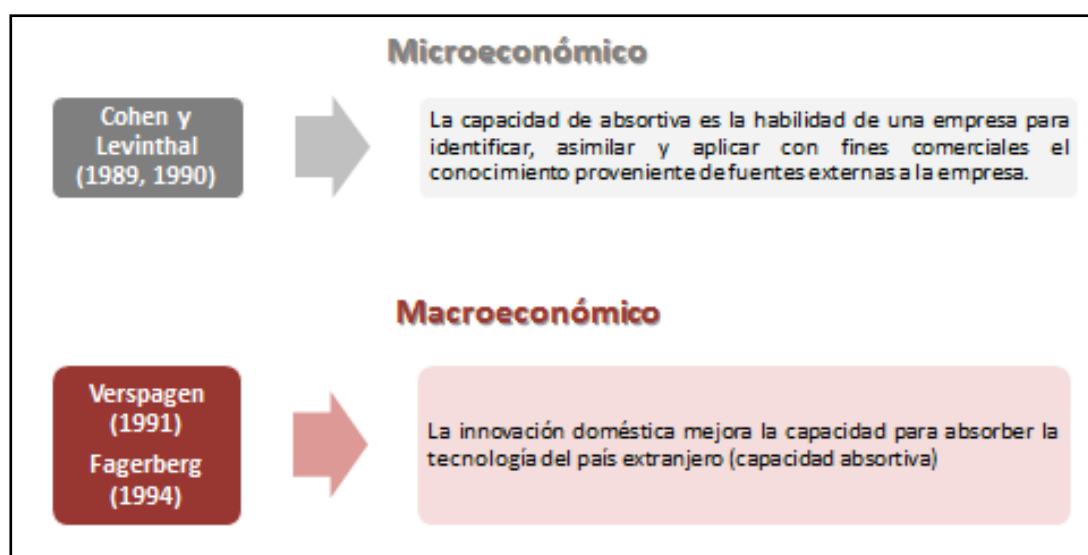
En la tabla 1.1 mostramos las principales revisiones del concepto de capacidad absorptiva.

Tabla 1.1. Principales revisiones del concepto de capacidad absorptiva	
Autores	Concepto
Cohen y Levinthal (1989, 1990)	La capacidad absorptiva es la habilidad de una empresa para identificar, asimilar y aplicar con fines comerciales el conocimiento proveniente de fuentes externas a la empresa.
Lane y Lubatkin (1998)	Estos autores, siguiendo el enfoque de Cohen y Levinthal (1989, 1990), analizaron la habilidad para identificar, asimilar y utilizar el conocimiento de otra empresa con la que se ha establecido una alianza.
Van den Bosch et ál. (1999)	Estos autores analizaron los determinantes que afectan al desarrollo de la capacidad absorptiva. Argumentaron que la capacidad absorptiva está condicionada por el entorno en el que la empresa compite y por su capacidad de respuesta frente a los cambios que se dan en él.
Zahra y George (2002)	La capacidad absorptiva es un conjunto de rutinas organizacionales y procesos estratégicos por los cuales las empresas adquieren, asimilan, transforman y explotan el conocimiento con el propósito de crear valor.
Lane et ál. (2006)	Estos autores consideran que la capacidad absorptiva de una empresa para utilizar conocimiento externo se da a través de tres procesos secuenciales: (1) el reconocimiento y la comprensión de nuevo conocimiento externo potencialmente valioso; (2) la asimilación del nuevo conocimiento valioso; y (3) la utilización del conocimiento asimilado para crear nuevo conocimiento y resultados comerciales.

Fuente: elaboración propia

A nivel macroeconómico, Verspagen (1991) y Fagerberg (1994) consideran que la innovación doméstica mejora la capacidad para absorber tecnología del país extranjero (capacidad absorptiva).

Figura 1.4. Capacidad absorptiva



Fuente: elaboración propia

1.5.2. Evidencia empírica sobre la capacidad absorptiva

A nivel microeconómico, una de las primeras investigaciones empíricas es la de Pennings y Harianto (1992). Estos autores examinan el papel de la capacidad absorptiva en la adopción del *video banking* entre las instituciones financieras de los Estados Unidos, y observan que la adquisición de hardware informático o de software tecnológico y los contactos con otras empresas son importantes a la hora de tener en cuenta la incidencia del *video banking*. Por lo tanto, consideran que tanto las habilidades internas como las externas son cruciales para la innovación. Años después, Nicholls y Woods (2003) examinaron el papel de la capacidad absorptiva en las empresas farmacéuticas. Estos autores midieron la capacidad absorptiva de tres modos: el número de patentes biotecnológicas que fueron asignadas a la empresa, el número de nuevos productos que tiene en el mercado o que están siendo revisados por las agencias reguladoras, y su reputación por la habilidad en biotecnología. Consideran que las empresas que se enfrentan a los cambios tecnológicos asociados a la aparición de un nuevo régimen pueden mejorar su habilidad para generar nuevo *output* continuando con un enfoque multifacético con las fuentes de la tecnología. Estos autores creen que esto se da porque las actividades de I+D internas y externas construyen la capacidad absorptiva que subyace en el *output* actual y futuro.

Posteriormente Arbussà y Coenders (2007) investigan la relación entre las actividades de innovación de las empresas con la utilización de instrumentos adecuados y la capacidad absorptiva. Consideran que para realizar actividades de innovación, las empresas necesitan capacidades en forma de capacidad absorptiva. Estos autores argumentan que la capacidad absorptiva puede ser de dos tipos: la capacidad de escanear el entorno buscando nuevas tecnologías y la capacidad de integrar este conocimiento. Creen que las capacidades de escáner son significativas para todas las empresas, tanto si utilizan instrumentos adecuados como si no los utilizan, y también para todos los tipos de actividades de innovación. Por el contrario, la mayoría de empresas que utilizan instrumentos adecuados requieren capacidad absorptiva del segundo tipo, aunque solo en algunos sectores.

Por su parte, Castro et ál. (2008) analizan la relación que existe entre la capacidad absorptiva de las empresas de la Comunidad Autónoma del País Vasco y la transferencia de conocimiento. Para medir la capacidad absorptiva se centran fundamentalmente en el papel que juegan los recursos humanos de ciencia, tecnología e innovación (RHCTI). Para analizar la transferencia de conocimiento, consideran los proyectos de cooperación para la innovación que realizan las empresas como indicadores *proxy* de la interacción de conocimiento. Y los resultados que han obtenido muestran que los patrones de interacción de conocimiento de las empresas vascas están asociados al perfil que tienen sus RHCTI. Por su parte, Expósito (2008) estudia en qué medida el capital social influye sobre la capacidad absorptiva de la empresa, y, a su vez, cómo esta influye en el proceso de innovación, centrándose en un contexto de distrito industrial. El

análisis lo realiza para las empresas que forman parte del distrito textil valenciano, y obtiene que la conceptualización del distrito industrial como una red social cohesiva y con vínculos fuertes supone un tipo de relaciones arraigadas que generan mecanismos de integración social que permiten reducir las barreras entre el conocimiento externo a la empresa y su adquisición y explotación, lo que incrementa la capacidad absorptiva de las empresas pertenecientes al distrito; las externalidades que la empresa recibe en forma de conocimiento provenientes del entorno en que opera, junto con las habilidades necesarias —en su caso, las dimensiones particulares de la capacidad absorptiva—, benefician el desarrollo de la innovación en la empresa, y mayores inversiones de recursos en I+D por parte de la empresa no suponen siempre unos mejores resultados de forma paralela.

Respecto a la evidencia empírica sobre la capacidad absorptiva, podemos decir que a nivel macroeconómico existe casi exclusivamente para el capital humano sobre la productividad (véase, por ejemplo, Engelbrecht, 1997; Frantzen, 2000; Del Barrio-Castro et ál., 2002; Khan y Luintel, 2006; y Coe et ál., 2009). Aunque podemos encontrar algunas excepciones en esta literatura, como por ejemplo el trabajo de Griffith et ál. (2004), que consideran que la capacidad absorptiva es la interacción entre la intensidad de la I+D (la ratio de los gastos de I+D por el *output*) y la distancia de un país a la frontera tecnológica. Como ya hemos comentado antes, Crespo et ál. (2004a,b) consideran que la capacidad absorptiva es la tecnología externa que se incorpora al sistema de producción doméstico y señalan que cuanto mayor es el gap tecnológico, más baja será la capacidad absorptiva del país. Y Kneller (2005) considera que la capacidad absorptiva mide la habilidad y el esfuerzo de los trabajadores y directivos para aplicar nueva tecnología. Kneller asume que la habilidad se incrementa con el nivel de capital humano de un país y que el esfuerzo se incrementa con la intensidad de la I+D (la ratio de los gastos de I+D por el *output*).

1.6. Bibliografía

- Abramovitz, M. (1986). Catching up, forging ahead and falling behind. *Journal of Economic History*. 46 (2), pp. 385-406.
- Aghion, P., Howitt, P. (1992). A Model of Growth through Creative Destruction. *Econometrica*. 60, pp. 323-351.
- Aghion, P., Howitt, P. (2006). Appropriate growth policy: A unifying framework. *Journal of the European Economic Association*. 42(2-3), pp. 269-314.
- Arbussà, A., Coenders, G. (2007). Innovation activities, use of appropriation instruments and absorptive capacity: Evidence from Spanish firms. *Research Policy*. 36, pp. 1545-1558.
- Arora, A., Gambardella, A. (1990). Complementarity and External Linkages: The Strategies of the Large Firms in Biotechnology. *The Journal of Industrial Economics*. 38 (4), pp. 361-379.
- Arora, A., Gambardella, A. (1994). The changing technology of technological change: general

- and abstract knowledge and the division of innovative labour. *Research Policy*. 23, pp. 523-532.
- Arrow, K. J. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing. *Review of Economic Studies*. 29, pp. 155-173.
- Athey, S., 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., Serrano-Domingo, G. (2002). New evidence on International R&D spillovers, human capital and productivity in the OECD. *Economics Letters*. 77, pp. 41-45.
- Barro, R. (1991). Economic growth in a cross-section of countries. *Quarterly Journal of Economics*. 106 (2), pp. 407-443.
- Becker, W., Dietz, W. (2004). R&D cooperation and innovation activities of firms—evidence for the German manufacturing industry. *Research Policy*. 33, pp. 209–223.
- Cameron, G., Proudman, J., Redding, S. (2005). Technological convergence, trade and productivity growth. *European Economic Review*. 49, pp. 775-807.
- Castro, J., Rocca, L., Ibarra, A. (2008). Transferencia de conocimiento en las empresas de la comunidad autónoma del País Vasco: Capacidad de absorción y espacios de interacción de conocimiento. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*. 732, pp. 653-675.
- Cass, D. (1965). Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation. *Review of Economic Studies*. 32, pp. 223-240.
- Cassiman, B., Veugelers, R. (2006). In Search of Complementarity in Innovation Strategy: Internal R&D and External Knowledge Acquisition. *Management Science*. 52(1), pp. 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., Helpman, E. (1995). International R&D Spillovers. *European Economic Review*. 39 (5), pp. 859-887.
- Coe, D., Helpman, E., Hoffmaister, A.W. (1997). North-South R&D Spillovers. *The Economic Journal*. 107 (440), pp. 134-149.
- Coe, D., Helpman, E., Hoffmaister, A.W. (2009). International R&D spillovers and institutions. *European Economic Review*. 53, pp. 723-741.
- Cohen, W., Levinthal, D. (1989). Innovation and Learning: Two Faces of R&D. *Economic Journal*. 99, pp. 569-596.
- Cohen, W., Levinthal, D.A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*. 35, pp. 128-152.
- Crespo, J., Martín, C., Velázquez, F.J. (2004a). The Role of International Technology Spillovers in the Economic Growth of the OECD Countries. *Global Economy Journal*. 4 (2), pp. 1-18.

- Crespo, J., Martín, C., Velázquez, F.J. (2004b). International Technology Spillovers from Trade: The Importance of the technological gap. *Investigaciones económicas*. 28(3), pp. 515-533.
- Croisier, B. (1998). The governance of external research: empirical test of some transaction-cost related factors. *R&D Management*. 28(4), pp. 289-298.
- Domar, E. (1946). Capital expansion, Rate of Growth, and Employment. *Econometrica*. 14, pp. 137-147.
- Engelbrecht, H.J. (1997). International R&D spillovers, human capital, and productivity in OECD countries: an empirical investigation. *European Economic Review*. 41, pp. 1479-1488.
- Expósito, M. (2008). *El efecto del capital social y la capacidad de absorción en la innovación empresarial. Una aplicación al distrito industrial valenciano*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Facultad de Ciencias económicas y Empresariales. Valencia.
- Fagerberg, J. (1994). Technology and International Differences in Growth Rates. *Journal of Economic Literature*. 32 (3), pp. 1147-1175.
- Frantzen, D. (2000). Innovation, International Technological Diffusion and the Changing Influence of R&D on Productivity. *Cambridge Journal of Economics*. 24 (2), pp. 193-203.
- Freeman, Ch. (1991). Networks of Innovators: a synthesis of research issues. *Research Policy*. 20(5), pp. 499-514.
- Funk, M.F. (2001). International R&D Spillovers and Convergence Among OECD Countries. *Journal of Economic Integration*. 16 (1), pp. 48-65.
- George, H. (1931). *Progress and Poverty*. London: The Henry George Foundation of Great Britain.
- Gerschenkron, A. (1962). *Economic Backwardness in Historical Perspective*. Harvard University Press, Cambridge MA.
- Griffith, R., Redding, S., 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), pp. 883-895.
- Griliches, Z. (1979). Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth. *Bell Journal of Economics*. 10(1). 92-116.
- Grossman, G.M., Helpman, E. (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Hall, B. H., Mairesse, J., Mohnen, P. (2010). Measuring the Returns to R&D. En Hall, B. H., Rosenberg, N. (ed.). *Handbook of the Economics of Innovation* (pp. 1034-1076) Amsterdam and New York: Elsevier.
- Harrod, R.F. (1939). An Essay in Dynamic Theory. *Economic Journal*. 49, pp. 14-33.
- Kaiser, U. (2002). An empirical test of models explaining R&D expenditures and R&D cooperation. *International Journal of Industrial Organisation*. 20(6), pp. 747-774.

- Keller, W. (1996). Absorptive capacity: On the creation and acquisition of technology in development. *Journal of Development Economics*. 49, pp. 199-227.
- Keller, W. (1997). How Trade and Technology Flows Affect Productivity Growth. Policy Research Working Paper, 1831.
- Keller, W. (1998). Are International R&D Spillovers Trade-Related? Analyzing Spillovers Among Randomly Matched Trade Partners. *European Economic Review*. 42 (8), pp. 1469-1481.
- Keller, W. (2002). Trade and the Transmission of Technology. *Journal of Economic Growth*. 7(1), pp. 5-24.
- Keynes, J.M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. New York: Harcourt Brace.
- Khan, M., Luintel, K.B. (2006). Sources of Knowledge and Productivity: How Robust is the Relationship?. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2006/6.
- Kneller, R. (2005). Frontier Technology, Absorptive Capacity and Distance. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 67, pp. 1-24.
- Koopmans, T.C. (1965). On the Concept of Optimal Economic Growth. En the *Econometric Approach to Development Planning*. Amsterdam: North Holland.
- Lane, P.J., Lubatkin, M. (1998). Relative absorptive capacity and interorganizational learning. *Strategic Management Journal*. 19, pp. 461-477.
- Lane, P.J., Koka, B., Pathak, S. (2006). The reification of absorptive capacity: A critical review and rejuvenation of the construct. *Academy of Management Review*. 31(4), pp. 833-863.
- Laursen, K., Salter, A. (2006). Open for Innovation: the role of Openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms. *Strategic Management Journal*. 27, pp. 131-150.
- Lichtenberg, F., van Pottelsbergue de la Potterie, B. (1998). International R&D Spillovers: A Comment. *European Economic Review*. 42 (8), pp. 1483-1491.
- Lowe, J., Taylor, P. (1998). R&D and technology purchase through licence agreements: complementary strategies and complementary assets. *R&D Management*. 28(4), pp. 263-278.
- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*. 22 (1), pp. 3-42.
- Malthus, T.R. (1798). *First Essay on Population, Reprints of Economic Classics*. New York: Augustus Kelley, 1965.
- Marx, K. (1867). *Capital*. New York: Penguin Books
- Milgrom, P., Roberts, J. (1990). The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization. *American Economic Review*. 80, pp. 511-528.
- Mowery, D.C. (1983). The relationship between intrafirm and contractual forms of industrial research in American manufacturing, 1900-1940. *Explorations in Economic History*. 20(4), pp. 351-374.

- Mowery, D.C., Oxley, J.E., Silverman, B. (1996). Strategic alliance and interfirm / Knowledge transfer. *Strategic Management Journal*. 17, pp. 77-91.
- Mowery, D. C., Rosenberg, N. (1979). The Influence of Market Demand upon Innovation: A Critical Review of Some Recent Empirical Studies. *Research Policy*. 8, 102-153.
- Mowery, D.C., 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*. 67(3), pp. 297-306.
- Nelson, R.R., Winter, S.G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, US: The Belknap Press of Harvard University.
- Nicholls-Nixon, C., Woods, C.Y. (2003). Technology sourcing and output of established firms in a regime of encompassing technological change. *Strategic Management Journal*, 24, pp. 651-666.
- Papageorgiou, C. (2000). Technology Adoption, Human Capital, and Growth Theory. *Review of Development Economics*. 6(3), pp. 351-368.
- Pennings, J.M., Harianto, F. (1992). The diffusion of technological innovation in the commercial banking industry. *Strategic Management Journal*. 13(1), pp. 29-46.
- Polterovich, V., Tonis, A. (2005). Innovation and Imitation at Various Stages of Development: A Model with Capital. NES Working Paper. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1753531>
- Ramsey, F. (1928). A Mathematical Theory of Saving. *Economic Journal*. 38, pp. 543-559.
- Rebelo, S. (1991). Long Run Policy Analysis and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*. 99 (3), pp. 500-521.
- Ricardo, D. (1817). *The principles of political economy and taxation*. Londres.
- Romer, P.M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*. 94, pp. 1002-1037.
- Romer, P.M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*. 98, pp. S71-S102.
- Schumpeter, J.A. (1934). *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalism, Socialism, and Democracy*. New York: Harper and Row.
- Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Reprint. New York: Modern Library, 1937.
- Solow, R. M. (1994). Perspectives on Growth Theory. *The Journal of Economic Perspectives*. 8(1), pp. 45-54.
- Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*. 70(1), pp. 65-94.

- Swan, T.W. (1956). Economic growth and capital accumulation. *Economic Record*. 32, pp. 334-361.
- Van Den Bosch, F.A.J., Volderba, H.W., De Boer, M. (1999). Coevolution of firm absorptive capacity and knowledge environment: Organizational forms and combiantive capabilities. *Organizational Science*. 10, pp. 551-568.
- Vandenbussche, J., Aghion, P., Meghir, C. (2006). Growth, distance to frontier and composition of human capital. *Journal of Economic Growth*. 11, pp. 97-127.
- Verspagen, B. (1991). A new empirical approach to catching up or falling behind. *Structural Change and Economic Dynamics*. 2 (2), pp. 359-380.
- Veugelers, R. (1997). Internal R&D expenditures and external technology sourcing. *Research Policy*. 26, pp. 303-315.
- Veugelers, R., Cassiman, B. (1999). Make and buy in innovation strategies: evidence from Belgian manufacturing firms. *Research Policy*. 28, pp. 63-80.
- Xu, B., Wang, J. (1999). Capital goods trade and R&D spillovers in the OECD. *Canadian Journal of Economics*. 32, pp. 1179-1192.
- Young, A. (1928). Increasing returns and economic progress. *The Economic Journal*. 38, pp. 527-542.
- Zahra, S.A., George, G. (2002). Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension. *Academy of Management Review*. 27(2), pp. 185-203.

CAPÍTULO 2:

BASES DE DATOS Y TÉCNICAS ECONOMÉTRICAS

2.1. Introducción

2.2. Bases de datos

2.2.1. A nivel macroeconómico

2.2.1.1. OECD STAN Structural Analysis Database

2.2.1.2. ANBERD (Analytical Business Enterprise Research and Development database)

2.2.1.3. EU KLEMS DATABASE

2.2.1.4. WDI (World Development Indicators (World Bank))

2.2.2. A nivel microeconómico

2.2.2.1. Community Innovation Survey (CIS)

2.2.2.2. PITEC

2.2.2.2.1. Tratamiento de la base de datos

2.3. Técnicas econométricas

2.3.1. A nivel macroeconómico

2.3.1.1. Raíces unitarias y cointegración

2.3.1.2. DOLS (Dynamics Ordinary Least Squares)

2.3.2. A nivel microeconómico

2.3.2.1. Probit

2.3.2.2. Regresión cuantílica

2.3.2.3. Probit ordenado

2.4. Bibliografía

2.1. Introducción

Una investigación de las características de la presente no podría entenderse sin un gran esfuerzo para obtener buenas bases de datos. En cierto sentido, en un trabajo empírico, los datos son la materia prima.

Según Pulido (2000), podemos apreciar cuatro etapas en la tarea analítica del economista, que son descripción, explicación, diagnóstico y actuación.

Durante la etapa de descripción de los fenómenos económicos, el instrumento básico con el que contamos los economistas son los datos, y es aquí donde encontramos la primera dificultad específica, ya que estos son parciales, están sometidos a errores y se refieren, en general con retraso, a una realidad permanentemente cambiante.

La tarea de explicación de los fenómenos económicos se realiza habitualmente mediante la utilización de técnicas o herramientas econométricas. Esta etapa no está exenta de problemas. Hay una práctica que comparten la mayoría de técnicas habitualmente utilizadas, llamada "minería de datos" (*data mining*), que permite seleccionar, de forma bastante arbitraria, los resultados empíricos de un determinado análisis, por lo que en muchas ocasiones lo que se presenta como resultados objetivos de una investigación no es más que la justificación numérica de los argumentos planteados a priori por el propio investigador. En cualquier caso, y al margen de abusos y prácticas defectuosas, la investigación económica está condenada, por su propia naturaleza, a no encontrar respuestas únicas y, en general, cualquier cuestión puede ser abordada desde ángulos diferentes, utilizando herramientas distintas y aplicándolas a conjuntos alternativos de datos.

Finalmente, es tal vez en las etapas de diagnóstico y actuación donde el problema se agrava especialmente, ya que los instrumentos que podemos utilizar, o bien están poco definidos y generalizados (leyes y regularidades empíricas), o bien son sumamente subjetivos (juicios de valor).

Por su parte, Fontela (1997) considera que el problema con el que nos enfrentamos los economistas es precisamente la actitud de vigilia permanente en lugar de apostar de manera sólida e irrefutable por los acontecimientos venideros: "si me pidieran que resumiese en pocas palabras qué es lo que está fallando en el pensamiento económico y en la actividad de los economistas, yo diría que es la falta de aptitud para la exploración del futuro, o sea, la falta de capacidad prospectiva".

2.2. Bases de datos

Para Schumpeter (1954), el análisis económico se nutre de la historia, la estadística y la “teoría”. Para él, de estos tres campos sobresale la historia económica. Para nosotros, el análisis económico no tendría sentido sin datos.

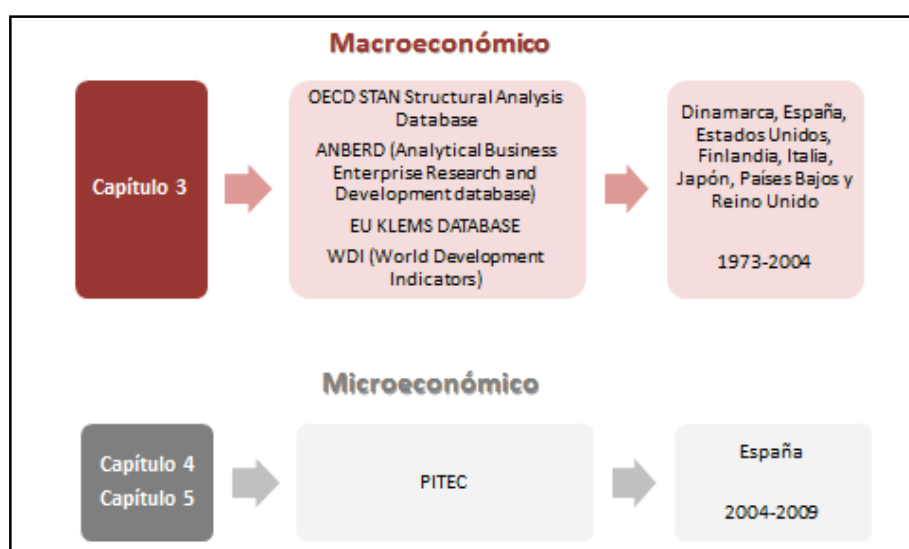
En las últimas décadas del siglo XX, los economistas han podido acceder a un volumen apreciable de datos a escala internacional, lo que se ha traducido en una mayor cobertura geográfica y una perspectiva temporal más adecuada para analizar fenómenos que se manifiestan a largo plazo.

En su discurso pronunciado el 8 de diciembre de 2000, al ganar el Premio Nobel en Ciencias Económicas, James Heckman señaló lo siguiente:

“En los últimos cincuenta años la economía se ha visto enriquecida por la gran cantidad de nuevas fuentes de datos microeconómicos. Estos datos han hecho que los economistas tomen conciencia de la diversidad y heterogeneidad de la vida económica. Han permitido a los economistas entender de forma más completa un conjunto amplio de problemas sociales y evaluar programas sociales diseñados para resolver estos problemas. Aquellos que comenzaron la recolección de datos microeconómicos merecen nuestro agradecimiento más sincero”.

En este apartado haremos una breve descripción de las bases de datos que utilizaremos en esta tesis doctoral. Dada la naturaleza dinámica de este trabajo, las bases utilizadas, tanto a nivel macroeconómico como a nivel microeconómico, tienen la naturaleza de datos de panel.

Figura 2.1. Bases de datos



Fuente: elaboración propia

Como ya han comentado otros autores, entre ellos Baltagi (2008), el uso de datos de panel nos puede aportar ventajas pero también inconvenientes. Entre las ventajas que dicho autor menciona, destacaremos las siguientes: i) los datos de panel permiten controlar los problemas asociados a la heterogeneidad de la muestra; ii) los datos de panel ofrecen más información, más variabilidad, menos colinealidad entre las variables, más grados de libertad y más eficiencia; iii) los datos de panel son más adecuados para estudiar las dinámicas de ajuste; iv) los datos de panel son más adecuados para identificar y medir los efectos que no son fácilmente detectables en los datos cross-section o los datos de series temporales; v) los datos de panel nos permiten construir mejores modelos de comportamiento que los datos cross-section o los datos de series temporales. El uso de datos de panel puede aportar ventajas pero también algunos inconvenientes. Entre las limitaciones que dicho autor comenta, destacaremos las siguientes: i) problemas de diseño y recolección de datos; ii) distorsiones de los errores de medida; iii) problemas de selección (autoselección; no respuesta; attrition); y iv) corta dimensión de la serie temporal respecto al número de individuos.

2.2.1. A nivel macroeconómico

2.2.1.1. OECD STAN Structural Analysis Database

La base de datos industrial STAN fue creada por la OCDE con el objetivo de llenar el espacio entre los datos detallados recogidos a través de las encuestas industriales, las cuales habían limitado la comparación internacional, y los datos contables nacionales, los cuales son más comparables internacionalmente, pero solamente están disponibles a niveles bastante agregados.

Esta fuente estadística proporciona a los analistas e investigadores una herramienta comprensiva para analizar el escenario industrial a un nivel relativamente detallado de la actividad. Esto incluye medidas anuales de los *outputs*, los *inputs* laborales, la inversión y el comercio internacional, las cuales permiten a los usuarios construir una amplia gama de indicadores para centrarse en áreas como el crecimiento de la productividad, la competitividad y los cambios de estructura en general.

Debido al uso de una lista de industrias estándar, las comparaciones se pueden hacer a través de países. La clasificación sectorial provee suficientes detalles para que los usuarios puedan detectar los sectores de alta tecnología, y es compatible con aquellos sectores utilizados en las bases de datos relacionadas con la OCDE. Los datos de STAN proceden, en primer lugar, de las cuentas nacionales anuales de los países miembros por tablas de actividad, y la base utiliza datos de otras fuentes, tales como las encuestas/censos de negocio nacional, para estimar los detalles perdidos. La base de datos STAN no supone presentaciones oficiales de los países miembros, ya que muchos datos son estimados. Esta base de datos está basada en la clasificación ISIC Rev. 3 y cubre todas las actividades (incluyendo los servicios). Para asegurar la continuidad en el tiempo, la base de datos STAN se actualiza continuamente, es decir, las tablas nuevas están disponibles tan pronto como están preparadas.

Esta base de datos cubre el período comprendido entre 1970 y la actualidad e incluye los siguientes países: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Corea, Dinamarca, Eslovaquia, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Japón, Luxemburgo, México, Nueva Zelanda, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

La base de datos STAN ha sido utilizada en diferentes trabajos, entre los que destacaremos, Keller (2002), Carlin y Mayer (2003), Cameron et ál. (2005), Kneller (2005), Sanaú et ál. (2006) y López-Pueyo et ál. (2008), para estudiar la difusión tecnológica internacional y la productividad.

2.2.1.2. ANBERD (Analytical Business Enterprise Research and Development database)

La base de datos ANBERD (Analytical Business Enterprise Research and Development) contiene series temporales relativas a la inversión en I+D de cada industria en la clasificación ISIC Rev. 3 para 19 países de la OCDE, y también para toda la Unión Europea. Esta base de datos es compatible con otras bases de datos de la OCDE.

Los datos están disponibles desde 1987 y ofrece información de los países siguientes: Alemania, Australia, Bélgica, Canadá, Corea, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Irlanda, Italia, Japón, Noruega, Países Bajos, Polonia, Reino Unido, República Checa, Suecia y Unión Europea.

Esta base de datos ha sido utilizada en diferentes trabajos, entre los que sobresalen Braconier y Sjöholm (1998), Keller (2002), Carlin y Mayer (2003), Griffith et ál. (2004), Kneller (2005) y López-Pueyo et ál. (2008), para estudiar la difusión tecnológica internacional y la productividad.

2.2.1.3. EU KLEMS DATABASE

La base de datos EU KLEMS contiene variables para el estudio del crecimiento económico, la productividad, la creación de empleo, la formación de capital y el cambio tecnológico a nivel industrial en todos los países miembros de la Unión Europea desde 1970 en adelante. Esta base de datos provee un importante *input* para la evaluación política; en particular, para la evaluación de los objetivos sobre competitividad y crecimiento económico establecidos por la Agenda de Lisboa en el año 2000 y la Cumbre de Barcelona en el año 2002.

Esta base de datos fue diseñada para facilitar la producción de estadísticas de calidad utilizando metodologías de contabilidades nacionales y análisis *input-output*. Las medidas de *input* incluirán diversas categorías de *inputs* de capital, mano de obra, energía, material y servicios. Las medidas de productividad serán desarrolladas, en particular, con técnicas de contabilidad del crecimiento.

La base de datos será utilizada para propósitos analíticos y relacionados con la política; en particular, para estudiar la relación entre la formación habilitosa, el progreso tecnológico y la innovación, por una parte, y la productividad, por otra. Al facilitar este tipo de análisis se conseguirá un vínculo con las bases de datos micro (a nivel de empresa).

En la elaboración de esta base de datos participan 15 organizaciones de la Unión Europea que representan una mezcla de instituciones académicas e instituciones de investigación político-económica nacional y cuentan con el apoyo de diversas oficinas estadísticas y de la OCDE. Entre estas organizaciones podemos destacar el Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (IVIE).

Entre los trabajos que utilizan esta base de datos, podemos destacar a Fukao y Miyagawa (2007) y Van Ark et ál. (2008), ente otros. Ambos trabajos estudian la productividad.

2.2.1.4. WDI (World Development Indicators (World Bank))

La base de datos WDI (World Development Indicators, “Indicadores de Desarrollo Mundial”) pertenece al Banco Mundial, se publica anualmente e informa sobre el estado de los distintos países del mundo desde 1978. Esta base de datos es avalada por el Banco Mundial y otros organismos internacionales que colaboran en su edición, como por ejemplo la ONU, la FAO, el FMI, la OCDE o la OMC.

Esta base de datos incluye más de 800 indicadores organizados en seis secciones: panorama mundial, población, medio ambiente, economía, estados y mercados e interrelaciones en la economía globalizada.

Entre los trabajos que utilizan esta base de datos, podemos destacar Calderón y Liu (2003), Hermes y Lensink (2003), Alfaro et ál. (2004) y Krogstrup y Matar (2005), para estudiar el desarrollo financiero y el crecimiento económico.

2.2.2. A nivel microeconómico

2.2.2.1. Community Innovation Survey (CIS)

El CIS es una encuesta a nivel de país realizada por los países de la Unión Europea a partir de un proyecto de la OCDE. Su objetivo es proveer, desde la perspectiva de los recursos y

Tabla 2.1 CIS			
Edición	Periodo de referencia	Periodo de cobertura	Area de referencia
CIS-1	Los países fueron libres de utilizar el año 2002 o el año 2003 como período de referencia. Hungría, Letonia, Lituania, Malta, Luxemburgo, Portugal, Eslovaquia y Noruega tenían datos para el 2003, mientras que los otros países tenían datos para el 2002. Indicadores tales como los gastos en innovación se refieren únicamente al año de referencia. No obstante, otros indicadores, como por ejemplo si un emprendedor ha introducido una innovación, se refieren al período de observación de tres años y terminan en el año de referencia, es decir, 2000-2002 o 2001-2003. Luxemburgo, Lituania, Malta y Hungría utilizan el período de observación de dos años 2002-2003, mientras que Eslovenia utiliza el período de observación de dos años 2001-2002. Portugal utilizó una observación de un año y el período de referencia 2003.		La encuesta se llevó a cabo en 16 de los 25 países miembros de la Unión Europea, Rumanía y la Federación Rusa.
CIS-2	Los datos se refieren al año de calendario 1996.	Los datos del CIS2 cubren el período 1996-1998, excepto para Noruega y Portugal, que cubren el período 1997-1999.	La encuesta se llevó a cabo en los países miembros de la UE-15 y Noruega.
CIS-3	Se utilizaron tres períodos de referencia: i) el primero se refiere a un conjunto de preguntas para el total del período 1998-2000, por ejemplo si el emprendedor ha introducido una innovación en algún momento del período de tres años; ii) el segundo conjunto de cuestiones se refiere solamente al año de referencia 2000, por ejemplo indicadores tales como gastos de innovación; iii) finalmente, un número limitado de indicadores económicos fueron solicitados tanto para el 1998 como para el 2000, como por ejemplo los números de volumen de ventas y trabajadores. Hay algunas excepciones al año de referencia en el CIS3, como por ejemplo Noruega, para la que se utilizó el período 1999 a 2001 en lugar de 1998 a 2000. España utilizó una versión anterior del cuestionario básico CIS3 a las de los otros países. La República Checa, Hungría, Letonia, Lituania y Eslovaquia tenían como período de referencia el 1999-2001, mientras que Rumanía tenía como período de referencia 2000-2002. Eslovenia tenía un período de referencia de dos años de 2001-2002, y Bulgaria tenía un período de referencia de 2001-2003. Los datos para Polonia normalmente tienen un período de referencia de 1998-2000 para el sector industrial y 1997-1999 para el sector servicios. No obstante, tienen algunas excepciones. Los datos de volumen de ventas se refieren al año 2001; los datos de gastos son del 2000 para el sector industrial y 1999 para el sector servicios; los datos de métodos de protección no relacionados con patentes se refieren al 1996 y los datos de innovación no tecnológica se refieren al 2001.	Los datos del CIS3 cubren el período 1998-2000, con la excepción de Noruega, donde el período de referencia fue el 1999-2001. La República Checa, Hungría, Letonia, Lituania y Eslovaquia tienen un período de referencia de 1999-2001, mientras que Rumanía tiene un período de referencia 2000-2002. Eslovenia tenía un período de referencia de dos años 2001-2002, y Bulgaria un período de referencia de 2001-2003.	La encuesta se llevó a cabo en 25 países miembros de la Unión Europea, Islandia, Noruega, Turquía y Rumanía. Además, otros países europeos y no europeos también realizaron encuestas equivalentes al CIS3. La encuesta en Polonia está basada principalmente en el CIS2, pero muchas variables también son comparables con el CIS3.
CIS-4	El período de observación cubierto por la encuesta fue el 2002-2004 inclusive, es decir, el período de tres años desde inicios del 2002 hasta el final del 2004. De manera similar al cuestionario CIS3, se utilizan tres períodos de referencia en el cuestionario: i) el primero se refiere a un conjunto de preguntas para el total del período 2002-2004, por ejemplo si el emprendedor ha introducido una innovación en algún momento del período de tres años; ii) el segundo conjunto de cuestiones se refiere solamente al año de referencia 2004, por ejemplo indicadores tales como gastos de innovación; iii) finalmente, un número limitado de indicadores económicos fueron solicitados tanto para el 2002 como para el 2004, como por ejemplo los números de volumen de ventas y trabajadores. Todos los países recogieron los datos de acuerdo con el período de observación, excepto la República Checa, que tenía como período de referencia el 2003-2005.	En la mayoría de países, el CIS4 fue lanzado en 2005, basado en el período de referencia 2004, con el período de observación 2002-2004. La República Checa tenía un período de referencia de 2003-2005.	La encuesta se llevó a cabo en 25 países miembros de la Unión Europea, países candidatos, Islandia y Noruega.
CIS-2006	El período de observación cubierto por la encuesta fue el 2004-2006 inclusive, es decir, el período de tres años desde inicios del 2004 hasta el final del 2006. El período de referencia del CIS2006 fue el año 2006. De manera similar al cuestionario CIS3, se utilizan tres períodos de referencia en el cuestionario: i) el primero se refiere a un conjunto de preguntas para el total del período 2004-2006, por ejemplo si el emprendedor ha introducido una innovación en algún momento del período de tres años; ii) el segundo conjunto de cuestiones se refiere solamente al año de referencia 2006, por ejemplo indicadores tales como gastos de innovación; iii) finalmente, un número limitado de indicadores económicos fueron solicitados tanto para el 2004 como para el 2006, como por ejemplo los números de volumen de ventas y trabajadores.	El CIS 2006 fue lanzado en 2007, basado en el período de referencia 2006, con el período de observación 2004-2006.	La encuesta se realizó en los 27 países miembros de la Unión Europea, los países candidatos y Noruega.
CIS-2008	El período de referencia del CIS2008 fue el año 2008 y el período de observación del 2006 al 2008. Todos los países recogieron datos según este período de observación.	El período de observación del CIS 2008 cubierto por la encuesta fue el 2006-2008 inclusive, es decir, el período de tres años desde el 1 de enero de 2006 hasta el 31 de diciembre de 2008. El período de referencia del CIS 2008 fue el año 2008.	La encuesta se realizó en los 27 países miembros de la Unión Europea, los países candidatos, Noruega e Islandia.

Fuente: Eurostat

los resultados, una fuente de datos estadísticos sobre las actividades que llevan a cabo las empresas relacionadas con la innovación. Entre las fuentes vinculadas a la innovación, destacan las actividades internas de I+D, la adquisición externa de I+D y la participación en proyectos de cooperación. Respecto a los *outputs*, se siguen los criterios de la OCDE (2005), distinguiendo entre cuatro categorías: la innovación de producto (bienes o servicios), de proceso, organizativa y de marketing.

Esta encuesta cubre áreas como los bienes o servicios nuevos o mejorados significativamente, y la introducción de métodos de procesos, logística o distribución nuevos o mejorados significativamente. También da información sobre las características de la actividad de innovación a nivel de empresa, de ahí que ayude a entender mejor el proceso de innovación y los efectos de la innovación en la economía.

El CIS es la fuente de un amplio conjunto de indicadores sobre actividades de innovación, gastos de innovación, efectos de la innovación, fondos públicos, cooperación en innovación, fuentes de información para la innovación, principales obstáculos en las actividades de innovación y métodos para proteger los derechos de propiedad intelectual.

El CIS es la principal herramienta estadística de la Unión Europea para estudiar los retornos de la política pública y, así, determinar el proceso de innovación a nivel de empresa.

En la anterior tabla (Tabla 2.1) podemos ver las diferentes versiones del CIS, su período de referencia, su período de cobertura y su área de referencia.

2.2.2.2. PITEC

Esta tesis utiliza el panel PITEC, que integra los datos del CIS-4, CIS-2006 y CIS-2008. Una de las principales ventajas de PITEC es el salto de una base de datos transversal, sin dimensión temporal, a un panel que permite obtener estimaciones mucho más precisas de los cambios de las empresas a lo largo del tiempo, y, además, facilita la obtención de datos más robustos que reflejan mejor el comportamiento heterogéneo de las empresas. El uso de esta base de datos nos permite introducir variables con retrasos. Este hecho representa un aspecto metodológico importante si se tiene en cuenta que la mayoría de estudios realizados han utilizado datos *cross-section* (referidos solamente a una oleada de la encuesta), lo cual plantea diversos problemas para identificar las relaciones de causalidad. Otra ventaja que tiene PITEC es que es una base de datos gratuita que está a disposición de los investigadores en la página web de FECYT.¹ Excepto por la anonimización de una serie de variables, las variables disponibles en la web corresponden a las originales que están en manos del INE.

¹ http://icono.fecyt.es/PITEC/Paginas/por_que.aspx

También deberíamos remarcar algunas limitaciones de esta base de datos, tales 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 contesta la encuesta. No obstante, la evidencia ofrecida por Mairesse y Mohnen (2004) sugiere que la información subjetiva del cuestionario es consistente con los resultados obtenidos por los trabajos empíricos basados en los datos más objetivos.

Entre los trabajos que utilizan esta base de datos, podemos destacar a Fariñas y López (2007), Vega-Jurado (2008), Segarra (2010), Nieto y Santamaría (2010), Vega-Jurado et ál. (2010), Muñoz et ál. (2011) y Segarra y Teruel (2011), entre otros.

2.2.2.2.1. Tratamiento de la base de datos

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.).

A continuación mencionaremos los pasos seguidos para depurar la base de datos PITEC hasta llegar a la muestra que vamos a utilizar en esta tesis doctoral. Después de excluir de la muestra las empresas que han experimentado un cambio repentino, como por ejemplo una fusión, una adquisición, etc., y quedarnos con el período 2004-2009, los pasos seguidos han sido los siguientes:

- 1) Solo hemos seleccionado las empresas que pertenecen a los sectores de las manufacturas o los servicios, distinguiendo entre sectores con alta intensidad tecnológica y sectores con baja intensidad tecnológica.
- 2) Solo incluimos en nuestra muestra las empresas que han sido observadas en la base de datos cuatro o más años.
- 3) Otro criterio está relacionado con las empresas cuya cantidad de ventas por trabajador sea 0 o *missing*. En este caso, y siguiendo los trabajos de Löf y Heshmati (2006) y Raymon et ál. (2010), entre otros, no consideramos estas empresas.
- 4) Siguiendo a Mohnen et ál. (2006), tampoco se considerarán para el análisis las empresas con una tasa de crecimiento de sus ventas superior al 250% o inferior al -40%. De esta forma pretendemos controlar la presencia de *outliers*.
- 5) Siguiendo el trabajo de Raymon et ál. (2010), entre otros, solo consideramos las empresas con 10 o más trabajadores.

En la siguiente tabla (tabla 2.2) podemos observar el número de empresas que permanecen en la muestra después de cada uno de los pasos de depuración que hemos explicado anteriormente. Con este proceso la muestra ha ganado en consistencia; no obstante, la base de datos inicial se ha reducido de 12.817 empresas a 5.575.

Tabla 2.2. Depuración de la base de datos (número de empresas)					
	Toda muestra	Empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica	Empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica	Servicios intensivos en conocimientos	Otros servicios
Inicio	12.817				
Paso 1	9.566	3.103	3.867	1.550	1.046
Paso 2	7.501	2.488	3.211	1.061	741
Paso 3	7.499	2.488	3.210	1.061	740
Paso 4	7.148	2.392	3.109	963	684
Paso 5	5.575	1.911	2.520	634	510

Fuente: elaboración propia a partir de PITEC

También hemos considerado algún criterio para tratar los datos que detallaremos a continuación:

1) Consideramos el criterio que está relacionado con las variables individuales que reflejan el tamaño de la empresa. En general, la literatura empírica analiza el tamaño de la empresa a partir de tres variables: las ventas totales, el valor añadido y el número de trabajadores. Para facilitar el contraste con los resultados obtenidos en este trabajo también se adoptará este criterio. En concreto utilizaremos el número de trabajadores.

2) Otra de las cuestiones relevantes para el tratamiento empírico de los datos está relacionada con los métodos para transformar las variables nominales en variables reales, sin el efecto derivado de la variación de los precios. Desgraciadamente, no disponemos de indicadores de precios a nivel de empresa ni de producto, lo que supone un inconveniente para deflactar las variables nominales. Por esta razón obtenemos deflatores de carácter sectorial. Para las manufacturas españolas se utiliza el índice de precios del sector a dos dígitos, Índice de Precios Industriales (IPRI). No obstante, existen pocas estadísticas relacionadas con la evolución de los precios en las industrias del sector servicios. Siguiendo el trabajo de Segarra et ál. (2008), aplicaremos el IPC perteneciente a "otros bienes y servicios".

Tabla 2.3. Clasificación de sectores manufactureros y servicios

	ISIC Rev. 1.1
Manufacturas con intensidad tecnológica alta	
Industria farmacéutica	244
Fabricación de maquinaria de oficina e informática	30
Fabricación de aparatos de radio, TV y comunicaciones	32
Fabricación de instrumentos ópticos y de precisión	33
Fabricación de aeronaves	353
Manufacturas con intensidad tecnológica media-alta	
Fabricación de productos químicos	24 excl. 244
Fabricación de maquinaria y equipo mecánico n.c.p	29
Fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos n.c.p	31
Fabricación de vehículos automotores y remolques	34
Fabricación de material ferroviario y otro transporte	35 excl. 353
Manufacturas con intensidad tecnológica media-baja	
Coquerías, refino de petróleo y tratamiento de combustibles nucleares	23
Fabricación de productos de caucho y plástico	25
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	26
Fabricación de metales comunes	27
Fabricación de productos elaborados de metal	28
Manufacturas con intensidad tecnológica baja	
Elaboración de alimentos, bebidas y tabaco	15 + 16
Fabricación de productos textiles y curtido	17
Fabricación de ropa	18
Fabricación de prendas de vestir de piel	19
Fabricación de madera y corcho	20
Fabricación de papel	21
Edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	22
Fabricación de muebles	36
Servicios intensivos en conocimiento	
Telecomunicaciones y correos	64
Informática y actividades relacionadas	72
Investigación y desarrollo	73
Otros servicios	
Intermediación financiera	65 + 66 + 67
Sector inmobiliario	70 + 71
Educación	80
Actividades sanitarias y veterinarias, servicio social	85
Actividades recreativas, culturales y deportivas	92

Fuente: Eurostat

3) Otro criterio hace referencia a la clasificación sectorial adoptada. Para realizar un estudio que nos permita descender desde el conjunto de la economía hasta las actividades económicas necesitamos un criterio para clasificarlas. En los estudios de alcance internacional, la clasificación más utilizada es el International Standard of Industrial Classification (ISIC), pues facilita la comparación entre los estudios realizados en países que tienen criterios propios de clasificación de actividades y de productos. En esta tesis doctoral utilizaremos la clasificación propuesta por Eurostat (para más detalle, véase la tabla 2.3), aunque en el caso de las manufacturas, en lugar de considerar los cuatro subgrupos propuestos, reagruparemos los sectores en dos subgrupos, distinguiendo solo entre intensidad tecnológica alta o baja.

2.3. Técnicas econométricas

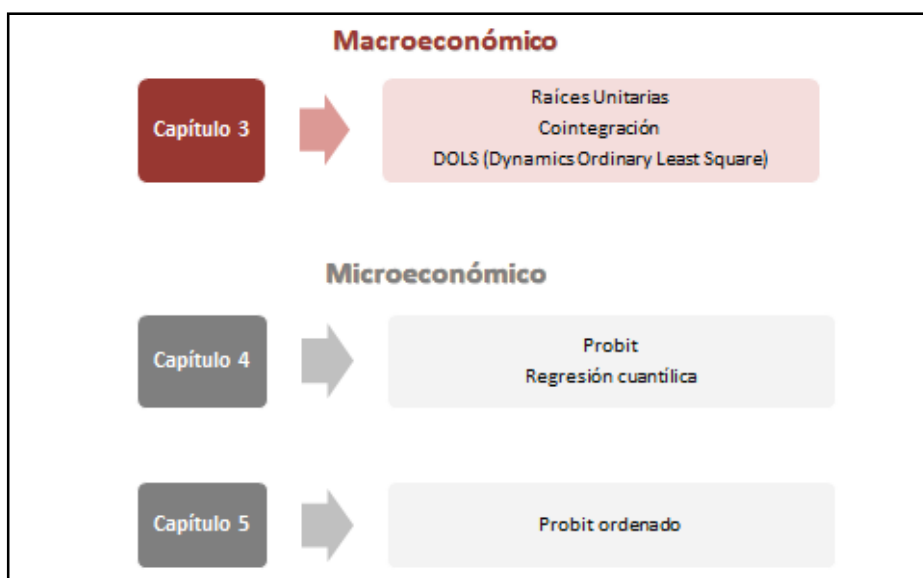
En esta tesis doctoral esperamos no entrar en la vieja polémica de si debemos o no considerar la economía como una ciencia, ya que si los más insignes metodólogos no han podido establecer un claro acuerdo al respecto (Blaug, 1980), sería temerario por nuestra parte realizar cualquier tipo de aportación sobre el tema.

Aun así, mediante un simple repaso de las aportaciones realizadas por diversos autores a lo largo de la historia del pensamiento económico, podemos encontrar frecuentes alusiones a la econometría como la herramienta idónea para dotar a la economía de las técnicas vigentes en las ciencias más puras.

Según Pulido y Pérez (2006), haciendo un fácil paralelismo podríamos afirmar que la econometría es la "bata blanca" con la que los economistas hemos tratado en muchas ocasiones de parecernos a los físicos y a los químicos, cuya indumentaria a menudo envidiamos, mientras que las técnicas econométricas han sido las "probetas", los "reactivos" y los "microscopios" con los que trabajamos en nuestros laboratorios virtuales.

A continuación explicaremos las técnicas econométricas utilizadas en esta tesis, tanto a nivel macroeconómico como microeconómico.

Figura 2.2. Técnicas econométricas



Fuente: elaboración propia

2.3.1. A nivel macroeconómico

2.3.1.1. Raíces unitarias y cointegración

La teoría econométrica para tratar con datos de panel fue ampliamente desarrollada con un conjunto de datos donde el número de observaciones de series temporales (T) era pequeño (a menudo solo 4 o 5 observaciones), pero el número de grupos o individuos (N), grande. En este caso, la teoría estadística asintótica derivó en permitir $N \rightarrow \infty$, para una T fija, al contrario del análisis de series temporales, que permite $T \rightarrow \infty$, para una N fija.

En las dos últimas décadas han surgido un número creciente de fuentes de datos económicos a nivel de país y sector. Una de las principales características de estas bases de datos es que a menudo tanto T como N son grandes y sus órdenes de magnitud, similares. Esta característica tiene implicaciones diferentes para el análisis teórico y el empírico. Por ello, su correcta comprensión es muy importante para los economistas para intentar trabajar con este tipo de datos. Esto es porque en los últimos años se ha visto una explosión en el número de trabajos con el tema de las raíces unitarias y la cointegración en datos de panel como series de tiempo integradas.

En esta tesis doctoral utilizaremos el test de Im, Pesaran y Shin (2003) para detectar la presencia de raíces unitarias. Este test supone no estacionariedad para todos los individuos y alternativa heterogénea. La especificación del modelo sería la siguiente:

$$\Delta y_{it} = \alpha_{0i} + \rho_i y_{it-1} + \sum_{j=1}^{\rho_i} \varphi_{ij} \Delta y_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad t = 1, 2, \dots, T$$

$$H_0: \rho_i = 0$$

$$H_a: \begin{cases} \rho_i < 0 & \forall i = 1, \dots, N_1 \\ \rho_i = 0 & \forall i = N_1 + 1, \dots, N \end{cases} \quad \text{con} \quad 0 < N_1 \leq N$$

Con tendencia lineal individual y estructura de correlación de series heterogénea de los errores.

La principal ventaja de este test es que están permitidos los paneles no balanceados, si bien requieren más simulaciones. Entre las desventajas de su utilización destacaremos que requiere un número infinito de grupos, se asume que todos los grupos tienen el mismo tipo de componentes no estocásticos, los valores críticos son sensibles a la opción de largos retrasos en las regresiones ADF individuales y no permite que algunos grupos tengan una raíz unitaria y otros no.

Entre sus propiedades podemos destacar que es un *averaged t-test*, hay una pérdida de poder cuando las tendencias temporales se incluyen y normalmente es más poderoso que el test de Levin, Lin y Chu y el test de Fisher.

Y para comprobar la necesidad de aplicar la técnica de cointegración, utilizaremos el test Dickey-Fuller (DF), basado en los residuos, y el test Dickey-Fuller aumentado (ADF), conocidos como test de Kao. Consideremos el siguiente modelo de regresión de panel:

$$y_{it} = x_{it}'\beta + z_{it}'\gamma + e_{it} \quad (2.1)$$

donde y_{it} y x_{it} son $I(1)$ y no cointegrados. Para $z_{it} = \{u_i\}$, Kao (1999) propuso los test de raíz unitaria tipo DF y ADF para e_{it} como un test para la hipótesis nula de no cointegración. Los test tipo DF pueden ser calculados desde los residuos de efectos fijos:

$$\hat{e}_{it} = \rho\hat{e}_{it-1} + \nu_{it} \quad (2.2)$$

donde $\hat{e}_{it} = \tilde{y}_{it} - \tilde{x}_{it}'\hat{\beta}$ y $\tilde{y}_{it} = y_{it} - \bar{y}_i$. A fin de testar la hipótesis nula de no cointegración, la hipótesis nula puede ser escrita como $H_0: \rho = 1$. La estimación de los ρ por el método de los OLS (Ordinary Least Squares) y el estadístico t son dados de la siguiente manera:

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \hat{e}_{it} \hat{e}_{it-1}}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \hat{e}_{it}^2}$$

y

$$t_{\rho} = \frac{(\hat{\rho} - 1) \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \hat{e}_{it}^2}}{s_e} \quad (2.3)$$

donde

$$s_e^2 = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (\hat{e}_{it} - \rho\hat{e}_{it-1})^2$$

Kao propuso los siguientes cuatro test de tipo DF:

$$DF_{\rho} = \frac{\sqrt{NT}(\hat{\rho} - 1) + 3\sqrt{N}}{\sqrt{10,2}}$$

$$DF_t = \sqrt{1,25}t_\rho + \sqrt{1,875N}$$

$$DF_\rho^* = \frac{\sqrt{N}T(\hat{\rho} - 1) + \frac{3\sqrt{N}\hat{\sigma}_\nu^2}{\hat{\sigma}_{0\nu}^2}}{\sqrt{3 + \frac{36\hat{\sigma}_\nu^4}{5\hat{\sigma}_{0\nu}^4}}}$$

y

$$DF_t^* = \frac{t_\rho + \frac{\sqrt{6N}\hat{\sigma}_\nu}{2\hat{\sigma}_{0\nu}}}{\sqrt{\frac{\hat{\sigma}_{0\nu}^2}{2\hat{\sigma}_\nu^2} + \frac{3\hat{\sigma}_\nu^2}{10\hat{\sigma}_{0\nu}^2}}}$$

Donde $\hat{\sigma}_\nu^2 = \sum_{yy} - \sum_{xx} \sum_{xx}^{-1}$ y $\hat{\sigma}_{0\nu}^2 = \hat{\Omega}_{yy} - \hat{\Omega}_{yx} \hat{\Omega}_{xx}^{-1}$

Mientras que DF_ρ y DF_t están basados en una exogeneidad fuerte de los regresores y los errores, DF_ρ^* y DF_t^* lo están para la cointegración con relación de endogeneidad entre los regresores y los errores. Para el test ADF, podemos correr la siguiente regresión:

$$\hat{e}_{it} = \rho \hat{e}_{it-1} + \sum_{j=1}^{\rho} \theta_j \Delta \hat{e}_{it-j} + \nu_{it} \quad (2.4)$$

Con la hipótesis nula de no cointegración, los estadísticos del test de ADF pueden ser construidos de la siguiente manera:

$$ADF = \frac{t_{ADF} + \frac{\sqrt{6N}\hat{\sigma}_\nu}{2\hat{\sigma}_{0\nu}}}{\sqrt{\frac{\hat{\sigma}_{0\nu}^2}{2\hat{\sigma}_\nu^2} + \frac{3\hat{\sigma}_\nu^2}{10\hat{\sigma}_{0\nu}^2}}} \quad (2.5)$$

donde t_{ADF} es el t-estadístico de ρ en (2.4). Las distribuciones asintóticas de DF_ρ , DF_t , DF_ρ^* , DF_t^* y ADF convergen hacia una distribución normal estándar $N(0,1)$ por la teoría del límite secuencial.

2.3.1.2. DOLS (Dynamics Ordinary Least Squares)

Los estimadores DOLS fueron propuestos por Stock y Watson (1993) para solucionar las limitaciones de los OLS, ya que su distribución no suele ser estándar por la presencia de un

sesgo de muestras finitas (causado bien por la endogeneidad de las variables explicativas, bien por la correlación serial de la perturbación).

Los DOLS son una estimación de los OLS de una ecuación ampliada que incluye, junto a las variables explicativas, las tendencias y los retrasos en primeras diferencias para controlar la endogeneidad y calcular las desviaciones estándares usadas en la matriz de covarianza de los errores que es robusta para la correlación serial. Los estimadores DOLS tienen una distribución asintótica normal y sus desviaciones estándares proveen un test válido para determinar el nivel de significación estadística de las variables independientes.

Entre los trabajos que han utilizado esta metodología, podemos destacar por ejemplo a Kao (1999), que estima de nuevo los datos de Coe y Helpman (1995) y confirman los resultados iniciales. En esta línea también se sitúan las aportaciones de Frantzen (2000), Barrio et ál. (2002), Barcenilla et ál. (2008), López Pueyo et ál. (2008) y Coe et ál. (2009), entre otros.

2.3.2. A nivel microeconómico

2.3.2.1. Probit

El modelo probit pertenece a los modelos de probabilidad para una respuesta binaria ², es decir, la variable dependiente es una variable dicotómica que toma el valor 1 para indicar el éxito de la variable de análisis y 0 en caso contrario.

Consideramos el siguiente modelo:

$$P(y = 1/x) = G(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k) = G(\beta_0 + \beta(X))$$

Donde G es una función que adopta valores entre 0 y 1 para todos los números reales z .

En el modelo probit, representa la función de distribución acumulativa normal estandarizada dada por:

$$G(Z_i) = \int_{-\infty}^{Z_i/\sigma} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{t^2}{2}\right] dt$$

Debido a que el modelo probit es un modelo de variable dependiente limitada, la estimación de los parámetros se hace a través del método de máxima verosimilitud. Este método sugiere que se elijan como estimados los valores de los parámetros que maximicen el logaritmo de

² Los modelos de respuesta binaria son: el modelo lineal de probabilidad (MLP), el modelo logit y el modelo probit.

la función de verosimilitud (Maddala, 1983). La función logarítmica de verosimilitud para la observación i viene dada por:

$$\lambda_i(\beta) = y_i \log(G(x_i\beta)) + (1 - y_i) \log(\log(G(x_i\beta)))$$

El logaritmo de la función de verosimilitud para una muestra de tamaño n se define entonces como:

$$\omega = \sum_{i=1}^n \lambda_i(\beta)$$

El estimador de máxima verosimilitud de β denotado por $\hat{\beta}$ maximiza este logaritmo de verosimilitud (Wooldridge, 2003). Las propiedades de los estimadores de máxima verosimilitud del modelo son consistentes, asintóticamente normales y asintóticamente eficientes.

A fin de conocer los efectos de los cambios en las variables explicativas sobre las probabilidades de que cualquier observación pertenezca a uno de los dos grupos ($y = 0, y = 1$), se emplea una derivada parcial denotada como:

$$\frac{\delta p(x)}{\delta x_j} = g(\beta_0 + x\beta) \beta_j$$

Donde $g(z) \equiv \frac{\delta G}{\delta z}(z)$

El término $g(z)$ corresponde a una función de densidad de probabilidad. Dado que en el modelo probit $G(\cdot)$ es una función de distribución acumulativa estrictamente positiva, $g(z) > 0$ para toda z , el signo del efecto parcial es el mismo que el de β_j .

2.3.2.2. Regresión cuantílica

A pesar de la considerable heterogeneidad de la innovación de las empresas, la literatura todavía usa principalmente el método de regresión basado en los OLS. Este método provee estimaciones puntuales que calculan el efecto medio de las variables independientes en la "empresa media". No obstante, este enfoque en la empresa media esconde características importantes en la relación subyacente.

En cambio, nosotros utilizamos el procedimiento de regresión cuantílica, ya que nos permite estimar un conjunto de números en su totalidad, lo cual nos da un dibujo más completo de la relación subyacente entre las fuentes de la innovación, la capacidad absorptiva y la productividad.

Intuitivamente, la regresión cuantílica es una regresión ponderada, por la cual una opción acertada de ponderaciones da lugar a soluciones de la regresión que corresponden a varios puntos de la distribución (condicional) de la variable dependiente. En nuestro caso específico, la regresión cuantílica nos permite evaluar las diferencias de los gastos en innovación y la capacidad absorptiva en relación con la productividad, tanto para las empresas que se encuentran lejos de la frontera tecnológica como para aquellas que están cerca.

Los métodos cuantílicos son preferibles a los métodos de regresión habituales por diversos motivos. Primero, la hipótesis de mínimos cuadrados estándar de errores distribuidos normalmente no se sostiene en nuestros datos debido a que los gastos de la innovación presentan una distribución sesgada. Segundo, mientras que las regresiones convencionales se centran en la empresa media, la regresión cuantílica puede describir la distribución condicional completa de la variable dependiente. Y tercero, la regresión cuantílica es más eficiente tratando los *outliers* y las distribuciones de *heavy-tailed*.

El método de regresión cuantílica fue sugerido por Koenker y Basset (1978) como una alternativa a los OLS cuando los errores no están distribuidos normalmente. La idea central de la regresión cuantílica es minimizar la suma de los residuos absoluta dando pesos ponderados a los cuantiles que van siendo analizados. Esto es una poderosa herramienta que, dado un conjunto de variables explicativas, define la distribución entera de una variable dependiente de una forma más detallada que los OLS (véase un revisión en Koenker y Hallock, 2001). El método de regresión cuantílica especifica el cuantil condicional como una función lineal de covariantes. En nuestro caso, podemos escribir el cuantil θ^{th} como:

$$y_i = x_i' \beta_\theta + \varepsilon_{\theta i}$$

donde y_i es el nivel de productividad laboral o PTF, x_i es un vector de variables independientes, β_θ es un vector desconocido de los parámetros de la regresión asociado con el cuantil θ^{th} y $\varepsilon_{\theta i}$ es el término de error desconocido. El cuantil condicional θ^{th} de y dada x es:

$$Q_\theta(y_i | x_i) = x_i' \beta_\theta$$

y denota el cuantil de y_i condicionado al vector regresor x_i . Solamente la hipótesis necesaria en relación con $\varepsilon_{\theta i}$ es $Q_\theta(\varepsilon_{\theta i} | x_i) = 0$. El cuantil θ^{th} , $0 < \theta < 1$, es la solución de la minimización de la suma de los residuos de la desviación absoluta,

$$\min_{\beta} \frac{1}{n} \left(\sum_{i: y_i \geq x_i' \beta} |y_i - x_i' \beta| \theta + \sum_{i: y_i < x_i' \beta} |y_i - x_i' \beta| (1 - \theta) \right)$$

la cual es resuelta por los métodos de programación lineal. Cuando θ está continuamente creciendo desde 0 a 1, obtenemos la distribución condicional completa de y y condicionada a x (Buchinsky, 1998).

Después del trabajo de Koenker y Bassett (1978), numerosas aplicaciones han sido publicadas en diversos campos: una distribución del tamaño de la empresa (Machado y Mata, 2000), barreras a la entrada (Mata y Machado, 1996; Görg et ál., 2000; Arauzo y Segarra, 2005), la innovación y el crecimiento de la empresa (Marsilli y Salter, 2005; Coad y Rao, 2006, 2008), I+D y patentes (Nahm, 2001; Grasjo, 2005), diferencias salariales (Mueller, 1998; Papapetrou, 2006) y heterogeneidad de la productividad (Krüger, 2006).

2.3.2.3. Probit ordenado

Los probit ordenados son una clase de modelos multinomiales que recogen el hecho de que la variable dependiente refleja un orden, obteniendo, en la estimación, una ganancia de eficiencia al disponer de más información que los modelos más generales. En concreto, a nosotros nos interesa el modelo probit ordenado. Este modelo fue desarrollado por Aitchison y Silvery (1957) y Ashford (1959), y generalizado a perturbaciones no normales por Gurland et ál. (1960). Para extensiones posteriores, véase por ejemplo McCullagh (1980) y Maddala (1983).

Como en los modelos de variable dependiente binaria, podemos modelar la respuesta observada considerando una variable latente y_i^* que dependa linealmente de las variables explicativas x_i :

$$y_i^* = x_i' \beta + \varepsilon_i \quad E[\varepsilon_i | x_i] = 0 \quad \varepsilon_i \text{ i.n.i.d. } N(0, \sigma_i^2)$$

donde i.n.i.d indica que ε_i se distribuye independientemente, si bien no idénticamente como una normal.

Las categorías observadas en y_i están relacionadas con y_i^* de acuerdo con la siguiente regla:

$$y_i = \begin{cases} z_1 & \text{si } y_i^* \in A_1 \\ z_2 & \text{si } y_i^* \in A_2 \\ \dots & \\ z_m & \text{si } y_i^* \in A_m \end{cases}$$

Donde los conjuntos A_j forman una partición del espacio Ω de y_i^* , es decir, $\Omega = \bigcup_{j=1}^m A_j$, y , además, $A_j \cap A_k = \emptyset$ para $i \neq k$, y los z_i son los valores discretos comprendidos en Ω .

La motivación de utilizar un modelo ordenado se centra en poder utilizar una discretización de la actividad innovadora de la empresa, lo que nos permite analizar la influencia de las variables explicativas sobre cada uno de los tramos de la partición. De esta forma definimos la partición de Ω con los intervalos:

$$A_1 \equiv (-\infty, \gamma_1),$$

$$A_2 \equiv (\gamma_1, \gamma_2),$$

$$A_m \equiv (\gamma_{m-1}, \infty).$$

La distribución condicionada de la variable observada y_i está determinada por la distribución del error ϵ_i . Para un ϵ_i gaussiano, la distribución condicional es

$$P(y_i = z_j | x_i, \beta, \gamma) = P(x_i' \beta + \epsilon_i \in A_j | x_i, \beta, \gamma)$$

$$= \begin{cases} P(x_i' \beta + \epsilon_i \leq \gamma_1 | x_i, \beta, \gamma) & \text{si } j = 1 \\ P(\gamma_{j-1} < x_i' \beta + \epsilon_i \leq \gamma_j | x_i, \beta, \gamma) & \text{si } 1 < j < m \\ P(\gamma_{m-1} < x_i' \beta + \epsilon_i | x_i, \beta, \gamma) & \text{si } j = m \end{cases}$$

$$= \begin{cases} \Phi\left(\frac{\gamma_1 - x_i' \beta}{\sigma_i}\right) & \text{si } j = 1 \\ \Phi\left(\frac{\gamma_j - x_i' \beta}{\sigma_i}\right) - \Phi\left(\frac{\gamma_{j-1} - x_i' \beta}{\sigma_i}\right) & \text{si } 1 < j < m \\ 1 - \Phi\left(\frac{\gamma_{m-1} - x_i' \beta}{\sigma_i}\right) & \text{si } j = m \end{cases}$$

Donde $\phi(-)$ es la función de distribución de la normal estándar.

Entre los trabajos que han utilizado esta metodología, podríamos destacar por ejemplo a Crepon et al. (1998), Leiponen (2006), Vinding (2006) y Segarra (2011), entre otros.

2.4 Bibliografía

Aitchison, J., Silvery, S.D. (1957). The generalization of probit analysis to the case of multiple responses. *Biometrika*. 44, pp. 131-150.

Alfaro, L., Chanda, A., Kalemli-Ozcan, S., Sayek, S. (2004). FDI and economic growth: the role of local financial Markets. *Journal of International Economics*. 64(1), pp. 89-112.

- Arauzo, J. M., Segarra, A. (2005). The Determinants of Entry are not Independent of Start-up Size: Some Evidence from Spanish Manufacturing. *Review of Industrial Organization*. 27, pp. 147-165.
- Ashford, J.R. (1959). An Approach to the Analysis of Data for Semi-Quantal Responses in Biological Assay. *Biometrics*. 15 (4), pp. 573-581.
- Baltagi, B.H. (2008). *Econometric Analysis of Panel Data*. United Kingdom: Wiley.
- Barcenilla, S., López-Pueyo, C., Sanaú, J. (2008). Just openness or technological spillovers? A note. *Applied Economics Letters*. 15, pp. 151-154.
- Barrio-Castro, T., López-Bazo, E., Serrano-Domingo, G. (2002). New evidence on international R&D spillovers, human capital and productivity in the OECD. *Economics Letters*. 77, pp. 41-45.
- Blaug, M. (1980). *The methodology of economics: or how economists explain*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Braconier, H., Sjöholm, F. (1998). National and international spillovers from R&D: Comparing a neoclassical and an endogenous growth approach. *Review of World Economics*. 134(4), pp. 638-663.
- Buchinsky, M. (1998). Recent Advances in Quantile Regression Models: A Practical Guideline for Empirical Research. *Journal of Human Resources*. 33(1), pp. 88-126.
- Calderón, C., Liu, L. (2003). The direction of causality between financial development and economic growth. *Journal of Development Economics*. 72(1), pp. 321-334.
- Cameron, G., Proudman, J., Redding, S. (2005). Technological convergence, trade and productivity growth. *European Economic Review*. 49, pp. 775-807.
- Carlin, W., Mayer, C. (2003). Finance, investment, and growth. *Journal of Financial Economics*. 69, pp. 191-226.
- Coad, A., Rao, R. (2006). Innovation and market value: a quantile regression analysis. *Economics Bulletin*. 5 (13), pp. 1-10.
- Coad, A., Rao, R. (2008). Innovation and firm growth in high-tech sectors: A quantile regression approach. *Research Policy*. 37, pp. 633-648.
- Coe, D., Helpman, E. (1995). International R&D Spillovers. *European Economic Review*. 39 (5), pp. 859-887.
- Coe, D., Helpman, E., Hoffmaister, A.W. (2009). International R&D spillovers and institutions. *European Economic Reviews*. 53, pp. 723-741.
- Crépon, B., Duguet, E., Mairesse, J. (1998). Research, innovation and productivity: An econometric analysis at the firm level. *Economics of Innovation and New Technology*. 7, pp. 115-158.
- Fariñas, J.C., López, A. (2007). Las empresas pequeñas de base tecnológica en España: delimitación, evolución y características. *Economía Industrial*. 363, pp. 149-160.

- Fontela, E. (1997). A la ciencia económica le falta visión de futuro. *Tendencias siglo XXI*. Mayo.
- Frantzen, D. (2000). Innovation, International Technological Diffusion and the Changing Influence of R&D on Productivity. *Cambridge Journal of Economics*. 24 (2), pp. 193-203.
- Fukao, K., Miyagawa, T. (2007). Productivity in Japan, the US, and the Major EU Economies: Is Japan Falling Behind?, EU KLEMS Working Paper Series, N° 18.
- Görg, H., Strobl, E., Ruane, F. (2000). Determinants of Firm Start-Up Size: An Application of Quantile Regression for Ireland. *Small Business Economics*. 14, pp. 211-222.
- Grasjo, U. (2005). Accessibility to R&D and Patent Production. CESIS, Electronic Working Paper Series, No. 37, The Royal Institute of technology.
- Griffith, R., Redding, S., 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), pp. 883-895.
- Gurland, J., Lee, I., Dahn, P. (1960). Polychotomous quantal response in biological assay. *Biometrics*. 16, pp. 382-398.
- Hermes, N., Lensink, R. (2003). Foreign direct investment, financial development and economic growth. *The Journal of Development Studies*. 40(1), pp. 142-163.
- Im, K.S., Pesaran, M.H., Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*. 115 (1), pp. 53-74.
- Kao, C. (1999). Spurious Regression and Residual-Based Test for Cointegration in Panel Data. *Journal of Econometrics*. 90 (1), pp. 1-44.
- Keller, W. (2002). Trade and the Transmission of Technology. *Journal of Economic Growth*. 7(1), pp. 5-24.
- Kneller, R. (2005). Frontier Technology, Absorptive Capacity and Distance. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 67, pp. 1-24.
- Koenker, R., Bassett, G. (1978). Regression Quantiles. *Econometrica*. 46, pp. 33-50.
- Koenker, R., Hallock, K.F. (2001). Quantile Regression. *Journal of Economic Perspectives*. 15(4), pp. 143-156.
- Krogstrup, S., Matar, L. (2005). Foreign Direct Investment, Absorptive Capacity and Growth in the Arab world, HEI Working Paper.
- Krüger, J.K. (2006). Productivity dynamics beyond-the-mean in U.S. manufacturing industries: An application of quantile regression. *Empirical Economics*. 31, pp. 95-111.
- Leiponen, A. (2006). Organization of knowledge exchange: An empirical study of knowledge-intensive business service relationships. *Economics of Innovation and New Technology*. 15(4-5), 443-464.
- Lööf, H., Heshmati, A. (2006). On the relationship between innovation and performance: A sensitivity analysis. *Economics of Innovation and New Technology*. 15 (4-5), pp. 317-344.

- López-Pueyo, C., Sanaú, J., Barcenilla, S. (2008). Difusión tecnológica internacional y productividad. *Revista de Economía Aplicada*. 47(16), pp. 127-171.
- Machado, J.A.F., Mata, J. (2000). Box-Cox Quantile Regression and the Distribution of Firm Sizes. *Journal of Applied Econometrics*. 15, pp. 253-274.
- Maddala, G.S. (1983). *Limited-Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mairesse, J., Mohnen, P. (2004). The importance of R&D for innovation: A reassessment using French survey data. *The Journal of Technology Transfer*. 30 (1-2), pp. 183-197.
- Marsili, O., Salter, A. (2005). Inequality' of Innovation: Skewed distributions and the returns to Innovation in Dutch Manufacturing. *Economics of Innovation and New Technology*. 14 (1-2), pp. 83-102.
- Mata, J., Machado, J. (1996). Firm start-up size: A conditional quantile approach. *European Economic Review*. 40, pp. 1305-1323.
- McCullagh, P. (1980). Regression Models for Ordinal Data. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*. 42 (2), pp. 109-142.
- Mohnen, P., Mairesse, J., Dagenais, M. (2006). Innovativity: A comparison across seven European countries. *Economics of Innovation and New Technology*. 15 (4-5), pp. 391-413.
- Mueller, R. (1998). Public-private sector wage differentials in Canada: evidence from quantile regressions. *Economics Letters*. 60, pp. 229-235.
- Muñoz, F.F., Encimar, M.I., Herrarte, A. (2011). "Connections between firms and open innovation. The case of innovative Spanish firms included in PITEC database", Trabajo presentado en DRUID 2011 on INNOVATION, STRATEGY, and STRUCTURE - Organizations, Institutions, Systems and Regions at Copenhagen Business School, Denmark, June 15-17, 2011.
- Nahm, J. (2001). Nonparametric quantile regression analysis of R&D -sales relationship for Korean firms. *Empirical Economics*. 26, pp. 259-270.
- Nieto, M.J., Santamaría, L.I. (2010). Colaboración tecnológica e innovación en las empresas de base tecnológica: implicaciones de las relaciones con universidades y otros socios tecnológicos. *Revista Galega de Economía*. 19, pp. 1-15.
- OCDE (2005). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation, 3rd Edition*. Paris: OECD Publications.
- Papapetrou, E. (2006). The unequal distribution of the public-private sector wage gap in Greece: evidence from quantile regression. *Applied Economic Letters*. 13, pp. 205-210.
- Pulido, A. (2000). *Economía en acción*. Madrid: Ed. Pirámide.
- Pulido, A., Pérez, J. (2006). Algunas reflexiones en torno a las técnicas econométricas. En: Del Sur, A., Vicéns, J. (Eds). *Estudios de Economía: En memoria de Lourdes Barriga* (pp. 263-282) Madrid: Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. Colección de Estudios 116.

- Raymond, W., Mohnen, P., Palm, F., Schim van der Loeff, S. (2010). Persistence of Innovation in Dutch manufacturing: Is it Spurious?. *Review of Economics and Statistics*. 92, pp. 495-504.
- Sanaú, J., Barcenilla, S., López-Pueyo, C. (2006). Productividad Total de los Factores y Capital Tecnológico: Un Anàlisis comparado. *Productividad y competencia de la economía espanyola*. 829, pp. 145-163.
- Schumpeter, J.A. (1954). *History of Economics Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Segarra, A. (2010). Innovation and productivity in manufacturing and service firms in Catalonia: a regional approach. *Economics of Innovation and New Technology*. 19(3), pp. 233-258.
- Segarra, A., Teruel, M. (2011). Productivity and R&D sources: evidence for Catalan firms. *Economics of Innovation and New Technology*. 20(8), pp. 727-748.
- Segarra, A., Teruel, M., Arauzo, J.M., Iranzo, S., Gombau, V. (2008). *Dinàmica empresarial, creació de empleo y productividad en las manufacturas y los servicios españoles: un estudio a nivel de empresa*. España: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Stock, J., Watson, M. (1993). A Simple Estimator of Cointegrating Vectors in Higher Order Integrated Systems. *Econometrica*. 61 (4), pp. 783-820.
- Van Ark, B., O'Mahony, M., Timmer, M.P. (2008). The productivity gap between Europe and the U.S.: Trends and causes. *Journal of Economic Perspectives*. 22(1), pp. 25-44.
- Vega-Jurado, J., Manjarrés-Henríquez, L., Gutiérrez-García, A., Fernández-de-Lucio, I. (2010): "Cooperation with scientific agents and firm's innovative performance", Trabajo presentado en International Schumpeter Society Conference 2010 on INNOVATION, ORGANISATION, SUSTAINABILITY AND CRISES, Aalborg, June 21-24, 2010.
- Vega-Jurado, J. (2008). Las estrategias de innovación en la industria manufacturera española: sus determinantes y efectos sobre el desempeño innovador. Universidad Politécnica de Valencia. Tesis Doctoral. Valencia.
- Vinding, A.L. (2006). Absorptive capacity and innovative performance: A human capital approach. *Economics of Innovation and New Technology*. 15(4), pp. 507 – 517.
- Wooldridge, J.M. (2003). Fixed Effects Estimation of the Population-Averaged Slopes in a Panel Data Random Coefficient Model. *Econometric Theory*. 19, pp. 411-412.

CAPÍTULO 3:

INNOVACIÓN, FRONTERA TECNOLÓGICA Y CAPACIDAD ABSORTIVA: UN ESTUDIO A NIVEL DE PAÍSES

3.1. Introducción

3.2. Marco conceptual

- 3.2.1. I+D y stock de capital tecnológico
- 3.2.2. Nuevos determinantes de la productividad
- 3.2.3. Frontera tecnológica, capacidad absorptiva, sistema financiero e instituciones
- 3.2.4. Métodos econométricos

3.3. Modelo empírico y construcción de las variables

3.4. Datos

3.5. Resultados

3.6. Conclusiones

3.7 Bibliografía

3.1. Introducción

Desde 1776, año de aparición de *La riqueza de las naciones* de Adam Smith, el interés entre los economistas por descifrar las claves del crecimiento económico de los países y sus factores explicativos no ha dejado de crecer.

A pesar de los avances registrados durante este período de más de dos centurias, el estudio de por qué unos países crecen durante largos períodos de tiempo mientras otros se quedan atrapados en la trampa de la pobreza continúa siendo un “misterio”, tal como reconoce Elhanan Helpman (*The Mystery of Economic Growth*, 2004).

En las últimas décadas los avances registrados en el campo de las teorías del crecimiento económico han sido muy importantes. Los desarrollos posteriores a la tesis doctoral de Paul Romer, escrita en 1983 y publicada en 1986, abrieron nuevos horizontes. A partir de esta aportación, los nuevos modelos endógenos, a diferencia de los modelos neoclásicos, consideraron que la tasa de crecimiento a largo plazo de los países podía ser positiva sin necesidad de adoptar el supuesto de que la fuente del crecimiento fuera en último término exógena. Una parte significativa de los nuevos desarrollos situaron en el epicentro del proceso de generación de rendimientos no decrecientes las actividades de investigación y desarrollo (I+D) realizadas por las empresas en entornos de competencia imperfecta que dificultan la apropiabilidad de los resultados de las propias investigaciones y obligan a la intervención pública, con objeto de combatir la presencia de fallos de mercado.

A partir de la aportación de Paul Romer (1986), una serie de economistas, entre los que sobresalen Lucas (1988) y el mismo Helpman (2004), abordan el crecimiento económico desde perspectivas nuevas. Si antes el panorama mental de los economistas estaba dominado por los recursos materiales —el capital físico y los trabajadores— y el nivel de conocimientos integrados en una tecnología determinada, ahora predominan en él conceptos tales como las personas, las ideas y las cosas. Parece ser que el mundo que emerge ante nuestros ojos es observado por los economistas con nuevas lentes más apropiadas para dar cumplida respuesta a los retos del futuro. Ahora bien, el cambio de registro analítico no está libre de riesgos puesto que los esfuerzos por incorporar los factores relacionados con las ideas y el conocimiento han ido acompañados de nuevos interrogantes, parte de los cuales esperan su cumplida respuesta. Las ideas y el conocimiento son por naturaleza dimensiones ambiguas y escurridizas, difíciles de acotar dentro de los límites del análisis cuantitativo.

En los nuevos modelos de crecimiento endógeno, podemos enmarcar los avances registrados en dos líneas de trabajo. En primer lugar, una constante en los desarrollos recientes es el mayor protagonismo de las ideas y la difusión del conocimiento. En segundo lugar, la percepción cada vez más compartida de que el conocimiento no cae del cielo, como el maná de los modelos neoclásicos, ni que tampoco circula como el viento, tal como defienden los primeros modelos de crecimiento endógeno.

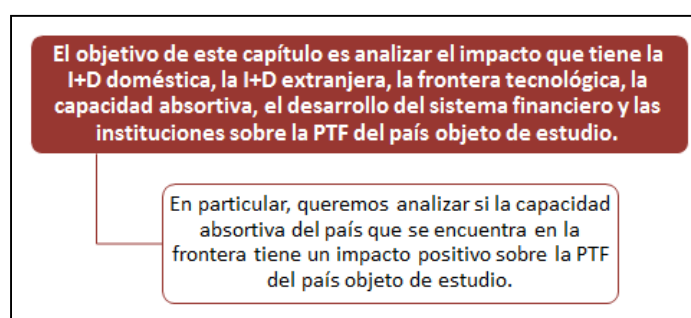
En general, los modelos de crecimiento endógeno intentan dar una respuesta teórica y empírica a la diversidad de sendas de crecimiento registradas por las economías, incorporando entre las variables explicativas —endógenas— los determinantes del progreso técnico¹. En cierta medida, si los modelos de crecimiento neoclásicos eclipsaron de alguna forma las aportaciones iniciales de los autores clásicos, desde los años ochenta los modelos de crecimiento endógenos recuperan el hilo del debate inicial al incorporar los conceptos de división del trabajo, economías externas, economías de aprendizaje, etc., en cierto modo apuntados en su momento por los economistas clásicos.

En las últimas décadas del siglo XX, los economistas han podido acceder a un volumen apreciable de datos a escala internacional que se ha traducido en una mayor cobertura geográfica y una perspectiva temporal más adecuada para analizar fenómenos que se manifiestan a largo plazo. En general, esta literatura de naturaleza empírica pone de manifiesto que debemos atribuir una parte sustancial del aumento de la productividad registrada por una muestra de países situados cerca de la frontera tecnológica mundial a la I+D generada fuera de sus fronteras (Coe y Helpman, 1995; Eaton y Kortum, 1999).

Esta literatura, que destaca el papel de las externalidades del conocimiento vinculadas a las actividades de I+D, se articula, en general, sobre dos argumentos. En primer lugar, para beneficiarse de los conocimientos del país líder primero hay que aprender a beneficiarse de uno mismo. En segundo lugar, los factores que determinan la habilidad de un país concreto para beneficiarse del conocimiento generado por la economía líder estarán relacionados con la distancia que separa al país receptor de la frontera tecnológica mundial.

El objetivo de este capítulo es analizar el impacto que tienen la I+D doméstica, la I+D extranjera, la frontera tecnológica, la capacidad absorptiva, el desarrollo del sistema financiero y las instituciones sobre la PTF del país objeto de estudio. Y, en particular, queremos analizar si la capacidad absorptiva del país que se encuentra en la frontera tiene un impacto positivo sobre la PTF del país objeto de estudio.

Figura 3.1. Objetivo



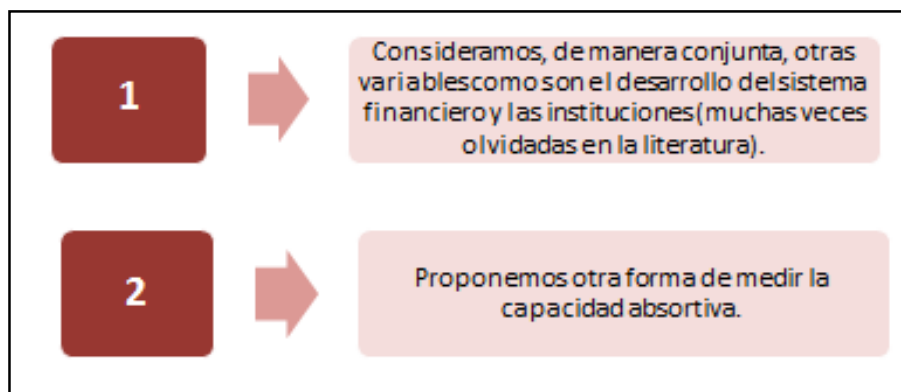
Fuente: elaboración propia

Hasta ahora, todos los factores mencionados con anterioridad han sido tratados de forma separada en la literatura. Respecto a los modelos teóricos, podemos decir que muchos de ellos analizan de manera individual cada una de las causas del crecimiento sin observar la interrelación existente entre estas y su influencia conjunta sobre dicho crecimiento. Y en cuanto a los modelos empíricos, podemos afirmar que, si bien suelen contemplar el efecto conjunto de las diversas causas que favorecen el crecimiento —a pesar de que habitualmente no prestan atención a las interrelaciones que subyacen entre ellas—, en ellos no se ofrece una explicación del origen de dichas causas, que a menudo aparecen como meras variables exógenas. Así, desde nuestro punto de vista esta forma de abordar el fenómeno del crecimiento económico es poco realista, ya que todas las causas que producen el crecimiento económico se encuentran interconectadas, por lo que resultaría más conveniente realizar el estudio conjunto.

En este capítulo vamos a analizar de manera conjunta todos los factores mencionados anteriormente. Como dicen Giménez y Sanaú (2007), un análisis que no interrelacionase los factores de crecimiento sería como una obra de teatro donde cada actor recitara sus diálogos a modo de monólogo y sin complementarse con el resto del elenco. Este hecho impediría captar la esencia de la obra interpretada, y únicamente tendríamos una visión parcial e incompleta de esta. Del mismo modo, las diferentes fuentes del crecimiento necesitan ser entendidas como elementos que se refuerzan unos a otros.

Además, proponemos otra forma de medir la capacidad absorptiva.

Figura 3.2. Aportaciones



Fuente: elaboración propia

Utilizando un panel de datos que comprende ocho países² de la OCDE entre 1973-2004 y que se centra en el *business sector*, se encuentran diversos resultados, entre los que destacamos que la I+D doméstica, la I+D extranjera, la frontera tecnológica, la capacidad absorptiva del país que

² Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Italia, Japón, Países Bajos y Reino Unido.

se encuentra en la frontera y el desarrollo de las instituciones tienen un impacto positivo sobre el nivel de la PTF. En cambio, el desarrollo del sistema financiero tiene un impacto negativo.

El resto del capítulo se distribuye de la siguiente forma: en la sección 2 se revisa la literatura que trata las causas de las diferencias en la PTF de los diversos países; la sección 3 presenta el modelo empírico y la construcción de las variables; la sección 4 explica los datos utilizados; la sección 5 muestra nuestros resultados empíricos; y la sección 6 destaca nuestras principales conclusiones.

3.2. Marco conceptual

Un grupo inicial de trabajos (Romer, 1986; Lucas, 1988; Rebelo, 1991 y Barro, 1991) centraron sus esfuerzos en ir más allá de los tradicionales modelos neoclásicos basados en la presencia de rendimientos decrecientes a escala. Al introducir en sus modelos externalidades relacionadas con el capital físico, las infraestructuras o el capital humano, lograron eliminar los rendimientos decrecientes a escala y, de este modo, consiguieron generar tasas positivas de crecimiento.

Un segundo grupo de trabajos (Romer, 1990; Grossman y Helpman, 1991; y Aghion y Howitt, 1992) desarrollan modelos de crecimiento derivados de la innovación en economías abiertas — *New innovation-driven growth theory*—. Sus autores destacan, como fuente explicativa de las diferencias entre los niveles y las tasas registradas de productividad de los diferentes países, la importancia de los esfuerzos innovadores y de las externalidades del conocimiento tecnológico, tanto nacionales como internacionales, en las actuales economías abiertas.

Los nuevos desarrollos teóricos parten de modelos de equilibrio general en los que una diversidad de sectores y países se interrelacionan a través del comercio. El objetivo de estos modelos es analizar el impacto del comercio sobre el crecimiento a largo plazo, tanto en los bienes intermedios como en los bienes finales. En este marco, la tecnología se difunde a través de su plasmación en los *inputs* intermedios desde dos enfoques diferentes.

Por una parte, tenemos el enfoque de la variedad (Romer, 1990), en el cual una expansión de la gama de *inputs* intermedios disponibles aumenta la productividad total de los factores, mientras que la inversión en el desarrollo de nuevos *inputs* intermedios aumenta el stock de conocimiento, el cual reduce los costes en I+D futuros. Como resultado, hay *spillovers* de la I+D en curso para actividades futuras de I+D. En un contexto internacional, estos *spillovers* cruzan los límites, lo que implica que la I+D de un país impacte no solo en los costes en I+D futuros de las empresas domésticas, sino también en los costes en I+D futuros de las empresas extranjeras. El alcance que tienen estos *spillovers* sobre las empresas extranjeras podría

depender de las relaciones económicas entre países, tales como el volumen de su comercio bilateral o las características de los productos comercializables.

Por otra, tenemos el enfoque de las mejoras de los *inputs* intermedios existentes (modelo de la escalera de calidad) de Grossman y Helpman (1991) y Aghion y Howitt (1992), donde una mejora en la calidad de un *input* intermedio aumenta su productividad por un factor proporcional fijo definido como un peldaño en la escalera de calidad. Como resultado, una nueva mejora de un producto permite a innovadores futuros empezar sus mejoras con un nivel de calidad más alto. En consecuencia, hay *spillovers* en I+D. Naturalmente, estos *spillovers* solicitados por los innovadores construyen la calidad de los productos disponibles, tanto domésticos como extranjeros. No obstante, el grado en que los innovadores extranjeros pueden mejorar un producto doméstico podría depender de las relaciones económicas bilaterales entre los países y del enfoque de la variedad.

Estos desarrollos sobre la inversión en I+D de las empresas y sus implicaciones sobre el conjunto de la economía se han traducido en una serie de aportaciones empíricas de gran interés. Tal y como hemos podido observar en el capítulo 1, el punto de partida es el trabajo de Coe y Helpman (1995). Estos autores argumentan que, en un mundo con comercio internacional de bienes y servicios y un intercambio internacional de información y diseminación de conocimiento, la productividad de un país depende tanto de su propia I+D como de los esfuerzos en I+D de sus socios de comercio. La I+D propia produce bienes y servicios comercializables y no comercializables que dan lugar a un uso más efectivo de los recursos existentes y, por lo tanto, a un incremento del nivel de productividad de un país. Además, la I+D propia aumenta los beneficios de un país gracias a las ventajas de las técnicas extranjeras, y cuanto más ventaja coge un país de los avances tecnológicos del resto del mundo, más productivo llega a ser. Los beneficios de la I+D extranjera pueden ser directos o indirectos. Los beneficios directos consisten en aprender sobre las nuevas tecnologías, materiales, procesos de producción o métodos de organización. Los beneficios indirectos provienen de las importaciones de bienes y servicios que han sido desarrollados por los socios de comercio. En ambos casos la I+D extranjera afecta a la productividad de un país, si bien es cierto que la I+D extranjera tendrá un efecto más fuerte en la productividad doméstica cuanto más abierta esté su economía al comercio internacional.

Junto al de Coe y Helpman (1995), encontramos otros trabajos en la misma línea, entre los que destacamos los de Coe et ál. (1997), Keller (1997, 1998, 2002), Lichtenberg y Van Pottelsberghe de la Potterie (1998), Xu y Wang (1999), Frantzen (2000), Funk (2001), Del Barrio-Castro et ál. (2002), Crespo et ál. (2004a, 2004b), Khan y Luintel (2006) y Coe et ál. (2009). En este grupo predominan los trabajos que abordan los efectos del comercio internacional sobre el progreso técnico desde una perspectiva agregada, si bien a menudo difieren respecto al número de

países, el período de observación, las fuentes primarias utilizadas, los criterios de elaboración de las variables y los métodos econométricos. Aun así, todos estos trabajos consideran dos aspectos a tener en cuenta. En primer lugar, que los *spillovers* tecnológicos procedentes del exterior alcanzan un nivel relevante, a menudo por encima de los registrados por los *spillovers* generados en el interior del país. En segundo lugar, los flujos comerciales y, por lo tanto, las relaciones bilaterales con los socios comerciales exteriores surgen como un mecanismo relevante en la transmisión internacional de los conocimientos tecnológicos.

Podemos agrupar la literatura que ha visto la luz a partir de Coe y Helpman (1995) en cuatro categorías:

- 1) Los estudios que reclaman una construcción más adecuada del stock de capital tecnológico, tanto interno como externo.
- 2) Los estudios que defienden la incorporación de un mayor número de determinantes de la PTF.
- 3) Los trabajos que incorporan nuevas dimensiones del proceso innovador, tales como la frontera tecnológica, la capacidad absorptiva, el sistema financiero o las instituciones.
- 4) Los trabajos que proponen nuevos métodos econométricos.

3.2.1. I+D y stock de capital tecnológico

Entre los trabajos que reclaman una construcción más adecuada del stock de capital tecnológico, tanto interno como externo, el debate gira en torno de los métodos de ponderación utilizados, sobre todo para el stock de capital de I+D externo.

En cuanto al stock de capital doméstico, el acuerdo es prácticamente unánime. Coe y Helpman (1995) elaboran el stock de capital de I+D en el sector privado —*business sector*— a través del método del inventario permanente,

$$S_t^d = (1 - \delta)S_{t-1}^d + ID_{t-1}$$

Donde aplican una tasa de depreciación del 0,05 e ID son los gastos en I+D del sector privado en PPP en dólares del año 2000.

El punto de referencia se calcula de la siguiente forma:

$$S_0^d = ID_0 / (\delta + g)$$

Donde g es la tasa de crecimiento logarítmica media anual desde el año 0 al año t , es decir,

$$g = \frac{\log\left(\frac{ID_t}{ID_0}\right)}{t-1}$$

La definición de Coe y Helpman (1995) para la confección del stock de capital de I+D extranjero ponderado por la cuota de importaciones bilaterales es la siguiente:

$$S_i^{f-biv} = \sum_{j \neq i} w_{ij} S_j^d$$

Donde $w_{ij} = \frac{M_{ij}}{\sum_{j \neq i} M_{ij}}$, $\sum_{j \neq i} w_{ij} = 1$, y M_{ij} son las importaciones de bienes y servicios del país i desde el país j .

Este criterio de ponderación otorga a cada país un stock de capital de I+D externo en función del stock tecnológico de sus *partners* internacionales y de sus flujos comerciales. No tiene en cuenta ni la distancia geográfica (Keller, 2001) ni la tecnológica (Abramovitz, 1986) respecto a los *partners*, ni la naturaleza de los bienes importados (Keller, 2001).

Algunos trabajos posteriores pusieron el acento en el método de ponderación utilizado. Por ejemplo, Lichtenberg y Van Pottelsberghe de la Potterie (1998) proponen una definición alternativa del stock de capital de I+D externo:

$$S_i^{f-LP} = \sum_{j \neq i} (M_{ij}/Y_j) S_j^d$$

Donde Y_j es el PIB corriente en el país j .

Y otra posible definición del stock de capital de I+D extranjero sería:

$$S_i^{f-avg} = \frac{\sum_{j \neq i} S_j^d}{n}$$

Donde n es el número de países.

3.2.2. Nuevos determinantes de la productividad

En la segunda categoría de trabajos se hallan aquellos que reclaman la inclusión de un mayor número de determinantes de la PTF.

Algunos autores incluyen el capital humano como determinante de la PTF (véanse, por ejemplo, Engelbrecht, 1997; Frantzen, 2000; Del Barrio-Castro et ál., 2002; Crespo et ál., 2004a, 2004b; y Khan y Luintel, 2006). Para estos autores, el capital humano explica la innovación fuera del

sector I+D y otros aspectos del capital humano que quedan al margen de la I+D formal. La dotación de capital humano puede resultar decisiva para que una economía no solo innove, sino que también absorba y adapte las innovaciones foráneas. Un aumento en el nivel de capital humano afectará a la habilidad de las empresas para aprender y absorber las innovaciones desarrolladas por otras empresas, tanto en el entorno doméstico como en el exterior.

Otros autores consideran que las importaciones son determinantes importantes de la PTF, ya que son conductos de difusión tecnológica (entre otros, Grossman y Helpman, 1991; Coe y Helpman, 1995; Keller, 1998, 2004; Coe y Hoffmaister, 1999; Van Pottelsberghe y Lichtenberg, 2001; Edmond, 2001; y Khan y Luintel, 2006). La mayoría de sus trabajos tienen en cuenta la composición y la intensidad de las importaciones. Un país que importase principalmente de países con altos niveles de I+D debería beneficiarse más que un país que importase principalmente de países con bajos niveles de I+D (composición de las importaciones). Y si hay dos países con la misma composición de socios de comercio, el país que esté más abierto al exterior para las importaciones se beneficiará más que el país que esté menos abierto para las importaciones (intensidad de las importaciones).

Otro grupo de trabajos muestran que el acceso al mercado exportador mejora la productividad doméstica sobre la base de la teoría del “aprendizaje para exportar” (entre otros, Clerides et ál., 1998; Bernard y Jensen, 1999; y Eaton y Kortum, 2001). En estos modelos, las empresas domésticas mejoran su especialización y productividad en el proceso de satisfacer la alta calidad de los productos de los clientes extranjeros.

Otros autores incluyen variables relacionadas con las políticas públicas en I+D y el ciclo económico (Guellec y Van Pottelsberghe de la Potterie, 2004).

Otros trabajos ven las infraestructuras como un determinante de la PTF, aunque no siempre se considera que estas tengan un efecto positivo sobre la productividad. Aschauer (1989, 1990), Berndt y Hansson (1992), Nadiri y Mamuneas (1994), entre otros, presentan algunos efectos positivos de las infraestructuras sobre la productividad y el crecimiento económico, mientras que autores como Tatom (1991), Holtz-Eakin (1994), Evans y Karras (1994) o Khan y Luintel (2006) consideran que las infraestructuras tienen un papel insignificante o incluso negativo.

Otros autores consideran la inversión directa extranjera como un determinante de la PTF. Según ellos, la inversión directa extranjera tiene dos facetas —las empresas extranjeras que invierten en la economía doméstica (inward FDI) y las empresas domésticas que invierten en el exterior (outward FDI)—. Las dos formas de inversión directa extranjera son concebidas para promover la difusión de la tecnología y aumentar la competencia (véase, entre otros, Lipsey, 2002).

Teóricamente, la inversión directa extranjera produce externalidades tecnológicas y eleva el grado de competitividad de los productos del mercado, lo que aumenta la productividad y el crecimiento. Por ello, a priori se esperaría que estas dos variables influyeran positivamente sobre la PTF. No obstante, la evidencia empírica no está clara. Por ejemplo, Xu (2000), Griffith et ál. (2004) y Keller y Yeaple (2009) muestran los efectos positivos de la inversión extranjera directa sobre la PTF, mientras que Aitken y Harrison (1999) y Khan y Luintel (2006), entre otros, consideran que los efectos de la inversión directa extranjera sobre la productividad son insignificantes e incluso negativos.

Y otro determinante de la productividad podría ser la distancia geográfica. Autores como Jaffe et ál. (1993), Hall y Jones (1999), Eaton y Kortum (1999), Keller (2001, 2002), Bloom et ál. (2002) y Kneller (2005), entre otros, apoyan la idea de que la proximidad geográfica importa para beneficiarse de los *spillovers* tecnológicos si, aunque el conocimiento generado en un país no esté disponible de manera inmediata y sin costes para todo el mundo, se confía en su transmisión a través de canales como el comercio internacional o la inversión directa extranjera.

3.2.3. Frontera tecnológica, capacidad absorptiva, sistema financiero e instituciones

Como ya hemos visto en el capítulo 1, durante los años sesenta Gerschenkron (1962) argumentó que las economías atrasadas tienen facilidad para acortar la distancia que las separa de la frontera tecnológica a través de la imitación y la absorción de tecnología externa. Este fenómeno se llamó inicialmente la “ventaja del atrasado”.

A menudo los modelos teóricos plantean que la ventaja de los países atrasados se materializa prácticamente de manera automática, casi sin obstáculos ni costes. Ahora bien, la realidad no es exactamente esta. La ventaja del atraso no es un hecho per se, sino más bien una posibilidad que puede materializarse cuando los países implicados cumplen una serie de condiciones. Tal como afirmara Abramovitz (1986), los países seguidores han de disponer de una determinada dotación de capital físico, humano y tecnológico para poder utilizar la tecnología foránea y beneficiarse de las externalidades tecnológicas internacionales.

Aquí uno podría pensar en dos efectos de signo opuesto. Por una parte, se esperaría que cuanto mayor sea el *gap* tecnológico de un país, mayor será el potencial para los *spillovers* tecnológicos extranjeros, pero, por otra, uno podría esperar que será menor su capacidad absorptiva, definida como el grado de éxito al adoptar la tecnología extranjera.

Como discutió Arrow (1969), la capacidad absorptiva captura la idea de que los países podrían diferir en su esfuerzo y habilidad para adoptar nuevas tecnologías. Este autor considera que los esfuerzos previos para entender tecnologías anteriores podrían incrementar la comprensión

de las variaciones más nuevas. En un marco más formal, Abramovitz (1986) y Cohen y Levinthal (1989) opinan que la adopción de la técnica depende del nivel de capital humano, mientras que Verspagen (1991) y Fagerberg (1994) consideran que la innovación doméstica mejora la capacidad para absorber tecnología del país extranjero.

También consideramos que haría falta incluir otra característica crucial del entorno del país anfitrión que no ha sido mencionada anteriormente, esto es, el desarrollo del sistema financiero doméstico, aunque cabe señalar que los economistas tienen diferentes opiniones respecto a la importancia que tiene el sistema financiero en el crecimiento económico. Por ejemplo, Hicks (1969) argumenta que el sistema financiero jugó un papel muy importante a la hora de iniciar la industrialización en Inglaterra al facilitar la movilización de capital para “trabajos inmensos”. Schumpeter (1912) señala que las intermediaciones financieras —mover los ahorros, evaluar proyectos, gestionar el riesgo, formar directivos y facilitar transacciones— son esenciales para la innovación tecnológica y el desarrollo económico.

Y otro factor que posibilitará un mayor aumento de la PTF será el grado de desarrollo de las instituciones. Ya en el año 1962 Gerschenkron observó que había que dotar a los países atrasados de una serie de instituciones y de políticas cuya principal misión fuera facilitar la capacidad para absorber y reinterpretar el conocimiento generado en el exterior. Aunque también es cierto que los países que basaron su convergencia tecnológica solo en la imitación y la absorción tecnológica se dieron cuenta, con el paso del tiempo, de las limitaciones de su trayectoria y de la necesidad de desarrollar todo un conjunto de políticas científicas y tecnológicas más ambiciosas.

Además de un conjunto amplio de textos que contienen interesantes modelos teóricos sobre el crecimiento económico, en los últimos años también han visto la luz muchos trabajos empíricos. De hecho, una de las principales diferencias entre la nueva generación de trabajos sobre el crecimiento y la de los años sesenta es el interés actual por los temas de carácter empírico. Si en aquellos años la teoría del crecimiento se recluyó en un mundo abstracto de alta complejidad matemática y dudosa relevancia, las nuevas generaciones de economistas del crecimiento son conscientes de la importancia de los datos y sus investigaciones para diseñar estrategias de crecimiento económico más eficaces.

Algunos autores consideran que la PTF del país que se encuentra en la frontera tecnológica influye sobre la PTF del país objeto de estudio (véase, por ejemplo, Kneller, 2005).

Respecto a la evidencia empírica sobre la capacidad absorptiva, podemos decir que existe casi exclusivamente para el capital humano sobre la productividad (véanse, por ejemplo, Engelbrecht,

1997; Frantzen, 2000; Del Barrio-Castro et ál., 2002; Khan y Luintel, 2006; y Coe et ál., 2009). Con todo, podemos encontrar algunas excepciones en esta literatura, como por ejemplo el trabajo de Griffith et ál. (2004), que hallan evidencia empírica de que la capacidad absorptiva (medida por la I+D y el capital humano) afecta a la tasa de convergencia en un modelo de crecimiento de la PTF. En una línea similar también se hallan los trabajos de Crespo y Martín (2004a, 2004b) o Kneller (2005).

En cuanto a los trabajos que consideran que un buen sistema financiero ayuda a aumentar la PTF del país, podemos destacar a King y Levine (1993a, 1993b), Beck et ál. (2000), Levine et ál. (2000), Rodrick (2001), Hermes y Lensink (2003), Alfaro et ál. (2004) y Aghion et ál. (2005), entre otros. En cambio, Robinson (1952) sostiene que el desarrollo financiero simplemente sigue al crecimiento económico. Ella cree que “donde la iniciativa lidera, el financiamiento sigue”. Según este punto de vista, el desarrollo económico crea demanda de un tipo particular de acuerdos financieros, y el sistema financiero responde automáticamente a esta demanda. En parte, este punto de vista se deriva de los mecanismos del modelo de crecimiento neoclásico: como resultado del análisis de Solow (1956, 1957), muchos creen que los sistemas financieros tienen solamente efectos menores en la tasa de inversión en capital físico, y que los cambios en la inversión solo provocan unos efectos menores en el crecimiento económico. Algunos economistas no consideran que la relación financiamiento-crecimiento sea importante. Lucas (1988) asegura que los economistas sobrevaloran el papel de los factores financieros en el crecimiento económico. A menudo otros economistas expresan su escepticismo sobre el papel del sistema financiero ignorándolo. Por ejemplo, una colección de trabajos hechos por los “pioneros de la economía desarrollada”, entre ellos tres premios Nobel, no mencionan las finanzas (Meir y Seers, 1984). Además, la revisión de Stern (1989) de la economía desarrollada no tiene en cuenta el sistema financiero, incluso en una sección que presenta una lista de los tópicos omitidos.

Otro conjunto de trabajos afirman que las instituciones son otro determinante de la PTF (véanse, por ejemplo, Hall y Jones, 1999; Falvey et ál., 2002; y Coe et ál., 2009). Exponen que los procesos de imitación y absorción no son automáticos puesto que la transmisión de conocimientos está sujeta a cierto grado de imperfección debido a que la tecnología tiene cierto carácter tácito. Esto implica que la difusión internacional de conocimientos —los *spillovers* tecnológicos— requiere una serie de instituciones.

3.2.4. Métodos econométricos

El tratamiento econométrico de los datos de panel ha avanzado considerablemente en los últimos años gracias al desarrollo de diversas técnicas que permiten reconocer las distintas propiedades temporales de las series de datos. Como es bien sabido, las variables económicas, a menudo variables no estacionarias, pueden generar relaciones espurias causales a largo plazo. Así, una vez se prueba la presencia de una raíz unitaria, es necesario asegurar la existencia de una

relación de cointegración entre las variables implicadas en el modelo para poder sacar conclusiones a largo plazo.

Para estimar el modelo, se utilizará una técnica econométrica que combina el tratamiento tradicional de los datos de panel con las técnicas de cointegración: los *Dynamic Ordinary Least Squares* (DOLS). Esta técnica soluciona las limitaciones de los OLS, ya que su distribución no suele ser estándar por la presencia de un sesgo de muestras finitas (causado bien por la endogeneidad de las variables explicativas, bien por la correlación serial de la perturbación).

Los estimadores DOLS fueron propuestos por Stock y Watson (1993) para evitar el sesgo inherente a los OLS. Los DOLS son una estimación de los OLS de una ecuación expandida que incluye, junto a las variables explicativas, las tendencias y los retardos de las primeras diferencias, con objeto de controlar la endogeneidad y calcular las desviaciones estándares usadas en la matriz de covarianza de los errores que es robusta para la correlación serial. Los estimadores DOLS tienen una distribución asintótica normal y sus desviaciones estándares proporcionan un test válido para la significancia estadística de las variables. De ello se puede deducir que las estimaciones DOLS serán más adecuadas para los datos empleados en este trabajo.

Entre los trabajos que han utilizado esta metodología, podemos destacar por ejemplo a Kao (1999), que estima de nuevo los datos de Coe y Helpman (1995), confirmando los resultados iniciales. En esta línea también se sitúan las aportaciones de Frantzen (2000), Barrio et ál. (2002), Barcenilla et ál. (2008), López Pueyo et ál. (2008) y Coe et ál. (2009), entre otros.

3.3. Modelo empírico y construcción de las variables

En este apartado ofrecemos un marco analítico adecuado para el desarrollo posterior de nuestro trabajo empírico. Nuestro punto de partida será el modelo desarrollado por Grossman y Helpman (1991). Siguiendo a estos autores, asumiremos que el *output* final y se produce de acuerdo con:

$$y = Ak^\alpha d^{1-\alpha}, \text{ con } 0 < \alpha < 1 \quad (3.1)$$

Donde A es una constante, k son los servicios del capital y d es una composición del *input* consistente en variedades diferenciadas horizontalmente $x(s)$:

$$d = \left(\int_0^n x(s)^{1-\alpha} ds \right)^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

Aquí, $n = n(t)$ es la gama de *inputs* intermedios existentes en una economía en el tiempo t

(ignorando las restricciones de número entero). Dado que los intermedios se incorporan sistemáticamente, si solamente una unidad laboral es necesaria para crear una unidad de algún $x^{(s)}$, será el caso que l , la mano de obra total empleada en la producción de bienes intermedios, será dada por:

$$l = n\bar{x}$$

Donde \bar{x} es la cantidad de equilibrio de los intermedios empleados. Sustituyendo en (3.1) obtenemos:

$$y = Ak^\alpha n^\alpha l^{1-\alpha}$$

Así, si se define $\log F = \log y - \alpha \log k - (1 - \alpha) \log l$ como el nivel del log PTF, se obtiene:

$$\log F = \log A + \alpha \log n \quad (3.2)$$

Esto indica que el nivel del log PTF debería estar relacionado positivamente con la gama de *inputs* intermedios existentes en el tiempo.

Nosotros asumimos que los emprendedores invierten en I+D ($r(t)$), lo cual amplía la gama disponible de diseños para nuevos *inputs* intermedios: $n(t) = ar(t)$, donde a es una constante. Si los diseños nunca se convierten en obsoletos, el stock de *inputs* intermedios disponible en el tiempo T es:

$$n(T) = \int_{-\infty}^T n(t) dt = a \int_{-\infty}^T r(t) dt \equiv aS^d(T) \quad (3.3)$$

Es decir, es proporcional a los gastos en I+D acumulados, $S^d(T)$. De ahí, para un único país, sustituyendo (3.3) en (3.2), llegamos a la predicción de que el nivel del log de la PTF está positivamente relacionado con los gastos en I+D acumulados de un país:

$$\log F = \mu + \alpha \log S^d$$

Donde $\mu \equiv \log A + \alpha \log a$. El comercio internacional entre diversos países permite importar *inputs* intermedios desarrollados recientemente en el extranjero. Si todos los *inputs* intermedios de todo el mundo pudieran ser comercializables en el mismo grado, entonces algún nivel de PTF de un país debería depender solamente de los gastos en I+D acumulados en el mundo. Dado que la comercialización de los *inputs* intermedios difiere, Coe y Helpman (1995) sugieren que

una variable de stock de conocimiento extranjero para algún país i , S_i^f sea construida de la siguiente manera:

$$S_i^f = \sum_{h \neq i} \left(\frac{m_{hi}}{m_i} S_h^d \right), \forall i \quad (3.4)$$

Aquí, m_{hi} son las importaciones bilaterales para el país i desde el país h y m_i son las importaciones totales del país i . En consecuencia, la construcción de la variable S_i^d pondera los gastos en I+D acumulados de los socios de comercio del país i por sus cuotas de importación bilateral con el país i . Coe y Helpman (1995) mencionan diversos efectos de comercio que pueden tener, oscilando desde el aprendizaje de nuevas metodologías y procesos de producción hasta el aprendizaje sobre nuevos métodos de organización para la importación directa de bienes y servicios desarrollados por los socios comerciales. De esta manera, la especificación captura la idea de que la economía doméstica se beneficiará, *ceteris paribus*, de más *spillovers* internacionales si sus principales relaciones comerciales son con países que han invertido pesadamente en I+D y que, por lo tanto, tienen grandes stocks de conocimiento doméstico, S_i^d .

Así, la primera especificación de Coe y Helpman (1995) viene dada por:

$$\log F_i = \beta_0 + \beta_1 \log S_i^d + \beta_2 \log S_i^f + \varepsilon_i, \forall i \quad (3.5)$$

donde ε_i es un término de error.

Yendo un paso más allá, estos autores argumentan que para una composición dada de socios de comercio de un país —sería el caso en que la economía doméstica se beneficia más de las actividades en I+D del extranjero cuanto más altas son las importaciones globales relativas al PIB—, consideramos que s_i es la cuota de importación del país i . Este argumento presupone que hay algunos efectos sobre la productividad que están vinculados con el volumen de comercio (especialmente algunos de los efectos de aprendizaje mencionados antes). Así, la segunda especificación de Coe y Helpman (1995) sería:

$$\log F_i = \beta_0 + \beta_1 \log S_i^d + \beta_2 (s_i \log S_i^f) + \varepsilon_i, \forall i \quad (3.6)$$

A la expresión anterior, y siguiendo el trabajo de Kneller (2005), añadimos la frontera tecnológica. Como ya hemos comentado antes, definiremos la frontera tecnológica como la PTF del país con este nivel más alto (Griffith et ál., 2004).

Entenderemos por PTF la siguiente expresión:

$$\ln F = \ln Y - \bar{\alpha}_k \ln(K) - \bar{\alpha}_L \ln(L) \quad (3.7)$$

Donde Y es el valor añadido; K , el stock de capital; L , el número de trabajadores; y $\bar{\alpha}_k$ y $\bar{\alpha}_L$, la media del período de las participaciones del capital sobre el valor añadido para todo el período y todos los países y la media del período de las participaciones de la mano de obra sobre el valor añadido para todo el período y todos los países, respectivamente.

También añadiremos al modelo la variable capacidad absortiva, la cual engloba un concepto más amplio que solo considerar el capital humano, tal como han hecho otros trabajos, como por ejemplo el de Engelbrecht (1997). Siguiendo los trabajos de Xu (2000), Papageorgiou (2000) y Griffith et ál. (2004), entre otros, consideraremos que la capacidad absortiva mide la habilidad y el esfuerzo de los trabajadores y los directivos para aplicar nueva tecnología. Y siguiendo a Kneller (2005), asumiremos que la habilidad se incrementa por el nivel de capital humano en el país y que el esfuerzo se incrementa por la intensidad en I+D (la ratio de los gastos en I+D por el *output*). Hasta ahora el nivel de capital humano ha sido aproximado por la media de los años de escolarización (Kneller, 2005; Kneller y Stevens, 2006; y Coe et ál., 2009, entre otros), por el porcentaje de personas con 25 o más años que han completado la ecuación más alta (Cameron et ál., 2005) o por el porcentaje de personas adultas con al menos algún estudio terciario (Vandenbussche et ál., 2006, entre otros). Nosotros lo vamos a aproximar en este trabajo por las horas trabajadas por personas con alta habilidad (*highskill*). Esta variable será calculada como un % sobre el total de horas trabajadas.

$$highskill_{i,t} = \frac{\text{Horas trabajadas por personas con habilidad alta}_{i,t}}{\text{Total horas trabajadas}_{i,t}} \quad (3.8)$$

Y la intensidad en I+D la definiremos como los gastos en I+D por el *output*:

$$inI + D_{i,t} = \frac{I + D_{i,t}}{PIB_{i,t}} \quad (3.9)$$

Otra de las características que consideramos que debe tener el país anfitrión para poder ayudar a incrementar la PTF es que tenga un sistema financiero bien desarrollado. Siguiendo diferentes trabajos, entre los que destacaremos los de Rajan y Zingales (1998) y Hermes y Lensink (2003), como variable que representa el estado de desarrollo de los mercados de crédito hemos considerado el crédito nacional al sector privado (% del PIB):

$$finan_{i,t} = \text{credito nacional al sector privado (\%PIB)}_{i,t} \quad (3.10)$$

Y otro factor que posibilitará un aumento de la productividad será el grado de desarrollo de las instituciones. Respecto a este factor, citaremos la siguiente afirmación de Aron (2000): “La literatura más reciente sugiere que las variables institucionales apropiadas para incluir en las estimaciones de inversión y crecimiento son aquellas que capturan la actuación o calidad de las instituciones formales e informales, en vez de simplemente limitarse a describir las características o atributos de las instituciones políticas y de la sociedad o medir su inestabilidad política”. Sobre la base de esta afirmación, hemos optado por confeccionar un indicador institucional que tenga en cuenta estas premisas.

Para construir el indicador que refleje el grado de desarrollo de las instituciones, utilizaremos el procedimiento estadístico denominado análisis factorial. Concretamente, el método empleado será el de las componentes principales. Y las variables que aparecerán en el análisis, siguiendo a Kaufmann et ál. (2006), serán el voto y la responsabilidad, la estabilidad política, la eficacia del gobierno, la calidad reguladora, el estado de derecho y el control de la corrupción.

$$institui_{i,t} = h \left\{ \begin{array}{l} \text{voto y responsabilidad}_{i,t} \\ \text{estabilidad política}_{i,t} \\ \text{eficacia del gobierno}_{i,t} \\ \text{calidad reguladora}_{i,t} \\ \text{estado de derecho}_{i,t} \\ \text{control de corrupción}_{i,t} \end{array} \right\} \quad (3.11)$$

Por lo tanto, la especificación del modelo puede ser expresada en la siguiente ecuación:

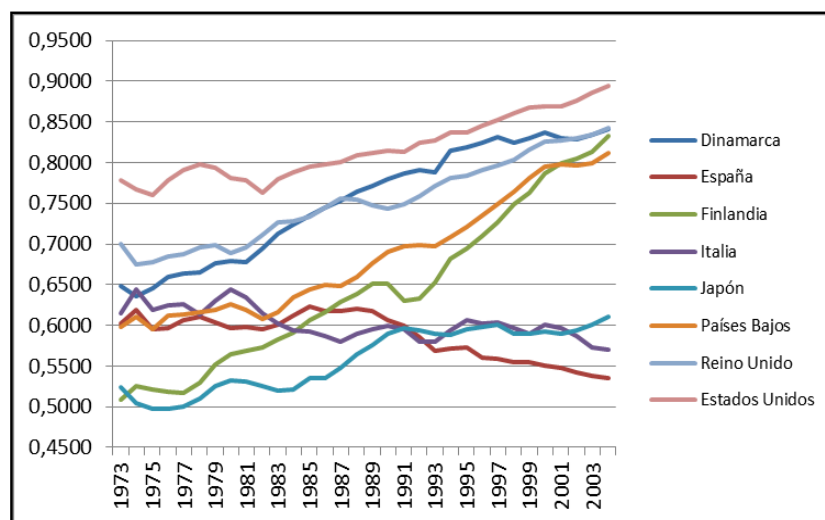
$$\log F_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \log S_{i,t}^d + \beta_2 (s_{i,t} \log S_{i,t}^f) + \beta_3 frontera_{i,t} + \beta_4 frontera_{i,t} * highskill_{i,t} + \beta_5 frontera_{i,t} * \left(\frac{I+D}{PIB} \right)_{i,t} + \beta_6 finan_{i,t} + \beta_7 institui_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad (3.12)$$

Donde F es la PTF; S^d , el stock de la I+D interna; $s \log S^f$, el stock de la I+D externa; $frontera$, la PTF del país que se encuentra en la frontera tecnológica; $frontera * highskill$, la interacción entre la PTF del país que se encuentra en la frontera y la habilidad de las horas trabajadas por personas con alta habilidad respecto al total de horas trabajadas; $frontera * (I+D/PIB)$, la interacción entre la PTF del país que se encuentra en la frontera tecnológica y la intensidad de I+D; $finan$, el grado de desarrollo del sistema financiero; $institui$, el grado de desarrollo de las instituciones; j , hace referencia a los países; t identifica el año; y $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ y β_7 son las elasticidades del aumento de la PTF respecto al stock de la I+D interna, al stock de la I+D externa, a la PTF del país que se encuentra en la frontera, a la interacción entre la PTF del país que se encuentra en la frontera y el $highskill$, a la interacción entre la PTF del país que se encuentra en la frontera y la intensidad en I+D, al grado de desarrollo del sistema financiero y al grado de desarrollo de las instituciones, respectivamente.

3.4. Datos

La ecuación (3.12) se estima para una muestra de ocho países para el período 1973-2004 y para el *business sector*. Para el cálculo de la PTF, los datos del VAB (Y) se tomaron de la STAN (OCDE) y se expresaron en unidades monetarias de 2000 utilizando los índices de volumen de la mencionada base. Las cifras del VAB expresadas en unidades monetarias de 2000 se transformaron a dólares estadounidenses de 2000 utilizando *purchasing power parity* (PPP). En cuanto al capital, la formación de capital fija bruta a precios corrientes fue cogida de la base de datos OECD Economic Outlook (OCDE). La variable fue expresada en unidades reales del año 2000 y convertida a dólares de los Estados Unidos del mismo año utilizando *purchasing power parity* (PPP). El factor trabajo (L) se aproximó por horas trabajadas anuales medias de los trabajadores, información publicada en la base de datos STAN (OCDE). Como podemos observar en la figura 3.3, los Estados Unidos fueron el país con un nivel de la PTF más alto en todo el período analizado. En cambio, el país con un nivel de la PTF más bajo desde principios de los años setenta hasta principios de los años noventa es Japón. Y a partir de este momento España pasa a ocupar este lugar.

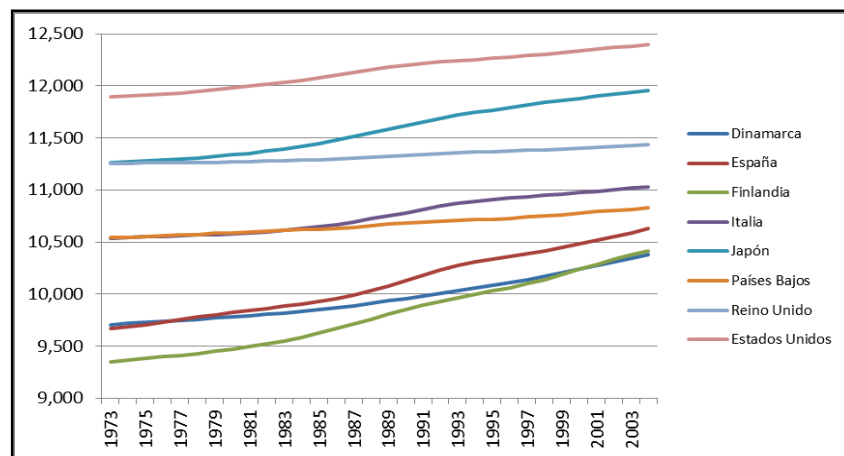
Figura 3.3. Productividad total de los factores (PTF), en log.



Fuente: STAN (OCDE)

Los datos para los gastos en I+D del *business sector* son de la base de datos ANBERD (OCDE). Los gastos en I+D reales y en dólares del año 2000 fueron obtenidos dividiendo los gastos de I+D nominales por el deflactor del PIB (2000=1) y divididos por la tasa de la PPP del año 2000 de moneda local a dólares de los Estados Unidos. Como vemos en la figura 3.4, los gastos en I+D doméstico tienen una clara tendencia ascendente durante todo el período. Además, podemos destacar que los Estados Unidos son el país que más gasta en I+D doméstica, mientras que el que menos gasta es Finlandia.

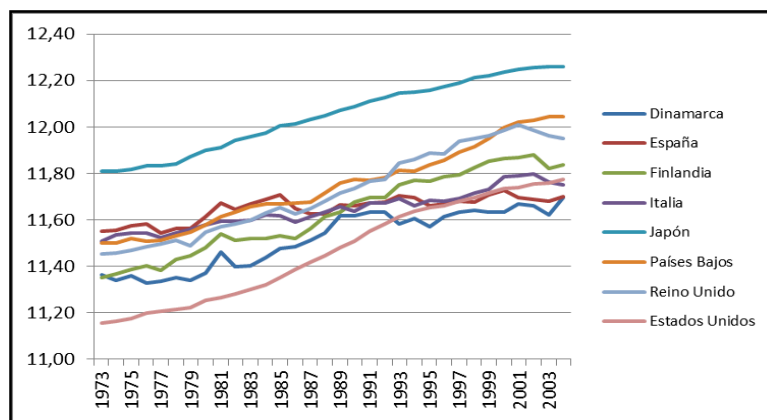
Figura 3.4. Stock I+D doméstico (logaritmos, en dólares de los Estados Unidos a precios del año 2000 y tasa de intercambio de la PPP)



Fuente: ANBERD (OCDE)

Para el cálculo del stock de I+D extranjera, utilizamos las importaciones que nos ofrece la base de datos STAN Bilateral Trade y el PIB que nos ofrecen los World Development Indicators (Banco Mundial). En la figura 3.5 observamos el comportamiento de los países estudiados en cuanto al stock de I+D extranjera. Al igual que pasaba con el stock de I+D doméstica, observamos, en general, una tendencia ascendente. Aunque también es cierto que los incrementos del stock de I+D extranjera son mucho más uniformes a través de los países. Como ya nos indicó Coe et ál. (2009), esta uniformidad refleja (i) su construcción como la media ponderada de las importaciones bilaterales del stock de capital en I+D doméstico de los *partners* de comercio de cada país, y (ii) el hecho de que los países que tienen importantes incrementos en su stock de capital en I+D doméstica normalmente son países que tienen también cuotas de importaciones bilaterales relativamente pequeñas. Podemos destacar que Japón es el país con un stock de I+D extranjera más alto para todo el período. En cambio, los Estados Unidos tienen el stock más bajo hasta principios de los noventa. A partir de esta fecha, este lugar lo ocupa Dinamarca, seguida muy de cerca por España e Italia.

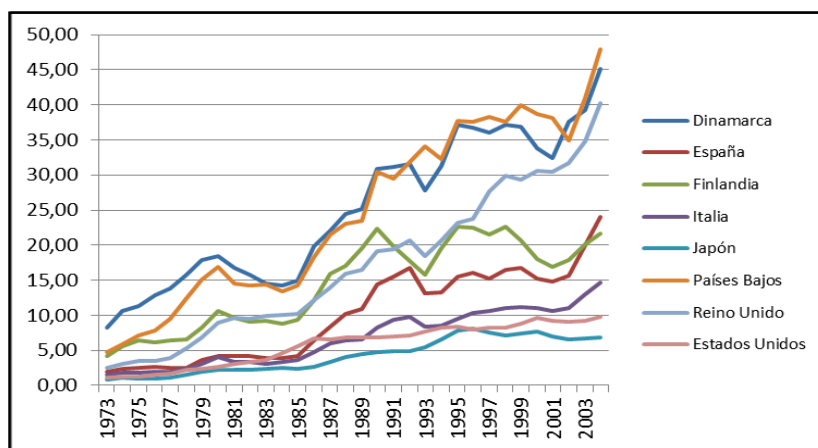
Figura 3.5. Stock I+D extranjera utilizando las ponderaciones de las importaciones bilaterales (logaritmos, en dólares de los Estados Unidos a precios del año 2000 y tasa de intercambio de la PPP)



Fuente: ANBERD (OCDE), STAN Bilateral Trade y World Development Indicators (Banco Mundial)

Hay una considerable diversidad en cuanto a la cuota de importaciones sobre el PIB durante el período de estudio. Si bien a principios de los setenta esta cuota estaba entre el 0% y el 10% para todos los países, a principios del siglo XXI esta cuota había ascendido hasta casi el 50% para países como los Países Bajos o Dinamarca. Si bien es cierto que hubo otros países como Japón y los Estados Unidos que prácticamente no variaron su cuota en todo el período.

Figura 3.6. Cuota de importaciones sobre el PIB (en %)

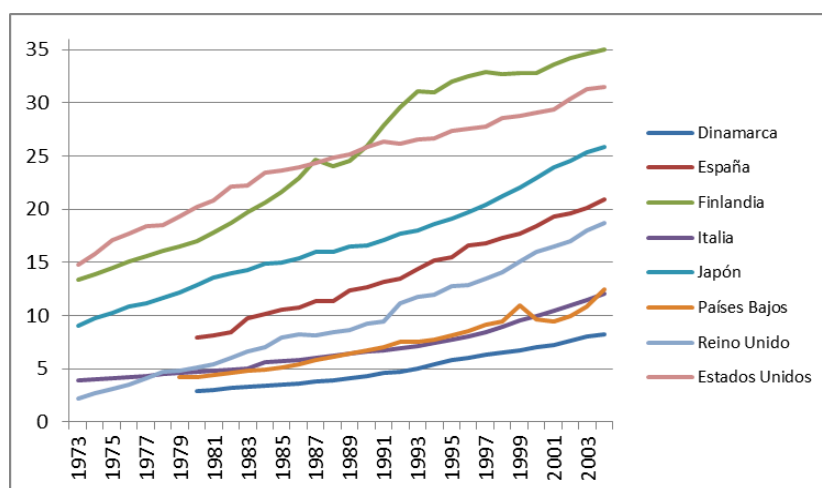


Fuente: STAN Bilateral Trade y World Development Indicators (Banco Mundial)

Los datos utilizados para las variables highskill, horas trabajadas por personas con alta habilidad, proceden de la base de datos EUKLEMS. Según nos indica la figura 3.7, los Estados Unidos

fueron el país con esta cuota más alta hasta principios de la década de los noventa. A partir de ese momento, fue Finlandia quien lideró el ranking. En la parte baja de esta clasificación encontramos a Dinamarca, Italia y Países Bajos.

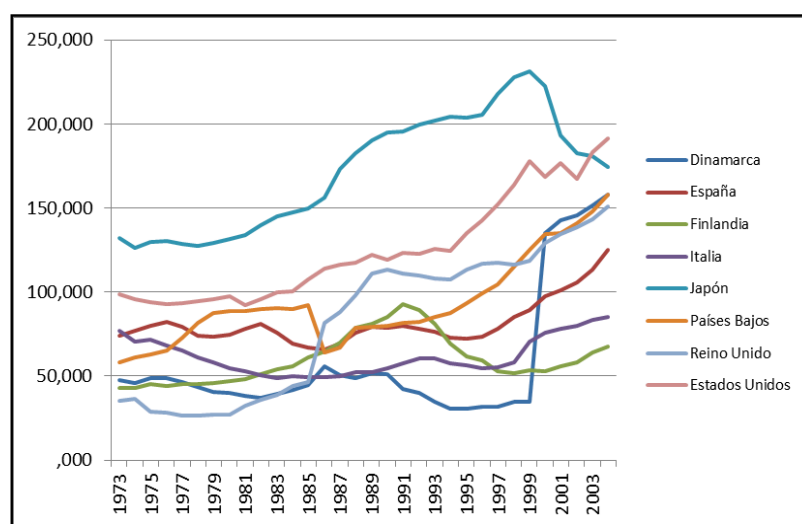
Figura 3.7. Capacidad absorptiva (horas trabajadas por personas con alta habilidad —high skill—)



Fuente: EUKLEMS

En la figura 3.8 encontramos la intensidad de la I+D y vemos que tiene un comportamiento desigual dependiendo del país en el que nos fijemos. No podemos destacar una misma tendencia para todos los países.

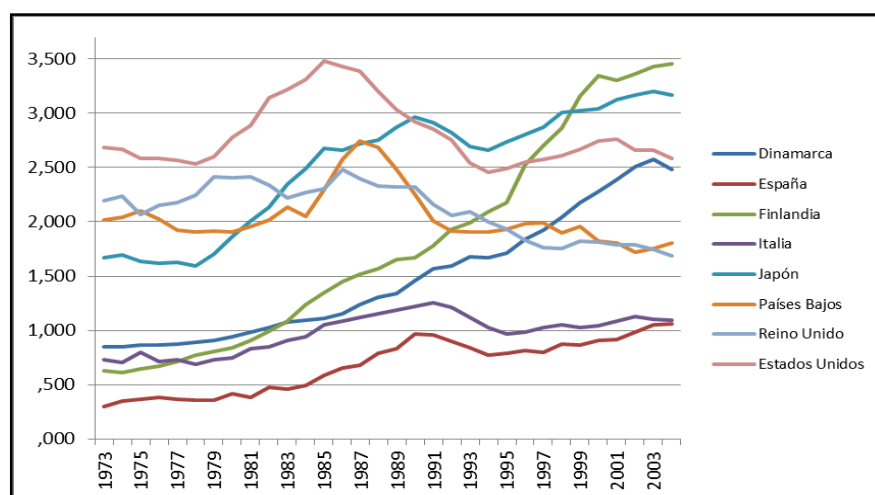
Figura 3.8. Capacidad absorptiva (intensidad de la I+D)



Fuente: ANBRED (OCDE) y World Development Indicators (Banco Mundial)

Los datos utilizados para la variable desarrollo de los mercados financieros se obtuvieron de la base de datos World Development Indicators (Banco Mundial). La figura 3.9 nos indica que España es el país con un sistema financiero peor desarrollado durante todo el período de estudio, seguido muy de cerca por Italia.

Figura 3.9. Desarrollo del sistema financiero

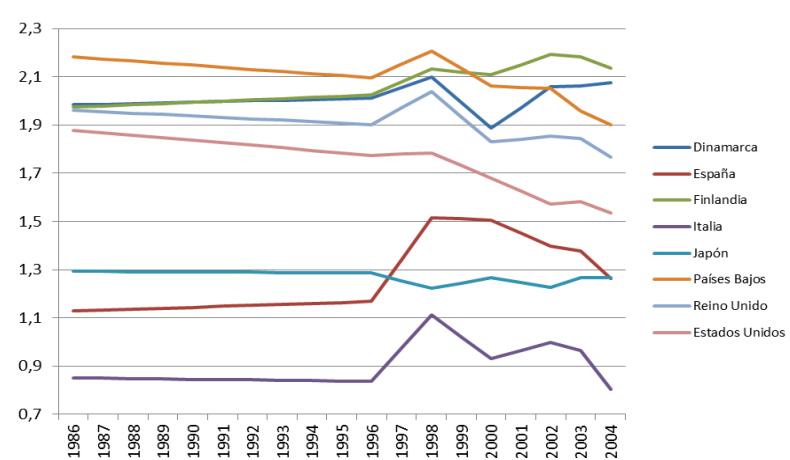


Fuente: World Development Indicators (Banco Mundial)

Y respecto al indicador institucional, como ya se ha comentado en el apartado anterior, los datos utilizados para su construcción son los suministrados por Kaufmann et ál. (2006). Aunque muchos de los trabajos que tratan con instituciones solo construyen el indicador para un año de referencia debido a la escasa variación de las variables empleadas durante períodos de tiempo relativamente cortos (véanse, entre otros, Giménez y Sanaú, 2007, y Coe et ál., 2009), nosotros hemos construido el indicador para los años de los que teníamos datos disponibles (1996, 1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005) y hemos supuesto que el indicador para los años comprendidos entre 1986 y 1995 ha crecido una décima parte de lo que lo han hecho los indicadores desde el año 1996 hasta el 2005. Y para los años de los que no tenemos datos entre el período 1996 a 2005, hemos hecho una media entre su antecesor y su predecesor.

Según vemos en la figura 3.10, podemos decir que Finlandia y los Países Bajos son los países con mayor desarrollo de sus instituciones prácticamente para todo el período analizado. En cambio, Italia es el país con este indicador más bajo.

Figura 3.10. Desarrollo de las instituciones



Fuente: Kaufmann et ál. (2006)

3.5. Resultados

Antes de comentar los resultados, se efectuarán dos matizaciones adicionales. La primera es que inicialmente se contrastó la no estacionariedad de las variables aplicando el test de Im et ál. (1997) e Im et. ál. (2003) para paneles de datos. Este test, basado en un modelo que permite términos independientes y pendientes diferentes para cada individuo, es en realidad un test Dickey-Fuller aumentado de media grupal. Los resultados de su aplicación se muestran en la tabla 3.1. Obsérvese que se acepta la presencia de raíz unitaria en las variables en niveles.

Tabla 3.1: Contraste de la presencia de una raíz unitaria				
Variable	Test ADF de IPS (1997)	Decisión	Probabilidad	
log(PTF)	0,3623	I(1)	0,6414	
log (Stock I+D interna)	-4,8685	I(1)	0,7256	
s*log (Stock I+D externa)	-1,3852	I(1)	0,2830	
Frontera	-0,4578	I(1)	0,3236	
Frontera * Capacidad Absortiva	Frontera* High Skill Frontera * (I+D/PIB)	2,2887 -0,6963	I(1) I(1)	0,9890 0,2431
Sistema Financiero	2,9318	I(1)	0,9983	
Instituciones	-1,612	I(1)	0,1536	

Nota: Se ha aplicado el test de Im et al. (1997) y Im et. (2003) con tendencia temporal y un retardo.

Y la segunda es que hemos realizado el test de cointegración. Con este test se contrasta la hipótesis nula de no cointegración (residuos no estacionarios) para paneles de datos. El contraste

—desarrollado por Kao (1999)— permite heterogeneidad en la estructura autorregresiva de los términos de error. De acuerdo con el valor del estadístico, la hipótesis nula puede rechazarse (es decir, no se rechaza la existencia de una relación de cointegración entre las variables). En la siguiente tabla podemos ver los resultados del test:

Tabla 3.2: Test de cointegración		
Kao (1999)		
Test ADF	p-value	Decisión
-5,0643	0,0000	Cointegración

Y la tabla 3.3 nos muestra los resultados obtenidos después de estimar diferentes regresiones mediante DOLS. En particular, la primera columna nos indica que si un país incrementa su stock de I+D interna y su stock de I+D externa, entonces aumenta su PTF. Estas variables son significativas. Estos resultados están en la línea del trabajo de Coe y Helpman (1995) y Coe et ál. (2009), entre otros. Si nos fijamos en la segunda columna, observaremos que si el país que está en la frontera aumenta su PTF, entonces la PTF del país que estamos estudiando se incrementa. Esta variable también es significativa. Este resultado coincide con el trabajo de Kneller (2005). En la tercera columna, añadimos al modelo la interacción entre la frontera tecnológica y las proxies de la capacidad absorptiva. Y los resultados nos indican que un incremento de la variable highskill conlleva un aumento de la PTF. Esta variable también es significativa. Y un aumento de la intensidad de la I+D también tiene un impacto positivo sobre la PTF, aunque esta variable no es significativa. Es decir, si el país que se encuentra en la frontera aumenta tanto la habilidad de las personas que trabajan en él como la intensidad de la I+D, esto ayuda a incrementar el nivel PTF del país objeto de estudio. Además, observamos que el impacto que tiene la variable highskill sobre el nivel de PTF es mayor que el que tiene la variable intensidad de la I+D. Estos resultados están en la línea del trabajo de Kneller (2005).

Tabla 3.3 Estimación de los determinantes de la PTF mediante estimadores DOLS					
		(3.3.1)	(3.3.2)	(3.3.3)	(3.3.4)
Stock I+D interna		0,0663 (3,2330)*	0,0757 (4,2877)*	0,0122 (4,3673)	0,1092 (4,1241)*
Stock I+D externa		0,0595 (0,6085)***	0,0683 (0,6544)***	0,0497 (0,4323)***	0,0282 (0,3997)***
Frontera			0,4284 (21,6037)*	0,3215 (17,8884)	1,1839 (16,7392)***
Frontera* Capacidad Absortiva	Frontera * High Skill			0,0226 (0,1863)*	0,0252 (0,1759)*
	Frontera* I+D/PIB			0,0135 (1,4621)	0,0148 (1,568)
Sistema Financiero					-0,0015 (0,0074)***
Instituciones					0,0989 (5,0699)

* Significativo al 10%; ** Significativo al 5%; *** Significativo al 1%

Y en la cuarta columna consideramos también el sistema financiero y observamos que tiene un impacto negativo sobre el nivel de la PTF. Esta variable es significativa. También consideramos el desarrollo de las instituciones y vemos como tienen un impacto positivo sobre el nivel de la PTF, aunque esta variable no es significativa.

3.6. Conclusiones

Ya desde finales del siglo XVIII, los economistas han estado interesados en averiguar por qué unos países crecen durante largos períodos de tiempo mientras otros quedan atrapados en la trampa de la pobreza. Hoy en día, con la situación económica a la que nos enfrentamos, la resolución de este "misterio" cobra importancia.

Por este motivo, en este capítulo nos hemos planteado estudiar cuales son los factores que determinan que unos países sean más productivos que otros. En concreto, hemos analizado el impacto que tienen la I+D doméstica, la I+D extranjera, la frontera tecnológica, la capacidad absortiva, el desarrollo del sistema financiero y las instituciones sobre la PTF del país objeto de estudio.

En las últimas décadas del siglo XX los economistas hemos podido acceder a un volumen apreciable de datos a escala internacional, lo que se ha traducido en una mayor cobertura geográfica y una perspectiva temporal más adecuada para analizar fenómenos que se manifiestan a largo plazo.

Nosotros aportamos evidencia empírica con una muestra de ocho países de la OCDE para el período 1973-2004, y los resultados obtenidos muestran que la I+D interna, la I+D externa, la frontera tecnológica, la capacidad absorptiva del país que se encuentra en la frontera y el desarrollo de las instituciones tienen un impacto positivo sobre el nivel de la PTF. En cambio, el desarrollo del sistema financiero tiene un impacto negativo.

Por lo tanto, en unos momentos donde los recursos son limitados, sería recomendable que los países centraran sus esfuerzos en diseñar políticas públicas que les incentivaran a invertir recursos en los determinantes que tienen un impacto positivo sobre la productividad. Además, también observamos que si el país que se encuentra en la frontera tecnológica aumenta su capacidad absorptiva, esto beneficia a los otros países. Entonces, sería también interesante que el país que se encontrara en la frontera tecnológica diseñara políticas públicas que le incentivaran a aumentar su capacidad absorptiva, ya que esto ayudaría a que los otros países fueran más productivos.

3.7. Bibliografía

- Abramovitz, M. (1986). Catching up, forging ahead and falling behind. *Journal of Economic History*. 46 (2), pp. 385-406.
- Aghion, P., Howitt, P. (1992). A Model of Growth through Creative Destruction. *Econometrica*. 60, pp. 323-351.
- Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R., Howitt, P. (2005). Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship. *The Quarterly Journal of Economics*. 120(2), pp. 701-728.
- Aitken, B.J., Harrison, A.E. (1999). Do domestic firms benefit from direct foreign investment? Evidence from Venezuela. *American Economic Review*. 89, pp. 605-618.
- Alfaro, L., Chanda, A., Kalemli-Ozcan, S., Sayek, S. (2004). FDI and Economic Growth: The Role of Local Financial Markets. *Journal of International Economics*. 64, pp. 89-112.
- Aron, J. (2000). Growth and institutions. A review of evidence. *The World Bank Research Observer*. 15(1), pp. 99-135.
- Arrow, K.J. (1969). Classificatory notes on the production and transmission of technological knowledge. *American Economic Review*. 59(2), pp. 29-35.
- Aschauer, D.A. (1989). Is public expenditure productive. *Journal of Monetary Economics*. 23, pp. 177-200.
- Aschauer, D.A. (1990). Is infrastructure important?. *Conference Series*, pp. 21-68.
- Barcenilla, S., López-Pueyo, C., Sanaú, J. (2008). Just openness or technological spillovers? A note. *Applied Economics Letters*. 15, pp. 151-154.
- Barrio-Castro, T., López-Bazo, E., Serrano-Domingo, G. (2002). New evidence on international R&D spillovers, human capital and productivity in the OECD. *Economics Letters*. 77, pp. 41-45.

- Barro, R. (1991). Economic growth in a cross-section of countries. *Quarterly Journal of Economics*. 106 (2), pp. 407-443.
- Beck, T., Levine, R., Loayza, N. (2000). Finance and the Sources of Growth. *Journal of Financial Economics*. 53, pp. 261-300.
- Bernard, A.B., Jensen, J.B. (1999). Exceptional exporter performance: cause, effect, or both?. *Journal of International Economics*. 47, pp. 1-25.
- Berndt, E.R., Hansson, B. (1992). Measuring of the Contribution of Public Infrastructure Capital in Sweden. *Scandinavian Journal of Economics*. 94 Supplement. pp. 151-168.
- Bloom, D.E., Canning, D., Sevilla, J. (2002). Technological diffusion, conditional convergence, and economic growth. *National Bureau of Economic Research, Cambridge*, WP 8713.
- Cameron, G., Proudman, J., Redding, S. (2005). Technological convergence, trade and productivity growth. *European Economic Review*. 49, pp. 775-807.
- Clerides, S.K., Lach, S., Tybout, J.R. (1998). Is learning by exporting important? Micro-dynamic evidence from Colombia, Mexico, and Morocco. *The Quarterly Journal of Economics*, pp. 903-947.
- Coe, D., Helpman, E. (1995). International R&D Spillovers. *European Economic Review*. 39 (5), pp. 859-887.
- Coe, D., Helpman, E., Hoffmaister, A.W. (1997). North-South R&D Spillovers. *The Economic Journal*. 107 (440), pp. 134-149.
- Coe, D., Helpman, E., Hoffmaister, A.W. (2009). International R&D spillovers and institutions. *European Economic Reviews*. 53, pp. 723-741.
- Coe, D., Hoffmaister, A.W. (1999). Are There International Spillovers Among Randomly Matched Trade Partners? A Response to Keller. *IMF Working Paper no. WP/99/18*.
- Cohen, W., Levinthal, D. (1989). Innovation and Learning: Two Faces of R&D. *Economic Journal*. 99, pp. 569-596.
- Crespo, J., Martín, C., Velázquez, F.J. (2004a). The Role of International Technology Spillovers in the Economic Growth of the OECD Countries. *Global Economy Journal*. 4 (2), pp. 1-18.
- Crespo, J., Martín, C., Velázquez, F.J. (2004b). International Technology Spillovers from Trade: The Importance of the technological gap. *Investigaciones económicas*. 28(3), pp. 515-533.
- Eaton, J., Kortum, S. (1999). International Patenting and Technology Diffusion: Theory and Evidence. *International Economic Review*. 40(3), pp. 537-570.
- Eaton, J., Kortum, S. (2001). Trade in capital goods. *European Economic Review*. 45(1), pp. 1195-1235.
- Edmond, C. (2001). Some Panel Cointegration Models of International R&D Spillovers. *Journal of Macroeconomics*. 23(1), pp. 241-260.
- Engelbrecht, H.J. (1997). International R&D spillovers, human capital, and productivity in OECD countries: an empirical investigation. *European Economic Review*. 41, pp. 1479-1488.
- Evans, P., Karras, G. (1994). Are Government Activities Productive? Evidence from a Panel of U.S. States. *The Review of Economics and Statistics*. 76(1), pp. 1-11.

- Fagerberg, J. (1994). Technology and International Differences in Growth Rates. *Journal of Economic Literature*. 32 (3), pp. 1147-1175.
- Falvey, R., Foster, N., Greenaway, D. (2002). North-South Trade, Knowledge Spillovers and Growth. *Journal of Economic Integration*. 17(4), pp. 650-670.
- Frantzen, D. (2000). Innovation, International Technological Diffusion and the Changing Influence of R&D on Productivity. *Cambridge Journal of Economics*. 24 (2), pp. 193-203.
- Funk, M.F. (2001). International R&D Spillovers and Convergence Among OECD Countries. *Journal of Economic Integration*. 16 (1), pp. 48-65.
- Gerschenkron, A. (1962). Economic Backwardness in Historical Perspective. *Cambridge MA: Harvard University Press*.
- Giménez, G., Sanaú, J. (2007). Interrelationship among institutional infrastructure, technological innovation and growth. An empirical evidence. *Applied Economics*. 39, pp. 1267-1282.
- Griffith, R., Redding, S., 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), pp. 883-895.
- Grossman, G., Helpman, E. (1991). Innovation and Growth in the Global Economy. *Cambridge, MA: MIT Press*.
- Guellec, D., Van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2004). From R&D to Productivity Growth: Do the Institutional Settings and the Source of Funds of R&D Matter?. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 66(3), pp. 353-378.
- Hall, R., Jones, C. (1999). Why do some countries produce so much more output per worker than others?. *Quarterly Journal of Economics*. 114, pp. 83-116.
- Helpman, E. (2004). The Mystery of Economic Growth. *United States of America: Harvard University Press*.
- Hermes, N., Lensink, R. (2003). Foreign direct investment, financial development and economic growth. *The Journal of Development Studies*. 40(1), pp. 142-163.
- Hicks, J.A. (1969). A theory of economic history. *Oxford: Clarendon Press*.
- Holtz-Eakin, D. (1994). Public-Sector Capital and the Productivity Puzzle. *The Review of Economics and Statistics*. 76(1), pp. 12-21.
- Im K.S., Pesaran, M.H., Shin, Y. (1997). *Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels*. Mimeo. Department of Applied Economics, University of Cambridge.
- Im, K.S., Pesaran, M.H., Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*. 115 (1), pp. 53-74.
- Jaffe, A.B., Trajtenberg, M., Henderson, R. (1993). Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations. *The Quarterly Journal of Economics*. 108 (3), 577-598.
- Kao, C. (1999). Spurious Regression and Residual-Based Test for Cointegration in Panel Data. *Journal of Econometrics*. 90 (1), pp. 1-44.

- Kaufmann, D., Kraay, A., Mastruzzi, M. (2006). Governance Matters V: Aggregate and Individual Governance Indicators for 1996–2005. *World Bank Policy Research Working Paper* 4012.
- Keller, W. (1997). How Trade and Technology Flows Affect Productivity Growth. Policy Research Working Paper, 1831.
- Keller, W. (1998). Are International R&D Spillovers Trade-Related? Analyzing Spillovers Among Randomly Matched Trade Partners. *European Economic Review*. 42 (8), pp. 1469-1481.
- Keller, W. (2001). The Geography and Channels of Diffusion at the World's Technology Frontier. NBER Working Paper 8150.
- Keller, W. (2002). Trade and the Transmission of Technology. *Journal of Economic Growth*. 7(1), pp. 5-24.
- Keller, W. (2004). International Technology Diffusion. *Journal of Economic Literature*. 42 (3), pp. 752-782.
- Keller, W., Yeaple, S.R. (2009). Multinational Enterprises, International Trade, and Productivity Growth: Firm-Level Evidence from the United States. *The Review of Economics and Statistics*. 91(4), pp. 821-831.
- Khan, M., Luintel, K.B. (2006). Sources of Knowledge and Productivity: How Robust is the Relationship?. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2006/6.
- King, R. G., Levine, R. (1993a). Finance and Growth: Schumpeter Might Be Right. *Quarterly Journal of Economics*. 108, pp. 717–737.
- King, R. G., Levine, R. (1993b). Finance, Entrepreneurship, and Growth. *Journal of Monetary Economics*. 32, pp. 513–542.
- Kneller (2005). Frontier Technology, Absorptive Capacity and Distance. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 67, pp. 1-24.
- Kneller, R., Stevens, P.A. (2006). Frontier Technology and Absorptive Capacity: Evidence from OECD Manufacturing Industries. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 68 (1), pp. 1-21.
- Levine, R., Loayza, N., Beck, T. (2000). Financial Intermediation and Growth: Causality and Causes. *Journal of Monetary Economics*. 66, pp. 31–77.
- Lichtenberg F., B. van Pottelsberghe de la Potterie (1998). International R&D Spillovers: A Comment. *European Economic Review*. 42 (8), pp. 1483-1491.
- Lipsey, R. E. (2002). Home and Host Country Effects of FDI, NBER Working Paper No. W9293.
- López-Pueyo, C., Sanaú, J., Barcenilla, S. (2008). Difusión tecnológica internacional y productividad. *Revista de Economía Aplicada*. 47(16), pp. 127-171.
- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*. 22 (1), pp. 3-42.
- Meier, G. M., Seers, D. (1984). *Pioneers in Development*. New York: Oxford University Press.
- Nadiri, M.I., Mamuneas, T.P. (1994). The Effects of Public Infrastructure and R & D Capital on the Cost Structure and Performance of U.S. Manufacturing Industries. *The Review of Economics and Statistics*. 76 (1), pp. 22-37.

- Papageorgiou, C. (2000). Technology Adoption, Human Capital, and Growth Theory. *Review of Development Economics*. 6(3), pp. 351–368.
- Rajan, R.G., Zingales, L. (1998). Financial Dependence and Growth. *The American Economic Review*. 88(3), pp. 559-586.
- Rebelo, S. (1991). Long Run Policy Analysis and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*. 99 (3), pp. 500-521.
- Robinson, J. (1952). *The rate of interest and other essays*. London: Macmillan.
- Rodrik, D. (2001). Trading in illusions. *Foreign Policy*. 123, pp. 54– 63.
- Romer, P.M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*. 94, pp. 1002-1037.
- Romer, P.M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*. 98, pp. S71-S102.
- Schumpeter, J.A. (1912). *The Theory of Economic Development*. Cambridge: Harvard University Press.
- Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Reprint. New York: Modern Library, 1937.
- Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*. 70(1), pp. 65-94.
- Solow, R.M. (1957). Technological change and the aggregate production Function. *Review of Economics and Statistics*. 39, pp. 312-320.
- Solow, R.M. (1994). Perspectives on Growth Theory. *The Journal of Economic Perspectives*. 8 (1), pp. 45-54.
- Stern, N. (1989). The Economics of Development: A Survey. *Economic Journal, Development Studies*. 36(1), pp. 53-73.
- Stock, J., Watson, M. (1993). A Simple Estimator of Cointegrating Vectors in Higher Order Integrated Systems. *Econometrica*. 61 (4), pp. 783-820.
- Tatom, J. (1991). Public capital and private sector performance. *Review*. May, pp. 3-15.
- Van Pottelsberghe, B., Lichtenberg, F. (2001). Does foreign direct investment transfer technology across borders?. *The Review of Economics and Statistics*. 83 (3), pp. 490-497.
- Vandenbussche, J., Aghion, P., Meghir, C. (2006). Growth, distance to frontier and composition of human capital. *Journal of Economic Growth*. 11, pp. 97-127.
- Verspagen, B. (1991). A new empirical approach to catching up or falling behind. *Structural Change and Economic Dynamics*. 2 (2), pp. 359-380.
- Xu, B. (2000). Multinational enterprises, technology diffusion, and host country productivity growth. *Journal of Development Economics*. 62, pp. 477-493.
- Xu, B., Wang, J. (1999). Capital goods trade and R&D spillovers in the OECD. *Canadian Journal of Economics*. 32, pp. 1179–1192.

CAPÍTULO 4:

INNOVACIÓN Y CAPACIDAD ABSORTIVA: ¿DEPENDEN DE LA FRONTERA TECNOLÓGICA?

4.1. Introducción

4.2. Marco conceptual:

- 4.2.1. Fuentes de la innovación
- 4.2.2. Frontera tecnológica
- 4.2.3. Capacidad absorptiva

4.3. Modelo empírico

4.4. Datos

- 4.4.1. Muestra
- 4.4.2. Construcción de las variables
 - 4.4.2.1. Productividad
 - 4.4.2.2. Fuentes de la innovación
 - 4.4.2.3. Determinantes de la capacidad absorptiva
 - 4.4.2.4. Características de la empresa

4.5. Resultados

4.6. Conclusiones

4.7. Bibliografía

Anexos

- A.1. Productividad laboral y productividad total de los factores (PTF)
- A.2. Efectos marginales de las diferentes variables incluidas en el modelo sobre la productividad a través de los diversos cuantiles

4.1. Introducción

El interés por profundizar en los determinantes de las actividades de I+D y su incidencia sobre la productividad a nivel de empresa ha sido, desde sus inicios, uno de los temas de la economía industrial. A partir de las aportaciones iniciales de Schumpeter (1934), que fue el primer autor que estudió con rigor los determinantes de las actividades de I+D, las contribuciones de Schmookler (1962), Griliches (1979) y Scherer (1982), entre otros, pusieron las bases para los posteriores avances teóricos y aplicados.

Desde una perspectiva analítica mucho más amplia vieron la luz trabajos innovadores que ofrecieron nuevas perspectivas de análisis. En los últimos treinta años, los trabajos de Cohen y Levinthal (1989,1990) sobre capacidad absorptiva y complementariedad entre las fuentes de I+D a nivel de empresa han facilitado enormemente el interés de los investigadores por abordar la naturaleza y la complejidad del tema que nos ocupa.

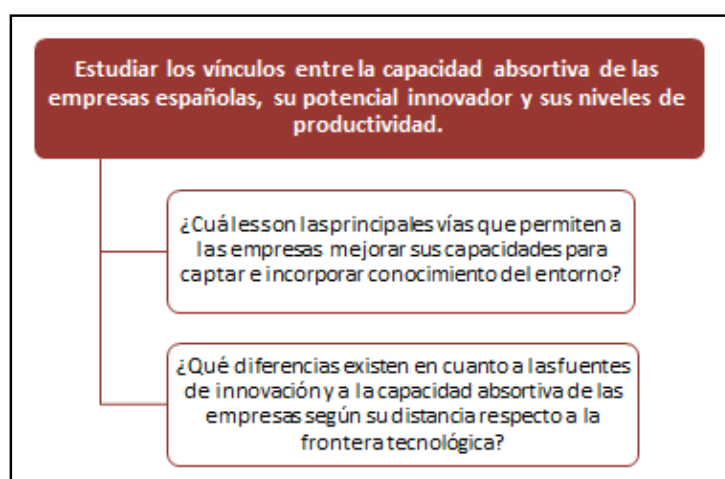
Bien es sabido que Cohen y Levinthal (1989) definen la capacidad absorptiva como la habilidad para identificar, asimilar y aplicar con fines comerciales el conocimiento proveniente de fuentes externas a la empresa. La capacidad absorptiva de la empresa no adopta una dimensión estática, sino dinámica, en función del conocimiento previamente atesorado dentro de la empresa y que al ponerse en valor constituye un factor clave de la innovación futura. Por otro lado, ambos autores destacan la naturaleza compleja de las fuentes y los procesos que caracterizan todo proceso innovador. De modo que la complementariedad en materia de innovación se manifiesta desde distintas vertientes: entre el conocimiento interno y el externo de la empresa; entre la capacidad absorptiva de los individuos y la de las organizaciones; y entre la I+D interna y la externa, por poner los aspectos más relevantes.

Los incentivos para innovar de la empresa innovadora también estarán supeditados a la propia naturaleza del nuevo conocimiento, tal como recordaron Nelson (1959) y Arrow (1962). Estos autores consideran que la inversión en I+D podría producir efectos de *spillovers* positivos en terceros. Aun así, son muchas las empresas que invierten grandes sumas en ciencia y desarrollo tecnológico. La cuestión que planteó Rosenberg (1990) no ofrece lugar a dudas: "Why firms do basic research (with their own money)?". Para este autor, el principal argumento de las empresas para invertir en I+D, a pesar de sus bajos niveles de apropiabilidad en la investigación básica, está en la generación de competencias y habilidades que facilitan la absorción de conocimiento externo. Es decir, más que un activo que alcanza su valor en los confines de la empresa al margen del resto de agentes, las actividades internas de I+D son para los gerentes de las empresas innovadoras unas vías imprescindibles para potenciar la capacidad absorptiva de la empresa y beneficiarse del conocimiento generado por terceros.

La naturaleza compleja de las actividades relacionadas con la I+D y la innovación de las empresas reclaman una atención creciente de los investigadores, teóricos y empíricos para descifrar los interrogantes que plantean. Además, el gran interés de los Gobiernos en reducir paulatinamente las barreras para realizar I+D —hacer, comprar o cooperar— y desarrollar habilidades en las empresas y las instituciones para facilitar entornos creativos e innovadores aconseja estudiar la dimensión plural de los efectos relacionados con la I+D, la innovación y la productividad.

El objetivo del trabajo es estudiar los vínculos entre la capacidad absorbente de las empresas, 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?

Figura 4.1. Objetivo



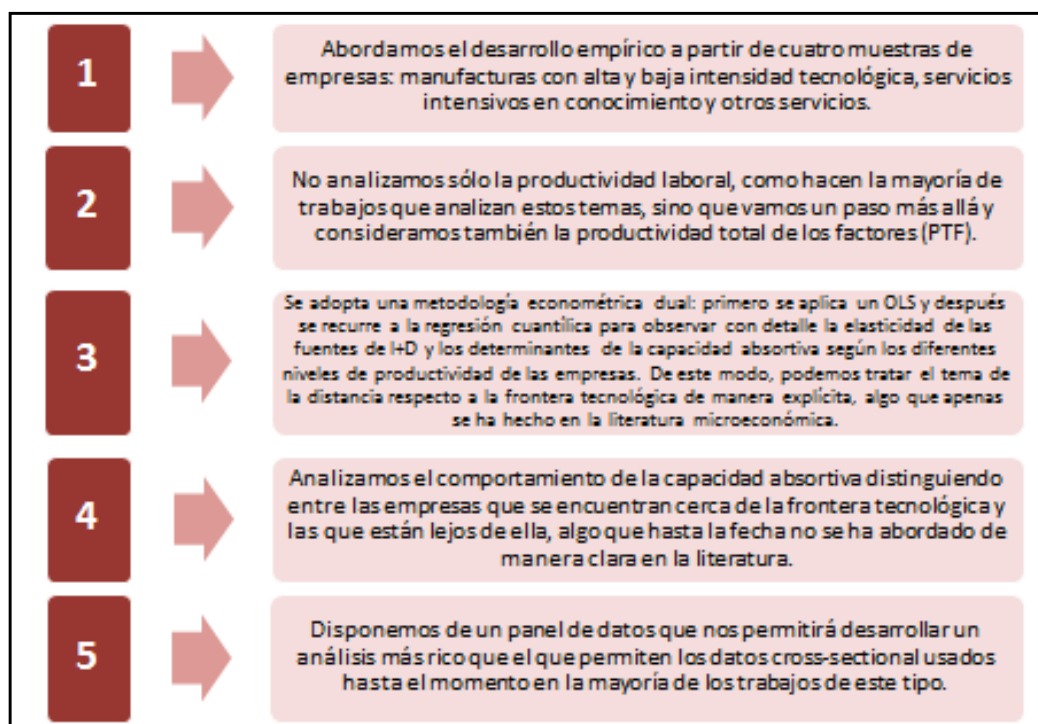
Fuente: elaboración propia

Para ello, se utiliza un modelo estructural de dos etapas. En primer lugar, a partir de una estimación probit se aborda cómo las fuentes de la innovación, los determinantes de la capacidad absorbente y un vector de características de la empresa influyen sobre la capacidad de esta para realizar innovaciones de producto y/o de proceso. En segundo lugar, a través de una regresión cuantílica se analiza la incidencia de las fuentes de la innovación, los determinantes de la capacidad absorbente y un vector de características de la empresa sobre la productividad. Este método permite observar la elasticidad de cada determinante de la productividad según el nivel de productividad de las empresas.

La fuente de datos utilizada en este trabajo es una fuente exhaustiva fruto de la cooperación entre el Instituto Nacional de Estadística (INE) y la Fundación para la Innovación Tecnológica (COTEC), y que recibe el nombre de Panel de Innovación Tecnológica (PITEC). Este panel de datos contiene datos a nivel de empresa y parte de una metodología de recogida relativamente consistente en un buen número de períodos. 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 doce mil empresas para el período 2004-2009.

Las principales aportaciones del trabajo se pueden sintetizar en cinco. 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, no analizamos solo la productividad laboral, como hacen la mayoría de trabajos que analizan estos temas, sino que vamos un paso más allá y consideramos también la productividad total de los factores (PTF). En tercer 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 la innovación y los determinantes de la capacidad absortiva 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 cuarto lugar, se analiza con detalle el comportamiento de la capacidad absortiva, 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.

Figura 4.2. Aportaciones



Fuente: elaboración propia

Los resultados que hemos encontrado nos indican que si bien la capacidad absorptiva interna se comporta igual en el caso de todas las empresas, la capacidad absorptiva externa de las empresas está en función de las características del sector al que pertenecen dichas empresas y de su distancia respecto a la frontera tecnológica.

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, la distancia respecto a la frontera tecnológica y los factores relacionados con la capacidad absorptiva. La sección 3 presenta el modelo en dos etapas que, mediante un probit y una regresión cuantílica, permite abordar de qué forma las fuentes de la innovación, los determinantes de la capacidad absorptiva y un vector de características de la empresa afectan a la probabilidad de realizar innovaciones de producto y/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 5.575 empresas que integran la muestra definitiva de empresas durante el período 2004-2009. Por último, la sección 5 detalla los resultados empíricos, y la sección 6 resume las principales conclusiones y expone una discusión política.

4.2. Marco conceptual

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 propósito de este epígrafe es mostrar los principales avances registrados en la interpretación analítica de la naturaleza de las actividades de I+D y su incidencia sobre los niveles de eficiencia de las empresas innovadoras.

4.2.1. Las Fuentes de la innovación

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 presenta 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 realizada 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 Nootboom (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 realizados por los actores implicados.

La deficiente asignación de I+D llevada a cabo por los mercados ocasiona una brecha entre el volumen de inversiones realizadas por las empresas y la demanda que reclama el conjunto de la sociedad. Por ello, el estudio de los incentivos que tienen las empresas innovadoras para invertir en I+D no solo tiene gran relevancia a nivel empresarial, sino que también tiene grandes implicaciones para los *policy makers* a la hora de diseñar las políticas públicas adecuadas.

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, estrategia que se conoce como la decisión de "comprar" (*buy*). Y la tercera vía consiste en establecer acuerdos de colaboración en proyectos de I+D con otros agentes (universidades, empresas, proveedores, clientes o, incluso, competidores, etc.). Existe la posibilidad de que estas tres estrategias se relacionen entre sí, mediante la sustitución, la coexistencia o la complementariedad (para más detalle, véase el capítulo 1).

4.2.2. Distancia de una empresa a la frontera tecnológica

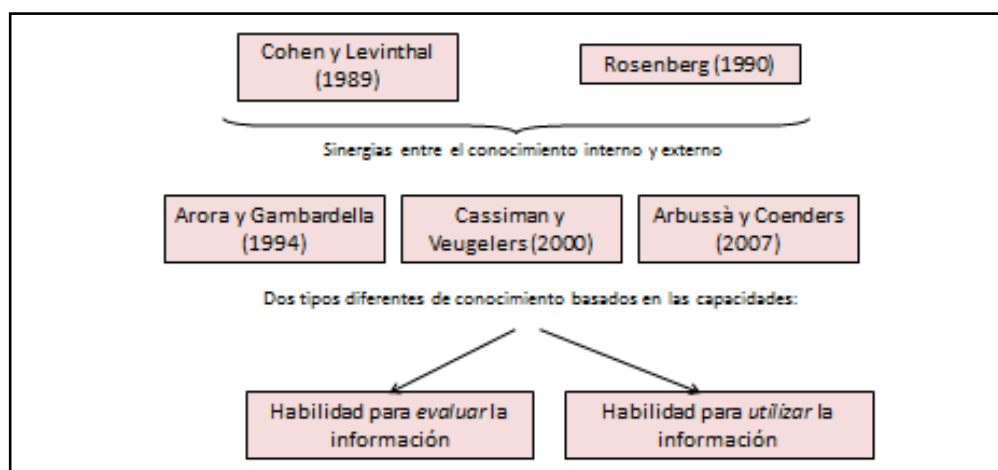
Como ya hemos visto en el capítulo 1, una de las primeras contribuciones al concepto de frontera tecnológica corresponde a Coad (2008). Este autor considera que los cuantiles más altos corresponden a las empresas líderes, las que se encuentran cerca de la frontera tecnológica, y los cuantiles más bajos, a las empresas atrasadas, es decir, a las que se encuentran lejos de ella. Él encuentra que la actividad de innovación tiene una asociación positiva fuerte con el valor de

mercado en los cuantiles más altos (correspondientes a las empresas líderes), mientras que los esfuerzos innovadores de las empresas atrasadas tienen valores menos significativos.

4.2.3. Capacidad absorptiva

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 el externo. No obstante, esta discusión no trata la multidimensionalidad del conocimiento, de modo que no explora completamente las fuentes de la sinergia.

Figura 4.3. Capacidad absorptiva



Fuente: elaboración propia

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 toma en consideración su habilidad para utilizar la información procedente de fuera de los límites de la organización. Años más tarde Cassiman y Veugelers (2000) y Arbussà 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. Estos

autores suponen que esta capacidad está relacionada con todas las actividades de innovación de las empresas (I+D, adquisición de tecnología y actividades de la fase posterior). En cambio, 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. Estos autores esperan que este tipo de capacidad absorptiva esté relacionado con las actividades de I+D, ya que el tipo más complejo de conocimiento que corresponde a estas actividades requiere destreza preexistente en el área para integrarlo con éxito.

4.3. Modelo empírico

En esta sección presentamos una propuesta empírica que sustenta el posterior trabajo empírico del estudio. Desde el trabajo seminal de Griliches en 1979, la función de producción ampliada con el capital tecnológico ha sido el marco dominante en los estudios sobre los determinantes de la I+D y los impactos de la innovación en el crecimiento de la productividad de las empresas. En el grueso de la literatura la variable dependiente es la productividad laboral, si bien en este trabajo también se utiliza la PTF como indicador más adecuado en la medición de la productividad de la empresa.

Este trabajo persigue 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 Mohnen, 2004; Kremp et ál., 2004; Griffith et ál., 2006; Mohnen et ál., 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 estudia, a partir de una función de producción Cobb-Douglas, 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 del conocimiento, los determinantes 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. El trabajo empírico clasifica las empresas

en cuatro grupos (manufacturas frente a servicios, intensivas en conocimiento frente a las de baja intensidad de conocimiento) y aplica efectos fijos por sectores (divisiones CNAE-2009) y ejercicios anuales (2004-2009). Podemos expresar la probabilidad de desarrollar una innovación por medio de la siguiente expresión:

$$inn_i^* = \beta X_i + \mu_i \quad (4.1)$$

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:

$$inn_i = \begin{cases} 1 & \text{si } inn_i^* > 0 \\ 0 & \text{si } inn_i^* \leq 0 \end{cases} \quad (4.2)$$

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 una serie de variables relacionadas con las fuentes más frecuentes que utilizan las empresas en sus procesos de innovación —la I+D interna, la adquisición externa de I+D y la cooperación en proyectos de I+D—, los determinantes de la capacidad absorptiva y una serie de variables que recogen las características individuales relacionadas con la productividad de la empresa. También se introduce un vector con variables *dummy* sectoriales para captar la heterogeneidad registrada entre los sectores y un término de error aleatorio, μ .

En la segunda etapa se recurre a las estimaciones OLS y a los métodos cuantílicos para estimar los impactos de las fuentes del conocimiento, la capacidad absorptiva y diversas características de la empresa sobre la productividad.

En un principio muchos investigadores interpretaron las actividades de I+D como un nuevo tipo de stock de capital que se acumula a través de las inversiones de I+D, pero años más tarde diversos investigadores observaron que el stock del conocimiento no solo depende de las inversiones propias de cada empresa, sino que el conocimiento es un bien de carácter no rival que permite que las empresas aprendan de los esfuerzos y las innovaciones realizados por los competidores y las empresas con las que comparten los entornos geográficos. Por ello, adoptamos una serie de supuestos que recogen las contribuciones seminales de Arrow (1962) sobre las limitaciones de la empresa innovadora para apropiarse de todos los beneficios, el potencial de la experiencia acumulada, el aprendizaje y las externalidades. Estas aportaciones abrieron un nuevo horizonte para interpretar las barreras y los incentivos de las empresas para invertir en I+D que desembocó, años más tarde, en los modelos de crecimiento endógeno que

justifican las trayectorias de crecimiento sostenido por medio de la presencia de rendimientos crecientes y de efectos externos en las funciones de producción (Romer, 1986; Lucas, 1988).

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 de las empresas innovadoras. La función de producción del tipo Cobb-Douglas, ampliada con las actividades de I+D, adoptaría una expresión como la siguiente:

$$Y_{it} = AK_{it}^{\alpha} L_{it}^{\beta} R_{it}^{\gamma} e^{\lambda\mu + \mu} \quad (4.3)$$

donde el producto de la empresa i durante el ejercicio t , Y_{it} , se obtiene por medio de dos factores "convencionales" —el trabajo, L , y el capital físico, K —, de una dotación de conocimiento o de capital tecnológico de la empresa, R_{it} , y, por último, de una tasa de progreso técnico relacionada con el perfil del sector, los *spillovers* tecnológicos y las características individuales de la empresa, A . Los parámetros α , β , γ son las elasticidades del producto respecto al capital físico, al trabajo y a la dotación de conocimiento, respectivamente. Siguiendo el trabajo de Griliches (1979), el parámetro λ captura las características de la empresa que afectan al nivel de productividad, 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 (4.3) se puede reescribir de la siguiente manera:

$$\ln\left(\frac{Y_{it}}{L_{it}}\right) = \ln(A_{i,t}) + \alpha \ln\left(\frac{K_{i,t}}{L_{i,t}}\right) + \gamma \ln(R_{i,t}) \quad (4.4)$$

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:

$$\begin{aligned} \ln(y_{i,t}) = & \delta_0 + \delta_1 \ln(IDint_{i,t}) + \delta_2 \ln(IDext_{i,t}) + \delta_3 (Coop_{i,t}) + \delta_4 CA_{i,t} + \\ & \delta_5 \ln(Tamaño_{i,t}) + \delta_6 \ln\left(\frac{K_{i,t}}{L_{i,t}}\right) + \delta_7 Grupo_{i,t} + \delta_8 \ln(CuotaMercado_{i,t}) + \delta_9 \ln(Edad_{i,t}) + \epsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (4.5)$$

Donde para cada empresa individual i en cada período del tiempo t , y es la productividad de la empresa; $IDint$, la intensidad de los gastos de I+D interna; $IDext$, la intensidad de los gastos de I+D externa; $Coop$, la cooperación; CA , la capacidad absorbente; $Tamaño$, el tamaño de la empresa; K/L , la inversión de capital físico por trabajador; $Grupo$, la pertenencia a un grupo; $CuotaMercado$, la cuota de mercado; y $Edad$, la edad. Además, tenemos que $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5, \delta_6, \delta_7, \delta_8, \delta_9$ 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 absorptiva, el tamaño, la intensidad de la inversión, la pertenencia a un grupo, la cuota de mercado y la edad, respectivamente.

A pesar del esfuerzo por dotar el trabajo empírico de un rico vector de variables explicativas de la productividad a nivel de empresas, no hay que descartar que los resultados obtenidos estén sujetos a una serie de sesgos vinculados a la propia naturaleza del panel de datos y a los problemas econométricos derivados de las funciones de producción a nivel de empresa. Observemos los obstáculos más habituales con los paneles de datos utilizados en este tipo de trabajos:

1. Los flujos de capital, tanto físico como tecnológico, pueden adoptar una naturaleza endógena, y la relación de causalidad entre las variables independientes y la variable dependiente puede ir en ambas direcciones —las entradas de capital afectan a la productividad y viceversa—. Cuando la endogeneidad es causada por la determinación simultánea de la variable dependiente y alguna variable explicativa, provoca que la correlación entre la dependiente y el término de error no sea nula (Muendler, 2004).
2. Durante la estimación de la función de producción con microdatos es habitual que determinadas variables no observables varíen dentro de la empresa a través del tiempo, lo que provoca sesgos durante el tratamiento econométrico. Para reducir este problema, algunos investigadores estiman la función de producción individual endogeneizando los cambios de productividad de la empresa (Olley y Pakes, 1996; Griliches y Mairesse, 1998).
3. Determinados factores del crecimiento de la productividad individual permanecen invariables durante el período de observación —las características sectoriales de la empresa, el entorno geográfico, el *staff* directivo, etc.—, pero están relacionados con las variables explicativas. Los efectos fijos de estos factores se recogen en el término de error de la estimación. Una solución en este caso consiste en transformar la función de producción en primeras diferencias.
4. Nuestro panel de datos tiene una dimensión temporal ($t = 6$) y un volumen de individuos y de observaciones elevado. Estos paneles de datos incurren en mayor número de las empresas. Una de las maneras de resolver este problema es el uso de los tests Arellano-Bond (1991), estimador de diferencia GMM propuesto por primera vez por Holtz-Eakin, Newey y Rosen (1988).
5. Klette y Griliches (1996) muestran que un error en las estimaciones de la función de producción se debe a un sesgo relacionado con la calidad de los datos. Este problema aparece cuando se recurre al volumen de ingresos para determinar la producción de la empresa. Los problemas de medición de las variables pueden derivar en una estimación deficiente de los coeficientes.

6. Este tipo de trabajos pueden incurrir en un potencial sesgo de selección. Esta situación podemos vincularla a las diferencias en el crecimiento y la supervivencia empresarial debido a que determinadas empresas tienen más capacidad para permanecer en los mercados a pesar de registrar niveles de productividad reducidos. Esta situación puede introducir un sesgo negativo en los parámetros de los stocks de capital físico y tecnológico (Olley y Pakes, 1996).

7. La información suministrada por el programa CIS es a menudo incompleta y presenta problemas de selección por la escasa participación de las empresas pequeñas y jóvenes. Esta evidencia puede ocasionar un sesgo de selección que incide sobre los parámetros cuando se distinguen los grupos formados por las pequeñas y las grandes empresas.

Siguiendo la propuesta de Coad (2008), Raymond et ál. (2010) y Nieto y Santamaría (2010), entre otros, para garantizar la robustez de nuestros resultados y evitar posibles problemas de endogeneidad, causalidad y/o simultaneidad, retrasaremos los determinantes de la productividad un período respecto a la variable dependiente, adoptando el siguiente modelo a estimar:

$$\begin{aligned} \ln(y_{i,t}) = & \delta_0 + \delta_1 \ln(IDint_{i,t-1}) + \delta_2 \ln(IDext_{i,t-1}) + \delta_3(Coop_{i,t-1}) + \\ & \delta_4 CA_{i,t-1} + \delta_5 \ln(Tamaño_{i,t-1}) + \delta_6 \ln\left(\frac{K_{i,t-1}}{L_{i,t-1}}\right) + \delta_7 Grupo_{i,t-1} + \\ & \delta_8 \ln(CuotaMercado_{i,t-1}) + \delta_9 \ln(Edad_{i,t-1}) + \varepsilon_{i,t-1} \end{aligned} \quad (4.6)$$

4.4. Datos

4.4.1. 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 5.575 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 período 2004-2009; 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 han experimentado una fusión o adquisición, y las empresas con 10 o más trabajadores.

4.4.2. Construcción de las variables

4.4.2.1. Productividad

La variable productividad, y , la mediremos de dos formas distintas. En primer lugar, la definiremos como las ventas por trabajador, que es como lo han hecho la mayoría de los trabajos que tratan estos temas. Y en segundo lugar, la mediremos como la productividad total de los factores¹ (PTF), ya que pensamos que esta última forma de medirla es mucho más amplia y abarca diferentes aspectos de la productividad. Aun así, tenemos que aclarar que cuando estudiemos la PTF solo lo haremos para las manufacturas, ya que no disponemos de esta información para los servicios.

Como podemos observar en la tabla 4.1.a, donde consideramos la productividad laboral, las empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica que se encuentran lejos de la frontera son más productivas que las empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica. Pero, en cambio, los papeles se invierten cuando las empresas se aproximan a la frontera, pasando a ser las empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica las más productivas. Y lo mismo pasa con los servicios (véase tabla 4.2). Las empresas que pertenecen a sectores intensivos en conocimiento son más productivas que las empresas que pertenecen a otros sectores cuando estas se encuentran lejos de la frontera, pero a medida que estas empresas se van aproximando hacia la frontera, sus productividades se invierten, pasando a ser las empresas que pertenecen a otros servicios las más productivas. En cambio, si nos fijamos en la tabla 4.1.b, donde consideramos la PTF, observamos que las empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica son más productivas que las empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica, tanto si están lejos de la frontera como si están cerca de ella.

4.4.2.2. Fuentes de la innovación

La variable intensidad de la I+D interna, ID_{int} , la definiremos como los gastos de la I+D interna por trabajador, y la variable intensidad de la I+D externa, ID_{ext} , la mediremos mediante los gastos de la I+D externa por trabajador.

¹ Véase anexo A.1 para el detalle de la construcción de esta variable.

Según nos indican las tablas 4.1.a, 4.1.b y 4.2, tanto para las empresas manufactureras como para los servicios, las empresas que se encuentran en sectores intensivos en conocimiento gastan más en I+D interna y externa por trabajador que las otras empresas. También observamos que, en general, las empresas que están más lejos de la frontera invierten menos en I+D interna y externa que las que se encuentran cerca de ella.

Tabla 4.1.a. Estadísticos descriptivos (valores medios) para el período 2004-2009 (productividad laboral)					
Empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica (11.220 observaciones)					
	10%	25%	50%	75%	90%
Productividad laboral	52.084,19	86.484,15	127.836,00	189.254,90	291.085,20
Fuentes de la innovación					
I+D interna	4.161,66	4.157,69	4.797,06	5.149,90	5.859,00
I+D externa	1.171,40	401,09	675,18	1.010,12	1.908,92
Cooperación (%)	24,35	26,43	30,09	36,19	38,80
Capacidad absorptiva externa					
MARKET	2,55	2,48	2,43	2,38	2,32
PUBLIC	3,39	3,36	3,32	3,22	3,15
OTHERS	3,02	2,97	2,91	2,86	2,78
Capacidad absorptiva interna					
INTERNAL	2,84	2,73	2,80	2,83	2,91
Características de la empresa					
Tamaño	68,60	79,89	105,15	158,38	225,11
Inversión	5.720,46	5.015,78	8.670,19	9.144,47	13.955,90
Grupo (%)	17,40	21,08	30,90	42,89	59,06
Cuota mercado (%)	0,03	0,05	0,08	0,14	0,32
Edad	19,82	24,74	25,56	29,32	32,21
Empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica (14.204 observaciones)					
	10%	25%	50%	75%	90%
Productividad laboral	44.878,43	78.096,54	117.043,50	183.802,10	305.071,40
Fuentes de la innovación					
I+D interna	1.013,14	1.503,37	1.841,37	1.869,57	2.282,46
I+D externa	228,21	359,23	382,98	425,31	510,09
Cooperación (%)	16,90	22,34	26,56	29,32	32,21
Capacidad absorptiva externa					
MARKET	2,82	2,73	2,68	2,66	2,59
PUBLIC	3,51	3,44	3,37	3,32	3,27
OTHERS	3,11	3,08	3,05	3,01	2,94
Capacidad absorptiva interna					
INTERNAL	2,79	2,81	2,81	2,86	2,89
Características de la empresa					
Tamaño	98,29	97,26	113,78	175,49	205,11
Inversión	3.029,15	5.611,11	13.225,45	14.726,60	20.074,63
Grupo (%)	11,41	17,46	26,92	39,62	50,28
Cuota mercado (%)	0,02	0,04	0,06	0,15	0,22
Edad	21,83	25,64	27,81	28,83	29,73

Fuente: PITEC
 Nota: la productividad está expresada en euros; la I+D interna, la I+D externa y la inversión están expresadas en euros por trabajador; y el tamaño está expresado en trabajadores.

Y la variable cooperación, *Coop*, es una variable binaria que distingue entre empresas que no cooperan, codificadas con un 0, y aquellas que sí que lo hacen, codificadas con un 1.

Las tablas 4.1.a y 4.1.b nos muestran cómo las empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica cooperan más que las de baja intensidad tecnológica. Además, observamos que a medida que las empresas manufactureras se aproximan a la frontera también cooperan más. Respecto a los servicios (véase tabla 4.2), podemos decir que, en general, los servicios intensivos en conocimiento cooperan más que los otros servicios. Y también observamos que las empresas que pertenecen a los servicios intensivos en conocimiento que se encuentran más lejos de la frontera cooperan más que las que se encuentran más cerca de ella. En cambio, observamos el efecto contrario en las empresas que pertenecen a los otros servicios.

4.4.2.3. Determinantes de la capacidad absorptiva

Consideraremos dos tipos de capacidad absorptiva expuestos anteriormente: el primero permite a una empresa escanear el entorno exterior, y el segundo le permite integrar en sus propias actividades el conocimiento general desarrollado en cualquier lugar.

Debido al hecho de que los *spillovers* de conocimiento no pueden ser medidos directamente, utilizamos las variables disponibles que mejor se adecuan a la definición de los dos tipos de capacidad absorptiva que acabamos de comentar.

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 los clientes y competidores; instituciones públicas (PUBLIC), que incluyen las universidades, los 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 estas preguntas implican subjetividad por parte de la empresa, creemos que ellas reflejan no tanto la extensión en la que el conocimiento está disponible en un sector, sino el uso real y la absorción por parte de la empresa.

Siguiendo también el trabajo de Arbussà y Coenders (2007), como proxy para el segundo tipo de capacidad absorptiva utilizamos 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.

Tabla 4.1.b. Estadísticos descriptivos (valores medios) para el período 2004-2009 (PTF)					
Empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica (11.220 observaciones)					
	10%	25%	50%	75%	90%
PTF	8.603,20	14.561,44	21.286,94	31.299,58	47.292,11
Fuentes de la innovación					
I+D interna	4.530,44	4.463,24	4.727,54	5.065,23	5.338,72
I+D externa	1.156,28	440,96	728,94	1.065,86	1.676,16
Cooperación (%)	25,86	27,44	31,62	36,35	38,59
Capacidad absorptiva externa					
MARKET	2,50	2,48	2,44	2,35	2,34
PUBLIC	3,34	3,35	3,24	3,22	3,20
OTHERS	2,97	2,92	2,88	2,87	2,81
Capacidad absorptiva interna					
INTERNAL	2,82	2,74	2,79	2,83	2,93
Características de la empresa					
Tamaño	79,73	85,96	109,01	170,78	236,81
Inversión	10.060,59	6.796,44	8.148,97	9.955,69	12.110,07
Grupo (%)	20,82	23,26	33,14	44,37	56,84
Cuota mercado (%)	0,04	0,05	0,08	0,16	0,32
Edad	20,60	25,19	26,34	30,44	31,75
Empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica (14.204 observaciones)					
	10%	25%	50%	75%	90%
PTF	7.071,02	12.230,05	18.194,34	28.133,60	46.396,41
Fuentes de la innovación					
I+D interna	869,02	1.477,36	1.698,42	1.841,97	2.219,87
I+D externa	202,39	334,96	363,42	370,92	486,81
Cooperación (%)	16,94	22,87	27,73	30,22	32,10
Capacidad absorptiva externa					
MARKET	2,84	2,75	2,67	2,65	2,61
PUBLIC	3,50	3,42	3,38	3,30	3,27
OTHERS	3,12	3,08	3,05	3,00	2,94
Capacidad absorptiva interna					
INTERNAL	2,78	2,80	2,83	2,85	2,88
Características de la empresa					
Tamaño	111,14	104,64	127,19	185,83	208,83
Inversión	14.104,76	9.890,43	11.239,35	13.125,56	16.644,05
Grupo (%)	13,63	19,08	28,56	41,27	50,97
Cuota mercado (%)	0,02	0,04	0,07	0,16	0,22
Edad	22,33	26,51	28,50	29,29	30,66

Fuente: PITEC

Nota: la I+D interna, la I+D externa y la inversión están expresadas en euros por trabajador, y el tamaño, en trabajadores.

Siguiendo el trabajo de Arbussà y Coenders (2007), construiremos estas variables mediante la *summated scale*. Estas variables tomarán valores de 1 a 4.

Según las tablas 4.1.a y 4.1.b, podemos decir que para las empresas manufactureras la información procedente del mercado, de las instituciones públicas y de otras fuentes es más importante que para las empresas que se encuentran cerca de la frontera tecnológica. Además, estas mismas empresas son las que tienen menos dificultad a la hora de encontrar personal cualificado.

Si nos fijamos en la tabla 4.2, en cuanto a las empresas que pertenecen a los servicios intensivos en conocimiento, la información procedente del mercado es más importante para las empresas que están más cerca de la frontera, mientras que la información procedente de las instituciones públicas y de otras fuentes es más importante para las empresas que se encuentran lejos de la frontera tecnológica. Y son también estas empresas las que tienen más dificultad para encontrar personal cualificado. Y si nos fijamos en las empresas que pertenecen a los otros servicios, observamos que la información procedente del mercado y las otras fuentes de información son más importantes 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. Y son también las empresas que están lejos las que tienen más dificultad para encontrar personal cualificado.

4.4.2.4. Características de la empresa

La variable tamaño, *Tamaño*, la definiremos como el número de trabajadores. Tal y como nos indican las tablas 4.1.a y 4.1.b, podemos decir que, en general, las empresas manufactureras aumentan su tamaño a medida que se aproximan a la frontera. Respecto a los servicios (véase tabla 4.2), no vemos ninguna tendencia clara en cuanto al comportamiento de la variable tamaño a lo largo de la distancia a la frontera.

La variable inversión, K/L , mide la inversión bruta de bienes materiales por trabajador. En general, según las tablas 4.1.a, 4.1.b y 4.2, tanto las empresas manufactureras como las que pertenecen al sector servicios invierten más cuando están más cerca de la frontera tecnológica.

La variable grupo, *Grupo*, es una variable binaria que distingue entre empresas independientes, codificadas con un 0, y aquellas que pertenecen a un grupo, codificadas con un 1. Las tablas 4.1.a, 4.1.b y 4.2 nos muestran que el hecho de pertenecer a un grupo aumenta a medida que las empresas se aproximan a la frontera, tanto las empresas manufactureras como las que pertenecen al sector servicios. También observamos que las empresas que pertenecen a sectores manufactureros con alta intensidad tecnológica se agrupan más que las empresas que pertenecen a sectores con baja intensidad tecnológica (véanse tablas 4.1.a y 4.1.b). En cambio, en general, las empresas que pertenecen a servicios intensivos en conocimiento se agrupan menos que las empresas que pertenecen a los otros servicios (véase tabla 4.2).

Tabla 4.2. Estadísticos descriptivos (valores medios) para el período 2004-2009 (productividad laboral)					
Servicios intensivos en conocimiento (3.837 observaciones)					
	10%	25%	50%	75%	90%
Productividad laboral	18.860,50	36.268,54	50.432,48	72.527,29	115.148,60
Fuentes de la innovación					
I+D interna	12.452,95	14.446,14	12.661,80	18.058,86	19.262,59
I+D externa	1.624,36	1.115,27	1.224,23	1.361,38	2.155,52
Cooperación (%)	50,13	40,97	37,43	43,59	40,97
Capacidad absorptiva externa					
MARKET	2,50	2,45	2,46	2,31	2,36
PUBLIC	2,71	2,99	3,09	3,09	3,14
OTHERS	2,59	2,78	2,79	2,78	2,82
Capacidad absorptiva interna					
INTERNAL	2,80	2,78	2,82	2,74	2,82
Características de la empresa					
Tamaño	116,85	211,63	140,06	77,97	103,72
Inversión	5.951,37	9.079,29	4.987,04	5.550,41	12.831,16
Grupo (%)	16,71	19,79	22,21	27,32	41,31
Cuota mercado (%)	0,09	0,10	0,09	0,14	0,35
Edad	12,24	12,51	12,78	13,15	13,63
Otros servicios (2.951 observaciones)					
	10%	25%	50%	75%	90%
Productividad laboral	16.025,12	36.884,13	66.058,97	139.496,70	314.079,20
Fuentes de la innovación					
I+D interna	305,91	1.691,35	845,12	1.779,94	1.009,83
I+D externa	41,51	125,07	104,42	254,22	856,25
Cooperación (%)	14,24	20,14	26,83	26,69	39,37
Capacidad absorptiva externa					
MARKET	3,11	3,03	3,14	2,96	2,68
PUBLIC	3,46	3,48	3,39	3,49	3,62
OTHERS	3,18	3,07	3,03	3,08	3,14
Capacidad absorptiva interna					
INTERNAL	3,14	3,09	3,17	3,23	3,19
Características de la empresa					
Tamaño	485,67	272,10	502,80	429,94	979,11
Inversión	1.419,14	10.799,13	9.097,10	15.672,07	38.242,48
Grupo (%)	14,58	29,86	38,21	51,76	64,48
Cuota mercado (%)	0,01	0,01	0,03	0,12	0,45
Edad	17,04	24,17	32,39	32,57	53,52

Fuente: PITEC

Nota: la productividad está expresada en euros; la I+D interna, la I+D externa y la inversión están expresadas en euros por trabajador; y el tamaño está expresado en trabajadores.

La variable cuota de mercado, *CuotaMercado*, la definiremos como las ventas de la empresa divididas por el valor de las ventas de su sector. Las ventas del sector las hemos obtenido del INE. Tal y como nos muestran las tablas 4.1.a, 4.1.b y 4.2, al igual que pasaba con la inversión por trabajador, normalmente las empresas que están más cerca de la frontera tecnológica tienen más cuota de mercado, tanto las empresas manufactureras como las que pertenecen a los servicios.

Y la variable edad, *Edad*, recoge los años transcurridos entre el ejercicio corriente y el ejercicio de constitución de la empresa. Las tablas 4.1.a, 4.1.b y 4.2 nos muestran que las empresas más

jóvenes son las que están más lejos de la frontera tecnológica y que las más viejas son las que están más cerca de ella.

A continuación mostramos una tabla resumen de las variables incluidas en el modelo con su correspondiente definición:

Tabla 4.3. Definición de las variables		
Variable dependiente		
Productividad laboral		Ventas por trabajador (en log).
Productividad total de los factores (PTF)		Ventas divididas por las cantidades de capital y de trabajo empleadas.
Variables explicativas		
Fuentes de la innovación		
I+D interna		Gastos de I+D interna por trabajador (en log).
I+D externa		Gastos de I+D externa por trabajador (en log).
Cooperación (%)		Variable dicotómica que adopta el valor 1 si la empresa tiene acuerdos de cooperación en actividades de innovación.
Determinantes de la capacidad absortiva		
Capacidad absortiva externa (Permite a una empresa escanear el entorno exterior)	MARKET	Variable que mide la importancia para la innovación de las fuentes de información del mercado, que incluye a los clientes y competidores. Esta variable toma valores de 1 a 4.
	PUBLIC	Variable que mide la importancia para la innovación de las fuentes de información de las instituciones públicas, como por ejemplo las universidades, los centros tecnológicos y otras instituciones públicas de investigación. Esta variable toma valores de 1 a 4.
	OTHERS	Variable que mide la importancia para la innovación de otras fuentes de información, como por ejemplo congresos, revistas científicas, publicaciones técnicas, ferias, exposiciones, etc. Esta variable toma valores de 1 a 4.
Capacidad absortiva interna (Permite a una empresa integrar en sus propias actividades el conocimiento general desarrollado en cualquier lugar)	INTERNAL	Variable que mide las barreras internas que dificultan la innovación de la empresa, como por ejemplo la falta de personal cualificado, la falta de información tecnológica y la falta de información sobre los mercados. Esta variable toma valores de 1 a 4.
Características de la empresa		
Tamaño		Número de trabajadores (en log).
Inversión		Inversión bruta de bienes materiales por trabajador (en log).
Grupo (%)		Variable dicotómica que adopta el valor 1 si la empresa pertenece a un grupo de empresas.
Cuota mercado (%)		Ventas de la empresa sobre el total de ventas de su sector. Las ventas del sector las hemos obtenido del INE (en log).
Edad		Variable que recoge los años transcurridos entre el ejercicio corriente y el ejercicio de constitución de la empresa.

4.5. 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 absortiva 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 la innovación, llegan a resultados ambiguos. Por ejemplo, Benavente (2006) considera que la intensidad de la I+D de las empresas manufactureras chilenas tiene un impacto negativo sobre la innovación; Ebersberger et al. (2010) hallan 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; y 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 tiene un impacto positivo sobre la productividad, mientras que el impacto es negativo en el caso de las empresas manufactureras españolas con baja intensidad tecnológica.

Los resultados de la tabla 4.4 indican que, en el caso de las empresas manufactureras —tanto las de alta intensidad tecnológica como las de baja intensidad tecnológica—, si la empresa coopera, se incrementa la importancia de la información procedente del mercado y de otras fuentes, como las conferencias, etc., por lo que la probabilidad de innovar aumenta de manera significativa.

En cuanto a las empresas que operan en los servicios intensivos en conocimiento, observamos que si la empresa aumenta los gastos de la I+D externa, coopera y considera importante la información procedente del mercado y de otras fuentes (conferencias, reuniones, ferias, congresos, etc.), entonces la probabilidad de innovar aumenta de manera significativa. Y en cuanto a los otros servicios, observamos que si la empresa coopera y considera importante la información procedente de otras fuentes (conferencias, reuniones, ferias, congresos, etc.), entonces aumenta de manera significativa su probabilidad de innovar.

Respecto a las variables relativas a las características de la empresa (tamaño de la empresa, inversión en activos físicos, pertenencia a un grupo, cuota de mercado y edad de la empresa), cabe señalar que son altamente significativas y presentan el signo esperado.

Tabla 4.4. 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
Fuentes de la innovación				
I+D interna	0,0045 (0,0029)	-0,0023 (0,0024)	-0,0123 (0,0051)**	-0,0282 (0,0059)***
I+D externa	0,0026 (0,0029)	-0,0070 (0,0026)***	0,0079 (0,0047)*	(0,0084 (0,0069)
Cooperación	0,4424 (0,0510)***	0,4186 (0,0457)***	0,5570 (0,0817)***	0,4496 (0,1055)***
Capacidad absorbtiva externa				
MARKET	-0,1699 (0,0241)***	-0,1116 (0,0222)***	-0,2877 (0,0403)***	0,0769 (0,0583)
PUBLIC	0,1619 (0,0309)***	0,2346 (0,0278)***	0,1506 (0,0515)**	0,2615 (0,0708)***
OTHERS	-0,1967 (0,0315)***	-0,2793 (0,0293)***	-0,2399 (0,0505)***	-0,2701 (0,0701)***
Capacidad absorbtiva interna				
INTERNAL	0,0263 (0,0260)	0,0290 (0,0232)	-0,0517 (0,0442)	-0,1550 (0,0630)**
Dummies sectoriales	Sí	Sí	Sí	Sí
Dummies temporales	Sí	Sí	Sí	Sí
[pseudo]R ²	0,0761	0,0709	0,1324	0,1382
Observaciones	9.821	11.200	3.253	1.832
Fuente: PITEC *Significativo al 10%; **significativo al 5%; ***significativo al 1%; errores estándar entre paréntesis				

En las tablas 4.5.a, 4.5.b y 4.6 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 4.5.a, 4.5.b y 4.6 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%).² Los parámetros de la regresión cuantílica se han calculado por medio de *bootstrapped standard errors* (200 reproducciones).³ 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 4.5.a (para la productividad laboral) y la tabla 4.5.b (para la PTF) muestran que los gastos en I+D interna tienen un impacto positivo para las empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica que están situadas lejos de la frontera tecnológica, mientras que ese impacto se vuelve negativo para las empresas que están más cerca de la frontera. En cambio,

² También en el anexo A.2 podemos encontrar los gráficos de los cuantiles de los efectos marginales de las variables incluidas en el modelo.

³ 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.

los gastos de la I+D externa siempre tienen un impacto positivo, tanto para las empresas que están lejos de la frontera tecnológica como para aquellas que están cerca. Estos resultados indican que la I+D interna y la I+D externa tienen un efecto de coexistencia para las empresas que están lejos de la frontera tecnológica y un efecto de sustitución para las empresas que están cerca de ella. Estos resultados están en la línea de trabajos como el de Segarra (2007). Lokshin et ál. (2008) consideran que la I+D interna y la I+D externa tienen un impacto positivo sobre la productividad de las empresas manufactureras, pero no clasifican estas empresas ni por intensidad tecnológica ni por si están cerca o lejos de la frontera tecnológica.

En cuanto a los factores relacionados con la capacidad absorptiva de las empresas con alta intensidad tecnológica, observamos que la importancia de la información procedente del mercado (MARKET) tiene, en general, un impacto negativo sobre la productividad para todas las empresas manufactureras; es decir, si disminuye la importancia de la información procedente del mercado, entonces disminuye la productividad de la empresa. Además, este impacto es mayor para las empresas que están más cerca de la frontera tecnológica que para las que están lejos de ella.

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 ese 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.

También observamos que la información procedente de otras fuentes (OTHERS) tiene un impacto negativo tanto sobre la productividad laboral como sobre la PTF para todas las empresas, tanto si están cerca de la frontera tecnológica como si están lejos de ella; es decir, si disminuye la importancia de la información procedente de otras fuentes, entonces disminuye la productividad laboral de la empresa.

En cuanto a la capacidad absorptiva interna (INTERNAL) podemos decir que tiene un impacto positivo tanto sobre la productividad laboral como sobre la PTF (ver tablas 4.5.a y 4.5.b). Es decir, si disminuye la dificultad de captar personal cualificado, entonces aumenta la productividad.

Estos resultados no los podemos comparar con la literatura existente ya que los trabajos hechos hasta el momento no analizan el impacto que tiene la capacidad absorptiva sobre la productividad sino que analizan como influye la capacidad absorptiva sobre la probabilidad de realizar actividades de I+D, de adquirir tecnología, etc.

Tabla 4.5.a. Regresiones cuantílicas de los determinantes de la productividad (productividad laboral)						
	OLS	Regresión cuantílica				
		10%	25%	50%	75%	90%
Empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica (8.125 observaciones)						
Fuentes de la innovación						
I+D interna	0,0025 (0,0011)**	0,0059 (0,0019)***	0,0056 (0,0013)***	0,0037 (0,0014)***	0,0046 (0,0017)	-0,0043 (0,0021)**
I+D externa	0,0066 (0,0009)***	0,0044 (0,0017)***	0,0053 (0,0011)***	0,0052 (0,0009)***	0,0060 (0,0015)***	0,0059 (0,0020)***
Cooperación	0,0111 (0,0152)	0,0027 (0,0248)	0,0014 (0,0185)	0,0147 (0,0164)	-0,0057 (0,0221)	0,0127 (0,0284)
Capacidad absorptiva externa						
MARKET	-0,0228 (0,0081)***	-0,0043 (0,0124)	-0,0089 (0,0098)	-0,0346 (0,0091)***	-0,0269 (0,0104)***	-0,0525 (0,0148)***
PUBLIC	0,0340 (0,0100)***	0,0164 (0,0153)	0,0143 (0,0127)	0,0379 (0,0118)***	0,0226 (0,0160)	0,0449 (0,0199)**
OTHERS	-0,0162 (0,0100)	-0,0198 (0,0133)	-0,0172 (0,0120)	-0,0067 (0,0126)	-0,0126 (0,0133)	-0,0297 (0,0194)
Capacidad absorptiva interna						
INTERNAL	0,0380 (0,0089)***	0,0247 (0,0146)*	0,0376 (0,0109)***	0,0403 (0,0105)***	0,0416 (0,0113)***	0,0475 (0,0196)**
Características de la empresa						
Tamaño	0,0440 (0,0077)***	0,0799 (0,0132)***	0,0767 (0,0096)***	0,0617 (0,0102)***	0,0145 (0,0122)	-0,0161 (0,0194)
Inversión	0,0101 (0,0011)***	0,0115 (0,0016)***	0,0106 (0,0014)***	0,0088 (0,0014)***	0,0093 (0,0015)***	0,0099 (0,0018)***
Grupo	0,2800 (0,0163)***	0,1990 (0,0226)***	0,2110 (0,0202)***	0,2310 (0,0197)***	0,3010 (0,0248)***	0,3420 (0,0324)***
Cuota mercado	0,1500 (0,0077)***	0,1110 (0,0069)***	0,1130 (0,0074)***	0,1150 (0,0175)***	0,2210 (0,0273)***	0,3220 (0,0843)***
Edad	0,0292 (0,0094)***	0,1090 (0,0176)***	0,0425 (0,0121)***	0,0244 (0,0126)***	-0,0012 (0,0156)	-0,0450 (0,0172)***
Dummies sectoriales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Dummies temporales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
[Pseudo]-R ²	0,2572	0,1398	0,1466	0,1418	0,1488	0,1666
Empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica (9.282 observaciones)						
Fuentes de la innovación						
I+D interna	0,0038 (0,0009)***	0,0043 (0,0015)***	0,0040 (0,0010)***	0,0047 (0,0010)***	0,0053 (0,0012)***	0,0019 (0,0016)
I+D externa	0,0015 (0,0010)	0,0001 (0,0014)	-0,0004 (0,0011)	0,0004 (0,0011)	0,0019 (0,0014)	0,0035 (0,0018)*
Cooperación	0,0176 (0,0159)	0,0682 (0,0267)**	0,0432 (0,0153)***	0,0140 (0,0166)	-0,0231 (0,0215)	-0,0038 (0,0259)
Capacidad absorptiva externa						
MARKET	-0,0020 (0,0084)	-0,0169 (0,0132)	-0,0167 (0,0075)**	-0,0087 (0,0102)	-0,0039 (0,0108)	0,0170 (0,0130)
PUBLIC	-0,0269 (0,0106)**	-0,0215 (0,0187)	-0,0113 (0,0121)	-0,0141 (0,0117)	-0,0069 (0,0149)	-0,0260 (0,0192)
OTHERS	-0,0035 (0,0104)	0,0040 (0,0154)	0,0092 (0,0115)	0,0025 (0,0119)	-0,0024 (0,0137)	-0,0077 (0,0184)
Capacidad absorptiva interna						
INTERNAL	0,0620 (0,0091)***	0,0538 (0,0127)***	0,0503 (0,0097)***	0,0543 (0,0096)***	0,0464 (0,0114)***	0,0416 (0,0160)***
Características de la empresa						
Tamaño	-0,0335 (0,0078)	0,0546 (0,0121)***	0,0232 (0,0092)**	-0,0359 (0,0099)***	-0,1130 (0,0148)***	-0,2670 (0,0219)***
Inversión	0,0089 (0,0010)***	0,0081 (0,0018)***	0,0081 (0,0010)***	0,0086 (0,0011)***	0,0080 (0,0013)***	0,0104 (0,0020)***
Grupo	0,3300 (0,0164)***	0,2140 (0,0252)***	0,2480 (0,0188)***	0,2840 (0,0173)***	0,3130 (0,0241)***	0,3100 (0,0275)
Cuota mercado	0,4480 (0,0201)***	0,2510 (0,0245)***	0,3680 (0,0396)***	0,6700 (0,0629)***	1,0440 (0,1190)***	1,8580 (0,1720)
Edad	0,0822 (0,0095)***	0,1020 (0,0130)***	0,0887 (0,0103)***	0,0742 (0,0121)***	0,0478 (0,0120)***	0,0459 (0,0173)***
Dummies sectoriales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Dummies temporales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
[Pseudo]-R ²	0,2625	0,1268	0,1304	0,1524	0,1838	0,2128

Fuente: PITEC

Nota: la I+D interna, la I+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 y 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

Tabla 4.5.b. Regresiones cuantílicas de los determinantes de la productividad (PTF)						
	OLS	Regresión cuantílica				
		10%	25%	50%	75%	90%
Empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica (8.125 observaciones)						
Fuentes de la innovación						
I+D interna	0,0015 (0,0011)	0,0051 (0,0016)***	0,0034 (0,0014)**	0,0030 (0,0015)**	-0,0012 (0,0018)	-0,0059 (0,0021)***
I+D externa	0,0059 (0,0009)***	0,0042 (0,0017)**	0,0055 (0,0012)***	0,0054 (0,0011)***	0,0051 (0,0014)***	0,0053 (0,0020)***
Cooperación	0,0141 (0,0151)	0,0088 (0,0234)	0,0037 (0,0171)	0,0092 (0,0180)	0,0164 (0,0199)	0,0057 (0,0330)
Capacidad absorptiva externa						
MARKET	-0,0226 (0,0080)***	0,0037 (0,0121)	-0,0111 (0,0097)	-0,0372 (0,0090)***	-0,0281 (0,0109)***	-0,0368 (0,0171)**
PUBLIC	0,0349 (0,0099)***	0,0148 (0,0152)	0,0176 (0,0113)	0,0380 (0,0116)***	0,0345 (0,0129)***	0,0367 (0,0210)*
OTHERS	-0,0105 (0,0098)	-0,0215 (0,0141)	-0,0154 (0,0122)	-0,0029 (0,0124)	-0,0141 (0,0140)	-0,0226 (0,0236)
Capacidad absorptiva interna						
INTERNAL	0,0354 (0,0088)***	0,0189 (0,0134)	0,0285 (0,0105)***	0,0368 (0,0100)***	0,0337 (0,0120)***	0,0511 (0,0175)***
Características de la empresa						
Tamaño	0,0236 (0,0076)***	0,0620 (0,0142)***	0,0582 (0,0087)***	0,0412 (0,0095)***	-0,0111 (0,0126)	-0,0332 (0,0204)
Inversión	0,0085 (0,0011)***	0,0096 (0,0017)***	0,0089 (0,0012)***	0,0070 (0,0013)***	0,0075 (0,0014)***	0,0080 (0,0019)***
Grupo	0,2730 (0,0162)***	0,2040 (0,0242)***	0,2070 (0,0207)***	0,2370 (0,0174)***	0,3070 (0,0244)***	0,3210 (0,0358)***
Cuota mercado	0,1460 (0,0077)***	0,1080 (0,0081)***	0,1030 (0,0067)***	0,1120 (0,0157)***	0,2140 (0,0240)***	0,3310 (0,0862)***
Edad	0,0294 (0,0093)***	0,1050 (0,0178)***	0,0435 (0,0133)***	0,0242 (0,0122)***	0,0050 (0,0137)	-0,0594 (0,0180)***
Dummies sectoriales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Dummies temporales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
[Pseudo]-R ²	0,2254	0,1387	0,1361	0,1252	0,1219	0,1313
Empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica (9.282 observaciones)						
Fuentes de la innovación						
I+D interna	0,0040 (0,0009)***	0,0044 (0,0015)***	0,0041 (0,0011)***	0,0051 (0,0011)***	0,0052 (0,0013)***	0,0022 (0,0017)
I+D externa	0,0015 (0,0010)	0,0004 (0,0015)	-0,0004 (0,0012)	0,0005 (0,0010)	0,0025 (0,0014)*	0,0035 (0,0017)**
Cooperación	0,0150 (0,0158)	0,0576 (0,0233)**	0,0453 (0,0163)***	0,0079 (0,0160)	-0,0267 (0,0194)	-0,0131 (0,0273)
Capacidad absorptiva externa						
MARKET	-0,0045 (0,0083)	-0,0174 (0,0117)	-0,0160 (0,0087)*	-0,0124 (0,0103)	-0,0059 (0,0111)	0,0109 (0,0133)
PUBLIC	-0,0246 (0,0105)**	-0,0177 (0,0164)	-0,0125 (0,0108)	-0,0133 (0,0115)	-0,0012 (0,0140)	-0,0127 (0,0194)
OTHERS	-0,0027 (0,0103)	0,0013 (0,0154)	0,0070 (0,0112)	0,0026 (0,0104)	-0,0045 (0,0137)	-0,0003 (0,0167)
Capacidad absorptiva interna						
INTERNAL	0,0603 (0,0091)***	0,0465 (0,0136)***	0,0504 (0,0119)***	0,0511 (0,0104)***	0,0430 (0,0111)***	0,0337 (0,0150)**
Características de la empresa						
Tamaño	-0,0548 (0,0079)***	0,0350 (0,0127)***	0,0054 (0,0096)	-0,0549 (0,0099)***	-0,1400 (0,0154)***	-0,0295 (0,0231)***
Inversión	0,0079 (0,0010)***	0,0072 (0,0016)***	0,0072 (0,0011)***	0,0075 (0,0012)***	0,0065 (0,0011)***	0,0097 (0,0018)***
Grupo	0,3280 (0,0163)***	0,2050 (0,0255)***	0,2500 (0,0176)***	0,2790 (0,0184)***	0,3070 (0,0230)***	0,3100 (0,0269)***
Cuota mercado	0,4520 (0,0199)***	0,2540 (0,0259)***	0,3570 (0,0420)***	0,6580 (0,0594)***	1,0950 (0,1070)***	1,954 (0,1830)***
Edad	0,0826 (0,0094)***	0,1060 (0,0143)***	0,0852 (0,0124)***	0,0765 (0,0119)***	0,0527 (0,0136)	0,0410 (0,0179)**
Dummies sectoriales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Dummies temporales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
[Pseudo]-R ²	0,2519	0,1164	0,1194	0,1417	0,1792	0,2168

Fuente: PITEC
 Nota: la I+D interna, la I+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 y 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

Y si nos fijamos en las empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica, observamos que, en general, los gastos en I+D interna y los gastos en I+D externa tienen un impacto positivo sobre la productividad —tanto sobre la productividad laboral como sobre la PTF— para todas las empresas, es decir, tanto para las empresas que están lejos de la frontera tecnológica como para las empresas que se encuentran cerca de ella. Así, estos resultados nos indican que la I+D interna y la I+D externa tienen un efecto de coexistencia.

En cuanto a los factores relacionados con la capacidad absorptiva de las empresas con baja intensidad tecnológica, observamos que la importancia de la información procedente del mercado (MARKET) tiene un impacto negativo sobre el nivel de la productividad laboral y sobre la PTF para las empresas situadas lejos de la frontera tecnológica; es decir, si disminuye la importancia de la información procedente del mercado, entonces disminuye la productividad de la empresa. En cambio, este impacto es positivo para las empresas que están cerca de la frontera tecnológica. Para estas empresas, el hecho de disminuir la importancia de la información procedente del mercado las lleva a aumentar sus niveles de productividad. En el caso de la información procedente de otras fuentes (OTHERS), pasa justo lo contrario de lo que acabamos de comentar.

Si nos fijamos en la información procedente de las instituciones públicas (PUBLIC), observamos que tiene un impacto negativo sobre la productividad; es decir, si la empresa disminuye la importancia de este tipo de información, entonces disminuye su productividad, que es justo lo contrario que pasaba con las empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica.

Y en cuanto a la capacidad absorptiva interna (INTERNAL), podemos decir que, al igual que pasaba con las empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica, tiene un impacto positivo tanto sobre la productividad laboral como sobre la PTF (véanse tablas 4.5.a y 4.5.b). Es decir, si una empresa disminuye la dificultad de captar personal cualificado, entonces aumenta su productividad.

La tabla 4.6 nos muestra los resultados de las regresiones para los servicios. En concreto, en el caso de los servicios intensivos en conocimiento, observamos que los gastos en I+D tienen un impacto negativo sobre la productividad de las empresas que se encuentran más lejos y más cerca de la frontera tecnológica. En cambio, este impacto es positivo para las empresas que se encuentran en posiciones más intermedias. Si nos fijamos en los gastos de la I+D externa, observamos que tienen un impacto negativo para las empresas que se encuentran más lejos de la frontera tecnológica. En cambio, este impacto se convierte en positivo para las empresas que se encuentran en posiciones intermedias y para las que están más cerca de la frontera tecnológica. Segarra y Teruel (2011) señalan que la I+D, tanto interna como externa, tiene un impacto positivo sobre la productividad, aunque no consideran si estas empresas están cerca o lejos de la frontera tecnológica.

Tabla 4.6. Regresiones cuantílicas de los determinantes de la productividad (productividad laboral)

	OLS	Regresión cuantílica				
		10%	25%	50%	75%	90%
Servicios intensivos en conocimiento (2.686 observaciones)						
Fuentes de la innovación						
I+D interna	-0,0019 (0,0022)	-0,0030 (0,0032)	0,0003 (0,0023)	0,0036 (0,0019)*	0,0019 (0,0033)	-0,0026 (0,0048)
I+D externa	0,0040 (0,0018)**	-0,0009 (0,0039)	0,0020 (0,0023)	0,0032 (0,0017)*	0,0083 (0,0026)***	0,0066 (0,0026)**
Cooperación	-0,0155 (0,0308)	0,0801 (0,0524)	0,0654 (0,0378)*	0,0364 (0,0262)	-0,0049 (0,0456)	-0,1090 (0,0480)
Capacidad absorptiva externa						
MARKET	-0,0459 (0,0162)***	-0,0925 (0,0326)***	-0,0602 (0,0219)***	-0,0062 (0,0171)	-0,0078 (0,0233)	-0,0280 (0,0317)
PUBLIC	0,0913 (0,0193)***	0,1380 (0,0426)***	0,0917 (0,0203)***	0,0502 (0,0188)***	0,0610 (0,0267)**	0,0898 (0,0247)***
OTHERS	0,0180 (0,0192)	-0,0036 (0,0344)	0,0208 (0,0195)	-0,0032 (0,0182)	0,0284 (0,0253)	-0,0091 (0,0327)
Capacidad absorptiva interna						
INTERNAL	0,0128 (0,0185)	0,0397 (0,0296)	0,0030 (0,0253)	0,0123 (0,0193)	-0,0026 (0,0245)	0,0003 (0,0292)
Características de la empresa						
Tamaño	0,0078 (0,0142)	-0,0047 (0,0250)	-0,0038 (0,0139)	-0,0453 (0,0159)***	-0,0364 (0,0245)	-0,0531 (0,0325)
Inversión	0,0068 (0,0022)***	0,0005 (0,0040)	0,0024 (0,0024)	0,0038 (0,0019)***	0,0067 (0,0031)**	0,0079 (0,0032)**
Grupo	0,3530 (0,0317)***	0,3010 (0,0676)***	0,2650 (0,0381)***	0,3150 (0,0334)***	0,4270 (0,0551)***	0,5270 (0,0650)***
Cuota mercado	0,1040 (0,0105)***	0,0974 (0,0230)***	0,0951 (0,0103)***	0,1330 (0,0322)***	0,1470 (0,0422)***	0,2540 (0,0509)***
Edad	0,1420 (0,0217)	0,2230 (0,0413)***	0,1230 (0,0281)***	0,1020 (0,0205)	0,1430 (0,0357)***	0,1090 (0,0390)
Dummies sectoriales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Dummies temporales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
[Pseudo]-R ²	0,2619	0,1289	0,1041	0,1140	0,1635	0,2467
Otros servicios (1.517 observaciones)						
Fuentes de la innovación						
I+D interna	-0,0001 (0,0031)	0,0002 (0,0062)	0,0021 (0,0043)	0,0036 (0,0033)	-0,0043 (0,0039)	-0,0047 (0,0036)
I+D externa	0,0093 (0,0034)***	0,0140 (0,0073)*	0,0083 (0,0038)**	0,0026 (0,0035)	0,0040 (0,0042)	0,0036 (0,0045)
Cooperación	0,0181 (0,0488)	-0,0555 (0,0967)	0,0966 (0,0588)	0,0203 (0,0572)	0,0244 (0,0556)	0,0482 (0,0594)
Capacidad absorptiva externa						
MARKET	-0,0794 (0,0282)***	-0,0002 (0,0480)	0,0133 (0,0361)	-0,0623 (0,0323)*	-0,0947 (0,0385)**	-0,0976 (0,0364)***
PUBLIC	0,0609 (0,0369)*	0,0886 (0,0744)	0,0293 (0,0450)	0,0531 (0,0383)	0,0680 (0,0455)	-0,0279 (0,0501)
OTHERS	0,0286 (0,0341)	-0,0438 (0,0577)	-0,0287 (0,0346)	0,0246 (0,0379)	-0,0072 (0,0461)	0,0217 (0,0488)
Capacidad absorptiva interna						
INTERNAL	0,0764 (0,0325)**	0,0506 (0,0492)	0,1030 (0,0367)***	0,0901 (0,0346)***	0,0790 (0,0448)*	0,0442 (0,0445)
Características de la empresa						
Tamaño	-0,2320 (0,0185)***	-0,1570 (0,0359)***	-0,0896 (0,0269)***	-0,1740 (0,0182)***	-0,3010 (0,0246)***	-0,4070 (0,0314)***
Inversión	0,0085 (0,0036)**	0,0243 (0,0085)***	0,0209 (0,0056)***	0,0079 (0,0044)*	-0,0006 (0,0052)	0,0004 (0,0049)
Grupo	0,5540 (0,0503)***	0,3760 (0,0886)***	0,3070 (0,0641)***	0,4040 (0,0511)***	0,4510 (0,0633)***	0,5050 (0,0574)***
Cuota mercado	0,6630 (0,0497)***	0,5040 (0,0840)***	0,4390 (0,0925)***	0,7220 (0,0957)***	1,0140 (0,1280)***	1,3090 (0,2300)***
Edad	0,2030 (0,0280)***	0,2380 (0,0612)***	0,1350 (0,0317)***	0,1170 (0,0297)***	0,1220 (0,0313)***	0,1050 (0,0352)***
Dummies sectoriales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Dummies temporales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
[Pseudo]-R ²	0,4817	0,2247	0,2540	0,3160	0,3550	0,3925

Fuente: PITEC

Nota: la I+D interna, la I+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 y 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

Respecto a los factores relacionados con la capacidad absorptiva, observamos que la información procedente del mercado (MARKET) y la procedente de otras fuentes (OTHERS) tienen un impacto negativo para todas las empresas, tanto si están cerca de la frontera tecnológica como si están lejos; es decir, si una empresa disminuye la importancia de la información procedente del mercado o de otras fuentes, entonces disminuye su productividad. En cuanto a la información procedente de instituciones públicas (PUBLIC), vemos que, al igual que pasaba con las manufacturas con alta intensidad tecnológica, tiene un impacto positivo sobre la productividad; es decir, si la empresa disminuye la información procedente de las instituciones públicas, entonces aumenta su productividad.

Y en cuanto a la capacidad absorptiva interna (INTERNAL), podemos decir que, al igual que pasaba con las empresas manufactureras con alta y baja intensidad tecnológica, tiene un impacto positivo tanto sobre la productividad laboral (véase tabla 4.6). Es decir, si una empresa disminuye la dificultad de captar personal cualificado, entonces aumenta su productividad.

En las empresas que pertenecen a los otros servicios (tabla 4.6), los gastos en I+D propia tienen un impacto positivo sobre la productividad de las empresas que se encuentran lejos de la frontera tecnológica, mientras que este impacto es negativo para las empresas que están cerca de ella. En cambio, los gastos en I+D externa tienen un impacto positivo sobre la productividad, tanto si las empresas están cerca de la frontera tecnológica como si están lejos. Por lo tanto, podemos decir que la I+D interna y la I+D externa tienen un efecto de coexistencia para las empresas que están lejos de la frontera tecnológica, y que este efecto es de sustitución en el caso de las empresas que están cerca de la frontera tecnológica.

Respecto a los factores relacionados con la capacidad absorptiva externa, observamos que la única variable significativa es la información procedente del mercado (MARKET). Esta variable tiene un impacto negativo sobre la productividad para las empresas que están más cerca de la frontera tecnológica; es decir, a medida que disminuye la importancia de este tipo de información, disminuye la productividad de estas empresas. Y la capacidad absorptiva interna (INTERNAL) es significativa para prácticamente todas las empresas, y su impacto es positivo sobre la productividad; es decir, a medida que las empresas disminuyen la dificultad de captar personal cualificado, aumenta su productividad.

A continuación ofrecemos dos tablas que resumen los resultados encontrados en este trabajo:

Tabla 4.7. Regresiones cuantílicas de los determinantes de la productividad (productividad laboral)

	Empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica		Empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica		Servicios intensivos en conocimiento		Otros servicios	
	10%	90%	10%	90%	10%	90%	10%	90%
Fuentes de la innovación								
I+D interna	+++	**	+++	+	-	-	+	-
I+D externa	+++	+++	+	+	-	+++	+	+
Cooperación	+	+	+++	-	+	-	-	+
Capacidad absorptiva externa								
MARKET	-	---	-	+	---	-	-	---
PUBLIC	+	+++	-	-	+++	+++	+	-
OTHERS	-	-	+	-	-	-	-	+
Capacidad absorptiva interna								
INTERNAL	+	+++	+++	+++	+	+	+	+
Características de la empresa								
Tamaño	+++	-	+++	---	-	-	---	---
Inversión	+++	+++	+++	+++	+	++	+++	+
Grupo	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++	+++
Cuota mercado	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++	+++
Edad	+++	---	+++	+++	+++	+	+++	+++

Fuente: PITEC
 * Significativo al 10%; ** Significativo al 5%; *** Significativo al 1%

Tabla 4.8. Regresiones cuantílicas de los determinantes de la productividad (PTF)

	Empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica		Empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica	
	10%	90%	10%	90%
Fuentes de la innovación				
I+D interna	+++	---	+++	+
I+D externa	++	+++	+	+
Cooperación	+	+	++	-
Capacidad absorptiva externa				
MARKET	+	**	-	+
PUBLIC	+	+	-	-
OTHERS	-	-	+	-
Capacidad absorptiva interna				
INTERNAL	+	+++	+++	++
Características de la empresa				
Tamaño	+++	-	+++	---
Inversión	+++	+++	+++	+++
Grupo	+++	+++	+++	+++
Cuota mercado	+++	+++	+++	+++
Edad	+++	---	+++	++

Fuente: PITEC
 * Significativo al 10%; ** Significativo al 5%; *** Significativo al 1%

4.6. 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 absorptiva 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 5.575 empresas durante el período 2004-2009.

Los resultados empíricos se pueden resumir como sigue. Cuando la variable dependiente es la productividad laboral de la empresa, los resultados econométricos muestran que la información procedente del mercado y la información procedente de otras fuentes son importantes para prácticamente todas las empresas, tanto si están lejos de la frontera como si están cerca de ella. En cambio, la información procedente de las instituciones públicas solo es importante para las empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica, tanto si están cerca de la frontera tecnológica como si están lejos, y para las empresas pertenecientes a los otros servicios que están cerca de la frontera tecnológica.

Y si nos fijamos en la PTF, observamos que la información procedente del mercado solo es importante para las empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica que están cerca de la frontera tecnológica y para las empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica que están lejos de ella. En cambio, la información procedente de las instituciones públicas es importante para las empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica, tanto si están cerca de la frontera tecnológica como si están lejos de ella, y no es importante para las empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica. Y la información procedente de otras fuentes es importante para todas las empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica y para las empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica que están cerca de ella.

Además, si una empresa de cualquiera de los sectores analizados disminuye la dificultad de encontrar personal cualificado, entonces obtiene mejores niveles de productividad laboral y también mejores niveles de PTF, con independencia de si la empresa se encuentra cerca de la frontera tecnológica o lejos de ella.

Por lo tanto, hemos observado que si bien la capacidad absorptiva interna se comporta igual en el caso de todas las empresas, la capacidad absorptiva externa de las empresas está en función de las características del sector al que pertenecen y de su distancia respecto a la frontera tecnológica.

Un resultado sorprendente entre las empresas que pertenecen a sectores con alta intensidad tecnológica o intensivos en conocimiento es que no perciben como un activo estratégico relevante la información procedente de las instituciones públicas, ya sea de las administraciones o de las instituciones científicas y tecnológicas. Es decir, estas empresas 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. De este resultado se desprende la conveniencia de que las instituciones públicas, y en particular las universidades y sus estructuras de transferencia, adapten los canales de transmisión de conocimiento a un entorno global más dinámico 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 de la frontera tecnológica como si se hallan lejos.

4.7 Bibliografía

- Arellano, M., Bond, S. R. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *Review of Economic Studies*. 58, pp. 277-297.
- Arbussà, A., Coenders, G. (2007). Innovation activities, use of appropriation instruments and absorptive capacity: Evidence from Spanish firms. *Research Policy*. 36, pp. 1545-1558.
- Arora, A., Gambardella, A. (1994). The changing technology of technological change: general and abstract knowledge and the division of innovative labour. *Research Policy*. 23, pp. 523-532.
- Arrow, K. J. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing. *Review of Economic Studies*. 29, pp. 155-173.
- Azevedo, J.P. (2006). GRQREG: Stata module to graph the coefficients of a quantile regression. Statistical Software Components S437001, Boston College, en <http://econpapers.repec.org/software/bocbocode/s437001.htm>
- Benavente, J.M. (2006). The role of research and innovation in promoting productivity in Chile. *Economics of Innovation and New Technology*. 15(4), pp. 301 — 315.
- Böhm, B., Gleiß, A., Wagner, M., Ziegler, D. (2002). Disaggregated capital stock estimation for Austria: methods, concepts and results. *Applied Economics*. 34, pp. 23-37.
- Cassiman, B., Veugelers, R. (2000). External Technology Sources: Embodied or Disembodied Technology Acquisition. University Pompeu Fabra, Economics and Business Working Paper No. 444.

- 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.
- Cohen, W.M., Levinthal, D.A. (1989). Innovation and learning: The two faces of R&D. *Economic Journal*. 99, pp. 569–596.
- Cohen, W.M., Levinthal, D.A. (1990). Absorptive-capacity – A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*. 35 (1), pp. 128–152.
- Crépon, B., Duguet, E., Mairesse, J. (1998). Research, innovation and productivity: An econometric analysis at the firm level. *Economics of Innovation and New Technology*. 7, pp. 115–158.
- Díaz, A. (2001). El stock de capital en la BDMORES. Valencia: IVIE.
- Ebersberger, B., Marsili, O., Reichstein, T., 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), pp. 95 — 102.
- Greene, W.H. (2003). *Econometric analysis*. (5th ed). New Jersey: Prentice Hall.
- Griffith, R., Huergo, E, Mairesse, J., Bettina, P. (2006). Innovation and productivity across four European countries. *Oxford Review of Economic Policy*. 22 (4), pp. 483-498.
- Griliches, Z. (1979). Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth. *Bell Journal of Economics*. 10(1), pp. 92-116.
- Griliches, Z. (1992). The search for R&D spillovers. *Scandinavian Journal of Economics*. 94, pp. 29–47.
- Griliches, Z., Mairesse, J. (1998). Production Functions: The Search for Identification. En Griliches, Z. *Practicing Econometrics: Essays in Method and Application*. United Kingdom: Elgar.
- Heijs, J. (2001). Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación y Política Tecnológica, WP. 24, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense, Madrid.
- Holtz-Eakin, D., Newey, W., Rosen, H.S. (1988). Estimating Vector Autoregressions with Panel Data. *Econometrica*. 56(6), pp. 1371-1395.
- Klette, T.P., Griliches, Z. (1996). The inconsistency of common scale estimators when output prices are unobserved and endogenous. *Journal of Applied Econometrics*. 11, pp. 343-361.
- Kremp, E., Mairesse, J., Mohnen, P. (2004). R&D, innovation and productivity: A new look, mimeo.
- Lokshin, B., Belderbos, R., 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), pp. 399-413.
- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22 (1), pp. 3-42.

- Mairesse, J., Mohnen, P. (2004). The importance of R&D for innovation: A reassessment using French survey data. *The Journal of Technology Transfer*. 30 (1-2), pp. 183-197.
- Máñez, J.A., Rincón, A., Rochina, M.E., Sanchos, J.A. (2005). Productividad e I+D. Un análisis no paramétrico. *Revista de Economía Aplicada*. 39, pp. 47-86.
- Mohnen, P., Mairesse, J., Dagenais, M. (2006). Innovativity: A comparison across seven European countries. *Economics of Innovation and New Technology*. 15 (4-5), pp. 391-413.
- Muendler, M. (2004). Estimating Production Functions When Productivity Change is Endogenous. CESifo Working Paper Series No. 1143.
- Nelson, R. R. (1959). The Simple Economics of Basic Scientific Research. *Journal of Political Economy*. 67(3), pp. 297-306.
- Nieto, M.J., Santamaría, L. (2010). Technological Collaboration: Bridging the Innovation Gap between Small and Large Firms. *Journal of Small Business Management*, 48(1), pp. 44-69.
- Nooteboom, B. (2002). Trust: forms, foundations, functions, Failures and Figures. Cheltenham: Edward Elgar.
- Olley, S., Pakes, A. (1996). The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry. *Econometrica*. 64, pp. 1263-1297.
- O'Mahony, M. (1993). Capital Stocks and Productivity in Industrial Nations. *National Institute Economic Review*. 145(1), pp. 108-117.
- Raymond, W., Mohnen, P., Palm, F., Schim van der Loeff, S. (2010). Persistence of Innovation in Dutch manufacturing: Is it Spurious?. *Review of Economics and Statistics*. 92, pp. 495-504.
- Romer, P.M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*. 94, pp. 1002-1037.
- Romer, P.M. (1987). Growth based on increasing returns to specialization. *American Economic Review*. 77 (2), pp. 56-62.
- Romer, P.M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*. 98, pp. S71-S102.
- Rosenberg, N. (1990). Why do firms do basic research. *Research Policy*. 19, pp. 165-174.
- Scherer, F.M. (1982). Inter-Industry Technology Flows and Productivity Growth. *The Review of Economics and Statistics*. 64(4), pp. 627-634.
- Schmookler, J. (1962). Economic Sources of Inventive Activity. *The Journal of Economic History*. 22(1), pp. 1-20.
- Schumpeter, J.A. (1934). *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Segarra, A. (2007). Innovation Sources and Productivity: A Quantile Regression Analysis. Working Paper XREAP2007-08.

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

Segarra, A., Teruel, M. (2011). Productivity and R&D sources: evidence for Catalan firms. *Economics of Innovation and New Technology*. 20(8), pp. 727-748.

Segarra, A., Teruel, M., Arauzo, J.M., Iranzo, S., Gombau, V. (2008). *Dinámica empresarial, creación de empleo y productividad en las manufacturas y los servicios españoles: un estudio a nivel de empresa*. España: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Anexos

A.1. Productividad laboral y productividad total de los factores (PTF)

La estimación del stock de capital: el método del inventario permanente

El grueso de trabajos empíricos que en el ámbito de las economías europeas se ocupan de la incidencia de las actividades de I+D sobre la productividad de las empresas innovadoras (en niveles o en tasas de variación) utilizan como *proxy* del nivel de eficiencia de la empresa su productividad laboral, es decir, el cociente entre el nivel de ventas o el valor añadido y el número de trabajadores de las empresas. Sin duda, este indicador incurre en grandes sesgos al no tomar en consideración la dotación de capital físico y tecnológico por trabajador o la participación de los consumos intermedios.

Estas limitaciones derivadas de la naturaleza de los datos del proyecto PITEC son en gran parte eliminadas a través del panel de datos que ofrece IVIE. En efecto, la fuente utilizada permite acceder a datos a nivel de empresa para el período 2004-2009, lo que facilita la obtención del stock de capital físico y, en consecuencia, la productividad total de los factores (PTF).

Para realizar un análisis de la productividad de la empresa, es necesario estimar el valor de cada uno de los componentes que intervienen en el proceso productivo. En este sentido, junto al número de trabajadores hallamos la variable correspondiente al stock de capital. Esta variable incluye el conjunto de activos durables, reproducibles y tangibles que conforman uno de los factores de producción que interviene en la creación de otros bienes y servicios. Es decir, el stock de capital incorpora activos como equipos durables de producción (maquinaria y equipos, equipos de transporte y almacenaje), construcciones industriales y comerciales, obras de infraestructura vial y energética, muebles, instalaciones y envases utilizados en las distintas actividades reproductivas, etc.

Una de las principales dificultades para establecer el valor del stock de capital, tal y como nos indica el trabajo de Segarra et ál. (2008), es su estimación. En este sentido, se han identificado dos metodologías diferentes: el método directo y el método del inventario permanente (MIP).

El método directo consiste en la realización de encuestas, censos y lecturas de balances: las respuestas de los consultados y los asientos contables determinan las valoraciones de los diferentes activos. La precisión de este método estará supeditada en cierta medida a la calidad y objetividad de las respuestas de los consultados y a la veracidad de los balances (Böhm et ál., 2002).

El método del inventario permanente (MIP), por otro lado, es un método ampliamente utilizado (Máñez et ál., 2005) que calcula el stock de capital mediante un proceso acumulativo que incorpora las inversiones brutas de cada activo y descuenta sus depreciaciones anuales. El método utilizado para estimar el stock de capital consiste en tomar el valor del stock en un año determinado para posteriormente sumar los flujos de inversión bruta y restar los montos de depreciación.

El MIP también presenta algunos inconvenientes operativos que se deben tener en cuenta:

- la homogeneidad del capital;
- la no incorporación de otros activos intangibles y no reproducibles;
- la no captación de una dinámica de obsolescencia tecnológica;
- la no prolongación de la vida útil de los activos como resultado de las reparaciones y del servicio de mantenimiento;
- la medición de la totalidad del stock existente y no solo de aquel que efectivamente se utiliza en la generación de la producción;
- la inflexibilidad de la vida útil de los diferentes activos.

A pesar de estos inconvenientes, el MIP ofrece más ventajas por su simplicidad, rapidez y operatividad. Si bien su magnitud no refleja exactamente la realidad, se aproxima a ella y capta las tendencias del stock de capital en el tiempo. Estas virtudes, unidas a las obvias dificultades de cualquier método alternativo de estimación, han hecho del MIP un método generalmente aceptado y utilizado para estimar una variable de gran significado económico como es el stock de capital físico en una economía.

Ahora bien, el stock de capital puede ser bruto o neto. El primero equivale al valor del capital disponible para el uso productivo (se supone que la productividad del activo se mantiene constante durante el período de vida del bien), mientras que el segundo incorpora la depreciación del stock de capital. Existe un gran debate respecto a si, para estimar la productividad, resulta más adecuado el stock de capital bruto o el neto. O'Mahony (1993) habla de tres tipos de aproximaciones. En cualquier caso, la distinción entre uno y otro depende de si el paso del

tiempo disminuye la capacidad de producir de los bienes de equipo.

En nuestro caso, la estimación del stock de capital a través de los datos de PITEC se aproxima para cada empresa mediante el valor del capital neto a coste de reemplazamiento, calculado como la diferencia entre el valor del capital bruto a coste de reemplazamiento y su correspondiente depreciación. Consideramos como valor del capital inicial el del primer año disponible para la empresa. El stock de capital se calcula utilizando la fórmula de inventario permanente de adelante hacia atrás, a partir de los valores para el stock de capital calculados desde la primera observación de la empresa para el período 2003-2009. La fórmula de inventario permanente es la siguiente:

$$K_{i,t} = K_{i,t-1} (1 - \delta) \frac{P_t}{P_{t-1}} + I_{i,t}$$

donde $K_{i,t}$ es el stock de capital neto en el período t , I es la inversión en bienes de equipo realizada por la empresa (calculada como la diferencia del inmovilizado material entre dos períodos), δ es la tasa de depreciación de los bienes de equipo (se aplica una tasa de depreciación general del 6%⁴) y P_t corresponde a los índices de precios para bienes de equipo publicados por el INE.

En este trabajo se recurre a la base de datos PITEC. Esta base de datos no ofrece información del stock de capital de la empresa. Por este motivo, nosotros utilizamos la información que ofrece el IVIE del stock de capital por sector.

Entonces tenemos $\frac{Y}{L}$ a nivel de empresa y $\frac{K}{L}$ a nivel de sector. Además, sabemos que $\frac{Y}{L} = \frac{K}{L} * \frac{Y}{K}$. Por lo tanto, si tenemos Y a nivel de empresa, podemos deducir K a nivel de empresa. Y entonces, si tenemos K inicial a nivel de empresa, podemos calcular toda la serie también a nivel de empresa.

La productividad del trabajo y del capital y la productividad total de los factores (PTF)

El concepto de "productividad" alude a la relación entre la cantidad producida y los medios empleados durante el proceso de producción. Por lo tanto, los indicadores de productividad pueden ser muy variados, en función de la medida de producción y de los factores utilizados para calcular dicha relación. En general, podemos disponer de dos medidas distintas de la productividad, según se refieran a un solo factor de producción (indicadores simples de productividad) o a varios factores de producción (indicadores compuestos de productividad). En este apartado ofrecemos evidencia empírica sobre tres medidas de la productividad: dos simples (la productividad aparente del trabajo y la productividad aparente del capital) y una compuesta (la productividad total de los factores o PTF).

⁴ La tasa de depreciación del stock de capital físico del conjunto de la economía en los estudios aplicados sobre crecimiento y convergencia adopta a largo plazo valores entre el 3-4%. Estos valores son mucho más reducidos que las tasas aplicadas a nivel sectorial, que oscilan en torno al 6-7%. Según Díaz (2001), para la estimación del stock de capital físico a escala individual se aplica una tasa de depreciación del 6% anual en las empresas manufactureras y del 8% en los servicios.

La base teórica de los indicadores de productividad es la función de producción, que, como es sabido, nos indica cuál es la cantidad de producción que se puede obtener con distintas combinaciones de factores productivos. En general, la función de producción relaciona una medida de producción —el volumen total de ventas o el valor añadido— con los factores de producción más habituales —trabajo, capital y consumos intermedios—. La información disponible en PITEC e IVIE permite obtener una función de producción individual en términos de ventas que estará determinada por la participación de los factores primarios (capital y trabajo) y por el nivel de eficiencia de la empresa. A partir de esa función de producción obtenemos las medidas de productividad que se presentan en la tabla A.1.1.

Tabla A.1.1. Medidas de productividad	
	Nivel
Productividad del trabajo	Y/L
Productividad del capital	Y/K
Productividad total de los factores	Y/F' (K,L)

Nota: F' es una función que agrega las cantidades de capital y de trabajo empleadas. La estimación no paramétrica de Olley y Pakes para toda la muestra (incluyendo, eso sí, efectos temporales y sectoriales fijos) arroja coeficientes del trabajo y del capital de 0,863 y 0,157, respectivamente.

A continuación la siguiente tabla nos ofrece las diferentes medidas de productividad para el período 2004-2009:

Tabla A.1.2. Medidas de productividad (media)			
	Productividad del trabajo	Productividad del capital	Productividad total de los factores (PTF)
Empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica			
2004	211.082,20	6,86	35.428,59
2005	207.305,90	6,83	34.804,63
2006	225.551,20	10,32	36.987,83
2007	236.793,00	9,97	38.477,79
2008	230.635,50	6,48	36.757,32
2009	200.477,70	5,45	31.681,50
Empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica			
2004	213.651,10	2,89	34.473,74
2005	209.783,20	2,74	32.506,30
2006	226.570,20	2,85	34.142,36
2007	229.863,50	2,89	34.772,03
2008	232.163,80	2,84	35.089,34
2009	195.030,10	2,39	29.385,92

Fuente: PITEC e IVIE

Descomposición de la productividad del trabajo

El crecimiento de la productividad del trabajo puede analizarse mediante su descomposición en los factores que han contribuido a su crecimiento: crecimiento del factor trabajo, crecimiento del factor capital y progreso técnico. Para ello, utilizaremos la función de producción, que establece una relación tecnológica entre el producto y los factores empleados para su obtención.

En particular, siguiendo la teoría económica, consideremos una función de producción de tipo Cobb-Douglas con rendimientos constantes:

$$Y = AL^\alpha K^{1-\alpha}$$

donde Y en nuestro caso son las ventas de la empresa en un año cualquiera, K es el stock de capital, L es el número de trabajadores, A representa la tecnología y α es la elasticidad de las ventas respecto al empleo. De esta expresión se obtiene la productividad del trabajo (Y/L) como:

$$\frac{Y}{L} = A \left(\frac{K}{L}\right)^{1-\alpha}$$

donde (K/L) representa el capital por trabajador.

Esta última expresión puede reformularse calculando el crecimiento anual acumulativo de los tres componentes que aparecen en ella (la productividad del trabajo, el progreso técnico y el capital por trabajador) en el período 2004-2009:

$$\Delta\% \left(\frac{Y}{L}\right)_{2004-2009} = \Delta\% (A)_{2004-2009} + (1-\alpha) \Delta\% \left(\frac{K}{L}\right)_{2004-2009}$$

donde $\Delta\%$ representa el incremento porcentual y, como se ha señalado anteriormente, α es la elasticidad de las ventas respecto al empleo.

Así pues, la expresión anterior indica que la tasa de crecimiento de la productividad puede descomponerse en dos factores: el progreso técnico o el crecimiento porcentual de la A y el crecimiento de la relación capital por trabajador —multiplicada por la elasticidad del producto respecto al capital, $(1-\alpha)$ —.

Obsérvese que en esta última expresión solo son conocidas las ratios Y/L (productividad del trabajo) y K/L (capital por trabajador), así como α . Así pues, y siguiendo el procedimiento habitual en la literatura empírica sobre el crecimiento económico, la tasa de crecimiento de la

PTF ha de obtenerse de manera residual (el denominado “residuo de Solow” o productividad total de los factores, PTF).

Tabla A.1.3. Descomposición del crecimiento de la productividad del trabajo, 2004-2009			
Empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica			
	Δ Productividad por trabajador	Δ Capital por trabajador	Δ PTF
2005	5,44	1,37	4,07
2006	6,14	1,26	4,88
2007	6,01	2,14	3,87
2008	-0,85	1,84	-2,69
2009	-9,05	1,90	-10,95
2004-2009	1,55	1,74	-0,19
Empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica			
	Δ Productividad por trabajador	Δ Capital por trabajador	Δ PTF
2005	2,71	0,80	1,91
2006	6,33	1,40	4,93
2007	3,09	1,76	1,33
2008	-1,22	1,59	-2,81
2009	-9,33	1,41	-10,74
2004-2009	0,34	1,46	-1,12

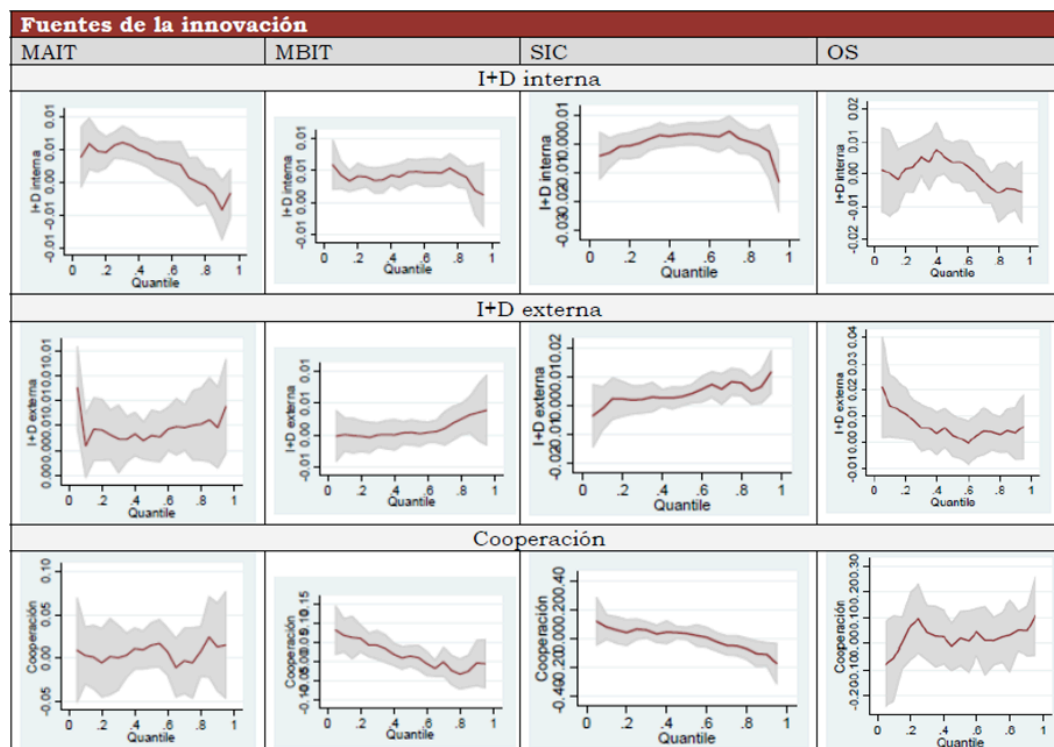
Fuente: PITEC e IVIE

La anterior tabla ofrece los resultados obtenidos de realizar esta descomposición, a partir de la ecuación anterior, para el período 2004-2009. En concreto, observamos que la productividad por trabajador de las empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica va creciendo desde el inicio del período hasta alcanzar su máximo (6,14%) en el año 2006. A partir de ese momento empieza a decrecer hasta alcanzar su mínimo (-9,05%) en el año 2009. La productividad por trabajador de las empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica también alcanza su máximo en el año 2006 (6,33%). Durante los años 2008 y 2009 va decreciendo, llegando a su valor mínimo (-9,33%) en el año 2009. También observamos que, en general, el crecimiento del progreso técnico tiene una mayor influencia sobre el crecimiento de la productividad por trabajador que el crecimiento del capital por trabajador.

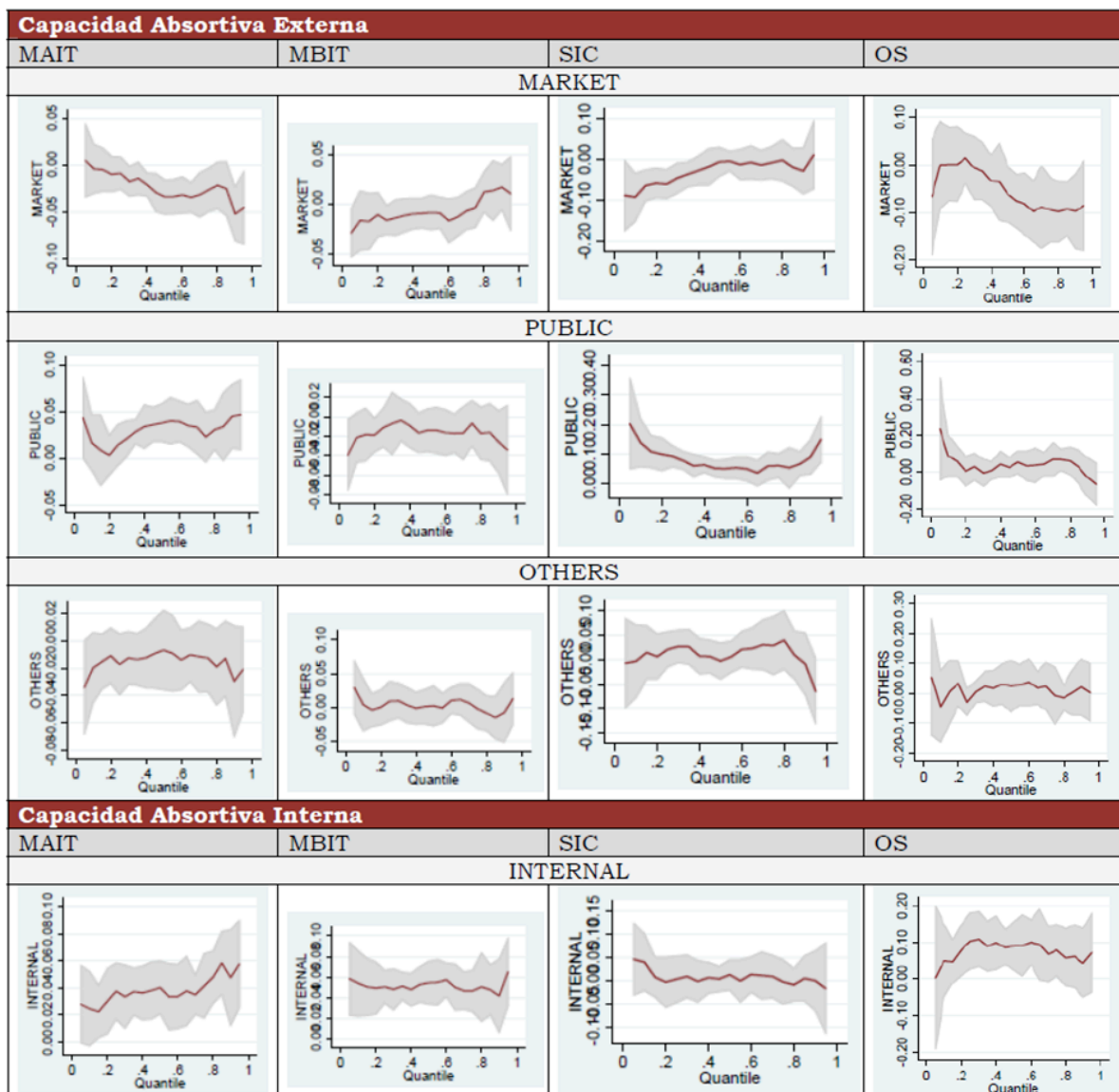
A.2. Efectos marginales de las diferentes variables incluidas en el modelo sobre la productividad a través de los diversos cuantiles

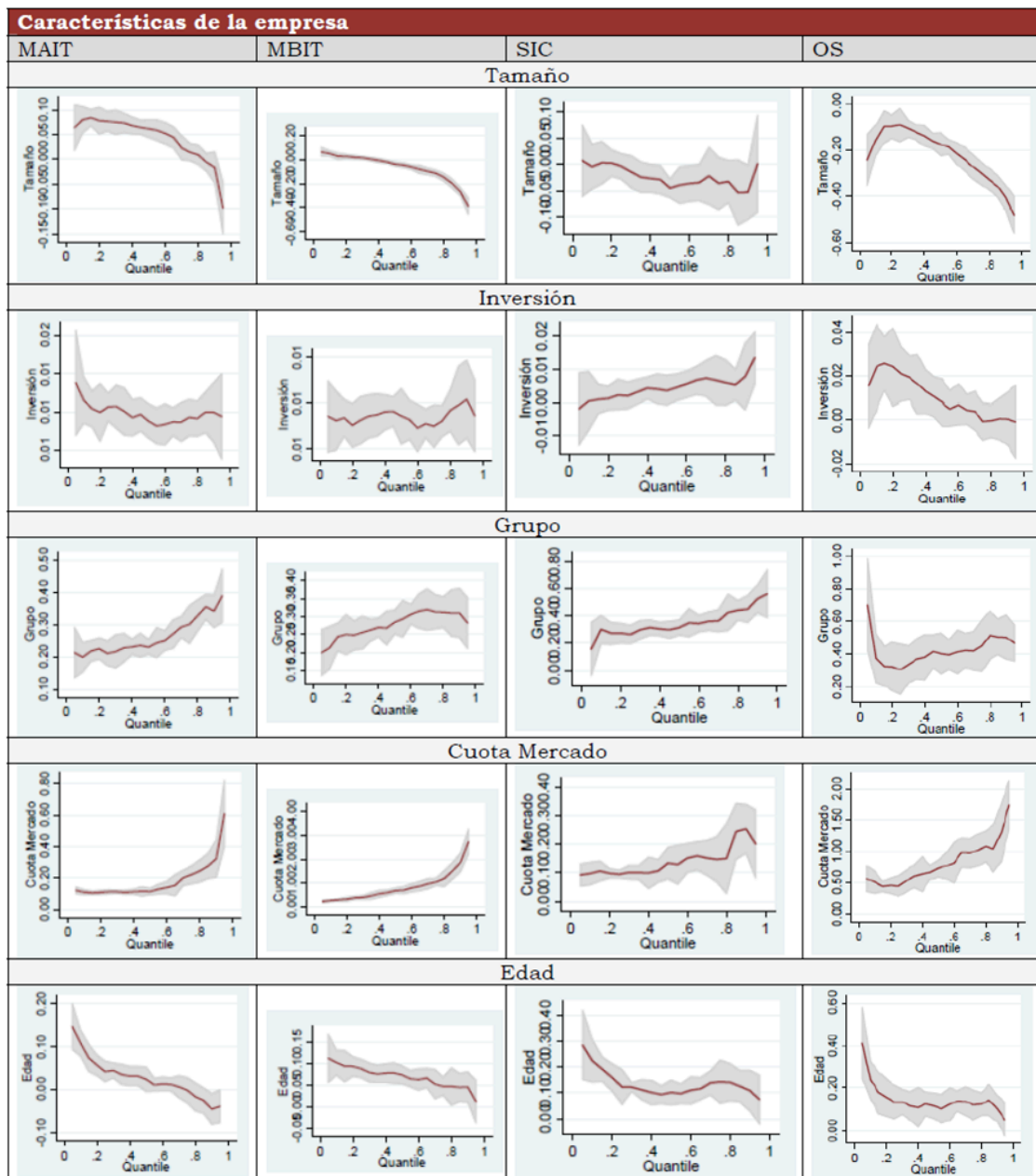
Los siguientes gráficos muestran los coeficientes de las diferentes variables incluidas en el modelo para los 90 cuantiles, distinguiendo entre empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica (MAIT), empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica (MBIT), servicios intensivos en conocimiento (SIC) y otros servicios (OS). Los respectivos valores están conectados mediante una línea roja con un intervalo de confianza estimado del 95%.⁵ Y el área

sombreada destaca la mayor heterogeneidad de los coeficientes entre los valores extremos de la distribución de productividad.



⁵ Las estimaciones se han realizado en Stata y los gráficos, utilizando el módulo de Stata "grqreg" (Azevedo, 2006).





CAPÍTULO 5:

INNOVAR O IMITAR: ¿IMPORTA LA DISTANCIA A LA FRONTERA TECNOLÓGICA Y LA CAPACIDAD ABSORTIVA DE LAS EMPRESAS?

5.1. Introducción

5.2. Marco conceptual

5.2.1. Estrategias de innovación e imitación

5.2.2. Distancia a la frontera tecnológica

5.2.3. Capacidad absorptiva

5.2.4. Modelo teórico

5.3. Modelo empírico

5.4. Datos

5.4.1. Muestra

5.4.2. Construcción de las variables

5.4.2.1. Variable dependiente: imitación/innovación

5.4.2.2. Variables independientes: fuentes de la innovación

5.4.2.3. Variable independiente: distancia a la frontera tecnológica

5.4.2.4. Variables independientes: determinantes de la capacidad absorptiva

5.4.2.5. Variables independientes: características de la empresa

5.4.2.6. Estadísticos descriptivos

5.5. Resultados

5.6. Conclusiones

5.7 Bibliografía

5.1. Introducción

La naturaleza de las innovaciones que llevan a cabo las empresas es heterogénea y compleja. Por ello, en los últimos años muchos investigadores se han esforzado en la comprensión de la innovación a nivel corporativo. La teoría moderna del proceso de innovación puede remontarse a las ideas de Joseph Schumpeter (1934), que vio en la innovación la principal fuerza para transformar las economías de mercado. De acuerdo a la teoría de Schumpeter, los emprendedores continuamente introducen productos o procesos nuevos al mercado y pueden disfrutar de los beneficios asociados a estas novedades durante un tiempo, hasta que son desplazados por los siguientes innovadores exitosos en un proceso de “destrucción creativa”.

Schumpeter distinguió tres fases o etapas en el proceso de innovación por el cual un producto o proceso nuevo o mejorado impregna en el mercado (Jaffe et al., 2003). La invención es el primer paso en el desarrollo de un producto o proceso científicamente o tecnológicamente nuevo. La mayoría de invenciones podrían ser patentadas como una forma de proteger los ingresos futuros. El segundo paso es la innovación, la cual implica la comercialización de la invención. Los pasos de la invención y la innovación se llevan a cabo a través del proceso de la I+D. Finalmente, el tercer paso es la imitación, en término de difusión de innovaciones¹.

Las empresas que se dedican al desarrollo de nuevas tecnologías, ya sea fabricando nuevos productos, mejorando el rendimiento de los productos existentes o abaratando los procesos de producción, tienen que hacer frente a las dificultades de apropiarse del fruto completo de su esfuerzo innovador. Aquí los problemas de apropiabilidad destacados por Arrow (1962) pusieron de manifiesto la complejidad de las actividades de I+D y de innovación para el balance apropiado entre el riesgo inherente a la investigación de cara a innovar y el atractivo de adoptar un perfil bajo más centrado en la imitación y el aprovechamiento del esfuerzo realizado por las empresas líderes en la carrera tecnológica.

Es sabido por todos que la innovación requiere experimentación, inversión especulativa, fracaso y riesgo. Si la innovación no estuviera asociada al riesgo, todas las empresas la practicarían y obtendrían resultados favorables. Cuando la innovación obtiene resultados positivos empuja hacia delante la frontera tecnológica existente, y ofrece una ventaja al innovador en forma de conocimiento privilegiado sobre nuevos productos o nuevas técnicas de producción. No obstante, la innovación también es una actividad incierta que requiere grandes inversiones, pero que en muchos casos ofrece beneficios modestos. Las empresas más experimentadas saben cuándo hay que dar una oportunidad a la innovación, pero también saben cuándo tomar el camino menos glamuroso, si bien menos arriesgado, de la imitación. A menudo escoger una estrategia de I+D no se basa solo en decidir cuánto invertir, sino también en cómo, cuándo y con quién invertir.

¹ La teoría de Joseph Schumpeter (1934) ha sido corroborada por las siguientes contribuciones tanto teóricas como empíricas (para una revisión, ver Hall et al., 2010).

Incluso después de hacer un importante descubrimiento, una empresa normalmente tiene que invertir mucho en desarrollar el producto. Además, convertir el concepto de un producto en un conjunto de procedimientos y rutinas exitosos también supone costes y dificultades. Por lo tanto, puede existir un considerable desfase temporal entre el momento del descubrimiento de una innovación valiosa y su conversión en éxito comercial.

Las empresas invierten importantes recursos en actividades de I+D para descubrir los productos mejorados cualitativamente y capturar los beneficios asociados. Esto funciona como una señal para otras empresas —las imitadoras—, que irrumpen en la industria o sector con la esperanza de compartir los beneficios (con el resultado de que las ventajas de la empresa que ha innovado se erosionan rápidamente). Este “enjambre” de imitadores implica que el crecimiento del sector o industria donde se da la innovación sea bastante alto durante un tiempo. Sin embargo, más pronto o más tarde los efectos del crecimiento (creados por la innovación) se agotarán y el crecimiento será más lento. Cuando los emprendedores no pueden apropiarse de todo el valor que crean, tienden a invertir menos en la experimentación necesaria para el descubrimiento de nuevas oportunidades, y en consecuencia el proceso de diversificación productiva y desarrollo del sector privado se estanca.

Una empresa sigue una estrategia de imitación cuando sale al mercado con una copia o una adaptación del producto original e innovador. No obstante, la estrategia de imitación de productos no debe entenderse como una estrategia secundaria frente a la de innovación: hay situaciones propicias para ella. Así, algunas empresas hacen de la imitación su estrategia básica, esto es, esperan al lanzamiento de un nuevo producto para llegar al mercado una vez superados los errores cometidos por el innovador.

La imitación es una práctica frecuente entre las empresas innovadoras. De hecho, ¿quién no imita? Para una muestra de empresas manufactureras norteamericanas, Tilton (1971) observó que el tiempo transcurrido entre el descubrimiento inicial de las innovaciones realizadas por las empresas americanas fabricantes de semiconductores y la primera producción comercial llevada a cabo por sus homónimas japonesas fue de media un año. Años más tarde, Mansfield et ál. (1981) observaron que al menos el 60% de las patentes propiedad de un grupo de empresas norteamericanas habían sido objeto de imitación durante los cuatro años posteriores al registro de la patente. Y Levin et ál. (1984) observaron que incluso las principales innovaciones patentadas podían ser imitadas en tres años o en un período superior en más de la mitad de las 129 líneas de negocio cubiertas.

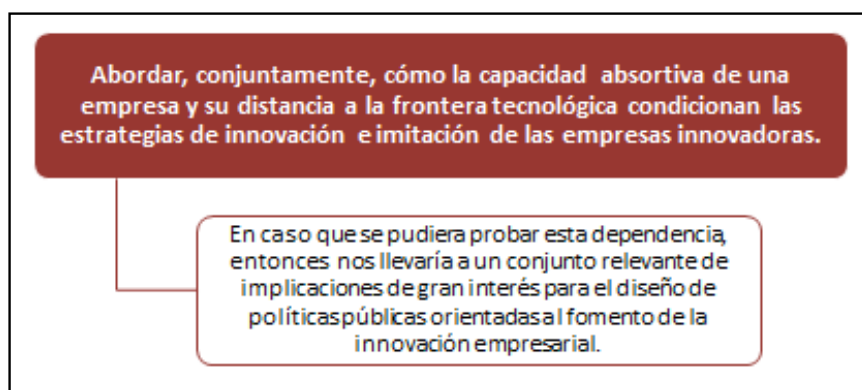
En términos generales, los costes de desarrollo en los que incurre el imitador son más bajos que los del innovador. Mansfield et ál. (1981) mostraron que los costes de las imitaciones alcanzan en

promedio el 65% de los costes de las innovaciones. Por su parte, Levin et ál. (1984) observaron que en el 80% de las líneas de negocio estudiadas, los costes de realizar una imitación se situaron por debajo del 75% de los registrados por las empresas que llevaron a término las innovaciones originales.

Los estudios existentes dedicaron gran atención a la comparación directa entre la estrategia de innovación frente a la de imitación para valorar las diferencias en el comportamiento entre unas empresas y otras —por ejemplo, Urban et ál. (1986), Bolton (1993), Bowman y Gatignon (1996), Robinson y Min (2002), entre otros—. No obstante, dado que tanto la estrategia de innovación como la de imitación son viables teóricamente, confiamos en la evidencia empírica para predecir qué estrategia es más efectiva. En este trabajo la distancia de una empresa a la frontera tecnológica y su capacidad absortiva serán los dos factores que centrarán nuestra atención.

El objetivo principal de este trabajo consiste en abordar conjuntamente cómo la distancia de una empresa a la frontera tecnológica y su capacidad absortiva condicionan las estrategias de innovación e imitación de las empresas innovadoras españolas. Qué duda cabe que de los resultados empíricos que se obtengan en este ejercicio pueden derivarse un conjunto relevante de implicaciones de gran interés para el diseño de políticas públicas orientadas al fomento de la innovación empresarial.

Figura 5.1. Objetivo



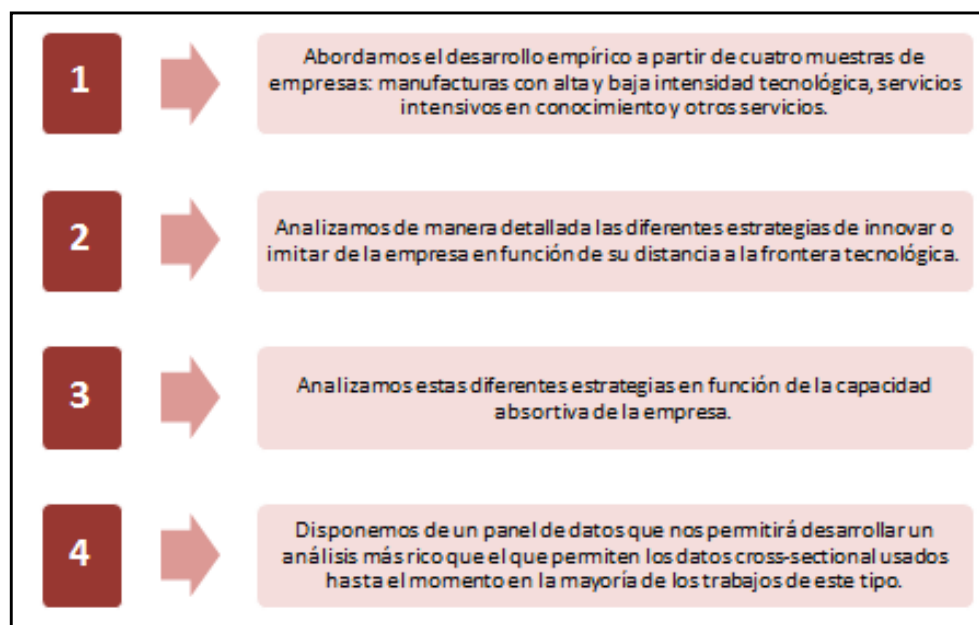
Fuente: elaboración propia

Para ello se utiliza un modelo probit ordenado. Este modelo es más adecuado que las técnicas de regresión utilizadas mayoritariamente en este tipo de análisis, ya que la naturaleza ordinal de la variable dependiente representa la intensidad del esfuerzo innovador de la empresa.

La fuente de datos utilizada en este trabajo es una fuente exhaustiva que nace gracias a la cooperación entre el Instituto Nacional de Estadística (INE) y la Fundación para la Innovación Tecnológica (COTEC), bajo el nombre de Panel de Innovación Tecnológica (PITEC). Este panel de datos contiene datos a nivel de empresa y parte de una metodología de recogida relativamente consistente en un buen número de períodos. 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 doce mil empresas para el período 2004-2009.

Las principales aportaciones del trabajo se pueden sintetizar en cuatro. En primer lugar, abordamos el desarrollo empírico a partir de cuatro grupos 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, analizamos las diferentes estrategias en función de su distancia a la frontera tecnológica. En tercer lugar, estudiamos de manera detallada estas diferentes estrategias de innovar o imitar de la empresa en función de la capacidad absorptiva de la empresa. Y en cuarto lugar, disponemos de un panel de datos que nos permitirá un análisis más rico que los llevados a cabo hasta la fecha a partir de datos de sección cruzada.

Figura 5.2. Aportaciones



Fuente: elaboración propia

Los resultados muestran que las empresas manufactureras y las que pertenecen a los otros servicios que más se aproximan a la frontera tecnológica son las que tienen más probabilidad de innovar. Además, cuando las empresas encuentran barreras para acceder a la información externa ven reducida su capacidad para innovar y las empresas manufactureras y las que pertenecen a los servicios intensivos en conocimiento que se enfrentan a mayores dificultades para contratar a personal cualificado experimentan una menor capacidad para innovar.

El resto del capítulo se distribuye en cinco secciones: la sección 2 revisa la literatura, la sección 3 presenta el modelo a analizar, la sección 4 muestra el conjunto de datos y describe las variables utilizadas en el modelo, la sección 5 presenta los resultados empíricos y la sección 6 resume las principales conclusiones y expone una discusión política.

5.2. Marco conceptual

5.2.1. Estrategias de innovación e imitación

En los últimos tiempos la investigación sobre la orientación estratégica de la innovación ha ganado más atención en la literatura (Atuahene-Gima y Ko, 2001), y prácticamente no hay evidencia de su efecto sobre el comportamiento de la empresa.

En general, la literatura distingue entre orientación hacia la innovación y orientación hacia la imitación (Zhou, 2006). En la orientación hacia la innovación, las empresas invierten mucho en I+D y aspiran a ser las primeras en llevar el producto innovador al mercado (Schnaars, 1994; Green et ál., 1995; Lieberman y Montgomery, 1998). La literatura llama a estas empresas pioneras del mercado (Robinson y Fornell, 1985; Mascarenhas, 1992; Robinson et ál., 1992; Manu, 1992; Ali et ál., 1995; Bowman y Gatignon, 1996; Lieberman y Montgomery, 1998; Atuahene-Gima y Ko, 2001). Las empresas pioneras del mercado podrían beneficiarse de su situación de diferentes formas.

Para Kerin et ál. (1992), Lieberman y Montgomery (1998) y Munuera y Rodríguez (2007), entre otros, los factores que determinan las ventajas de las empresas innovadoras se agrupan en dos categorías; por una parte, los factores propuestos por la economía industrial (a nivel de negocio) y, por otra, los basados en las teorías del comportamiento del consumidor (a nivel de producto o marca). No obstante, resulta complicado separar empíricamente las ventajas asociadas a las barreras de entrada de las ventajas asociadas al comportamiento de los consumidores, ya que seguramente ambos tipos de ventajas están correlacionados (Denstadli et ál., 2005).

El principal argumento que desde la economía industrial se utiliza para justificar la presencia de dichas ventajas es el de las barreras de entrada a los nuevos competidores. La

existencia de una barrera a la entrada implica que una empresa que no está presente en el mercado, para poder competir de forma eficiente con la pionera, necesita invertir recursos adicionales a los que tendría que haber invertido en el caso de que hubiese entrado con anterioridad. Entre las principales barreras cabe señalar las siguientes (Gilbert y Birnbaum-More, 1996 y Lieberman y Montgomery, 1998):

- El disfrute de economías de escala.
- Las patentes u otros derechos de propiedad industrial.
- El acceso preferente a recursos estratégicos (como recursos naturales u otros materiales de suministro, localizaciones privilegiadas para la fabricación o distribución o personal cualificado).
- El coste económico del cambio de proveedor debido a la existencia de cláusulas contractuales o a la inversión en activos complementarios por parte de los compradores.

Desde las teorías del comportamiento del consumidor, las fuentes de ventajas competitivas están relacionadas con aspectos cognitivos, afectivos y de comportamiento. Entre ellas cabe señalar las siguientes (Carpenter y Nakamoto, 1989; Kerin et ál., 1992; Kardes et ál., 1993; Alpert y Kamins, 1995):

- La mayor probabilidad de reconocimiento, recuerdo y consideración de las marcas innovadoras.
- La posibilidad de influir en la identificación de los atributos importantes, en su valoración y en el establecimiento de un estándar de producto con el que sucesivas marcas van a ser comparadas. La empresa innovadora tiene la oportunidad de elaborar unos estándares —calidad, precio, garantía, canales de distribución, servicio posventa...— y, en definitiva, un prototipo de producto que responda a sus puntos fuertes.
- Las creencias favorables y la imagen positiva de las marcas innovadoras, que recogen el reconocimiento del mercado porque se les atribuye una cierta preocupación por la mejora de los productos y servicios que ofrecen.
- La percepción del riesgo asociado al cambio de marca y la existencia de costes de cambio de proveedor, que favorecen a aquellas marcas que logran que los consumidores realicen una prueba satisfactoria de su producto. La mayoría de los consumidores solo se verán motivados a comprar otras marcas ante la perspectiva de un producto mejor o de un precio más barato, pero no se arriesgarán ante un producto aparentemente igual.
- La oportunidad para elegir el posicionamiento ideal; las marcas imitadoras, si desean diferenciarse, se verán obligadas a adoptar una posición inferior.

No obstante, la innovación no es la única opción para introducir un producto en el mercado. Debido a que solo puede haber un pionero en cada mercado de producto, la imitación continúa siendo una estrategia viable y más común que la innovación (Kerin et ál., 1992; Golder y Tellis, 1993; Schnaars, 1994). Una empresa sigue una estrategia de imitación cuando sale al mercado con un producto copiado o adaptado del producto original e innovador. La literatura ha etiquetado las empresas con una orientación hacia la imitación como “seguidoras” (Robinson y Fornell, 1985; Mascarenhas, 1992; Robinson et ál., 1992; Manu, 1992; Ali et ál., 1995; Bowman y Gatignon, 1996; Lieberman y Montgomery, 1998; Atuahene-Gima y Ko, 2001).

Según Munuera y Rodríguez (2007), entre otros, la imitación puede presentar diferentes grados, entre los que destacaremos los siguientes:

Copias ilegales o falsificaciones. Son imitaciones que se venden a un precio muy inferior al del producto original y con la misma marca, al amparo del prestigio conseguido por el auténtico. Los compradores pueden ser conscientes o no de este engaño, que en cualquier caso causa un gran daño a la imagen de la marca original. Es una forma de actuación que ha desprestigiado notablemente la estrategia de imitación.

Copias legales de los productos competidores. Se trata de copias de los productos originales que son puestos a la venta por otros fabricantes con otra marca. Aunque para cada caso específico la legalidad debe dirimirse en los tribunales, nada hay en principio que las convierta en ilegales. Su mayor ventaja sobre el producto original y la principal razón de su éxito es el precio.

Imitaciones innovadoras. Son imitaciones que tratan de adaptar un producto existente —generalmente ya consolidado— a una nueva o diferente necesidad del mercado. Estas adaptaciones a un contexto específico suelen incorporar cierto grado de creatividad. A veces se copian elementos accesorios de un producto, tales como el estilo, el envase, el diseño, etc., y se innova en aspectos tecnológicos, o, por el contrario, se copia la tecnología y se innova en las características añadidas del producto.

Imitaciones superiores o productos con tecnología más avanzada. Los productos que se lanzan por vez primera al mercado incurren en un elevado riesgo; en tales casos los problemas que presentan pueden ser utilizados por otro u otros productores para lograr un avance significativo —generalmente, tecnológico— sobre el producto original. Estas empresas hacen algo más que imitar, pues superan al producto del innovador, lo que en muchos casos les permite romper las posibles barreras de entrada creadas por el pionero.

Aunque es indudable que las empresas imitadoras tienen que competir con un rival que las aventaja en la cuota de mercado, también tienen una serie de ventajas que se pueden convertir en importantes armas competitivas. Las ventajas atribuidas a las imitadoras están en gran medida relacionadas con la conducta *free rider*. Con este concepto se alude, no a un comportamiento fraudulento o ilegal, sino al intento de obtener un beneficio a costa del esfuerzo de otras empresas.

Según Munuera y Rodríguez (2007), entre las ventajas de las empresas imitadoras podemos destacar las siguientes:

- La estrategia de imitación que adoptan les suele exigir unas inversiones de menor magnitud en investigación básica que las que tuvieron que efectuar las empresas predecesoras.
- Igualmente, pueden ahorrarse gran parte de los cuantiosos recursos que deben destinarse a I+D copiando los productos originales. Este ahorro es especialmente importante si tenemos en cuenta que en numerosos sectores los mecanismos de protección de los resultados de los esfuerzos investigadores —patentes y otros derechos de propiedad— tienen una dudosa eficacia.
- Pueden aprovecharse de las inversiones en capital humano —reclutamiento y formación— que realizan las precursoras contratando a algunos de sus empleados clave.
- Se benefician de las inversiones en comunicación realizadas por las empresas innovadoras encaminadas a estimular la demanda y a educar a los compradores en el uso del nuevo producto.
- Tienen una información más precisa —menor incertidumbre— sobre el potencial del mercado, ya que entran en él cuando han comprobado que este responde convenientemente a las acciones de marketing.

5.2.2 Distancia a la frontera tecnológica

Según diversos trabajos a nivel de países, entre los que podemos destacar el de Vandebussche et ál. (2006) y Acemoglu et ál. (2006), entre otros, lejos de la frontera tecnológica, la imitación es el principal motor del crecimiento de la productividad total de los factores. Y cuando un país se aproxima a la frontera, entonces confía más en la innovación. A nivel de empresa, podemos destacar el trabajo de Coad (2008), el cual muestra que las empresas atrasadas deberían llegar al crecimiento de la productividad a través de la explotación eficiente de las tecnologías existentes y la imitación de las industrias líderes.

5.2.3. Capacidad absorptiva

Como ya hemos comentado en el capítulo 4, desde que Cohen y Levinthal (1989, 1990) introdujeron el término capacidad absorptiva y destacaron 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. A menudo la capacidad absorptiva ha sido interpretada como una cualidad intrínseca difícil de transferir y de adaptar a otros contextos; sin embargo, la habilidad de las empresas para detectar e incorporar recursos externos nace a partir de los recursos internos que facilitan el cambio y la capacidad de aprendizaje de las organizaciones. Al respecto, 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 el 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 de 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. Estos autores suponen que esta capacidad está relacionada con todas las actividades de innovación de las empresas (I+D, adquisición de tecnología y actividades de la fase posterior). En cambio, 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. Estos autores esperan que este tipo de capacidad absorptiva esté relacionado con las actividades de I+D, ya que el tipo más complejo de conocimiento que corresponde a estas actividades requiere destreza preexistente en el área para integrarlo con éxito.

A nivel de países, la literatura no trata directamente la relación entre la capacidad absorptiva y la innovación o la imitación, pero sí que trata el capital humano y señala que la educación primaria/secundaria tiende a producir imitadores, mientras que la educación terciaria es más probable que produzca innovadores (Aghion y Howitt, 2006). A nivel de empresas, diversos trabajos como el de Vinding (2006) consideran que las empresas con mayor capacidad absorptiva tienen más probabilidad de innovar y menos probabilidad de imitar.

5.2.4. Modelo teórico

Para plantear un modelo teórico que conecte con el desarrollo econométrico que ofrece este capítulo, seguiremos el trabajo de Segerstrom y Zolnierek (1999). Suponemos que en cada industria $w \in [0,1]$ hay dos tipos de empresas que pueden hacer I+D; el líder actual de calidad (la empresa que está produciendo *input* intermedio de calidad de última generación) y las seguidoras (todas las otras empresas de la industria). Las empresas líderes y seguidoras toman sus decisiones de I+D simultánea e independientemente, y son libres de ajustar sus gastos en un momento determinado. Hay entrada libre para las empresas seguidoras en cada carrera de I+D y cada empresa seguidora posee la misma tecnología en I+D. Debido a que hay competición perfecta entre las empresas seguidoras de cada industria, los gastos en I+D de las empresas seguidoras individuales serán insignificantes, lo cual simplifica mucho nuestro equilibrio y nuestros cálculos de bienestar.

Consideramos que $I_i(w,t)$ e $I_l(w,t)$ indican las probabilidades simultáneas del éxito de la I+D para la empresa seguidora i y la empresa líder actual en la industria w en el ejercicio t , respectivamente. Estas probabilidades de éxito de la I+D se distribuyen independientemente entre las empresas e industrias y en el tiempo, de modo que $I(w,t) \equiv I_l(w,t) + \sum_i I_i(w,t)$ es la probabilidad instantánea de que alguna empresa innovará en la industria w durante el ejercicio t .

Consideremos que $R_i(w,t)$ y $R_l(w,t)$ indican el flujo de recursos utilizados en I+D por la empresa seguidora i y la empresa líder l en la industria w durante el ejercicio t (medido en unidades del *output* del bien final Y). La probabilidad instantánea para el líder de obtener un resultado positivo se puede expresar de la siguiente manera:

$$I_l(w,t) = \frac{R_l(w,t)^\beta}{c_l d^{j(w,t)}} \quad (5.1)$$

Y la probabilidad instantánea de la empresa seguidora i del éxito en I+D se puede expresar de la siguiente manera:

$$I_i(w,t) = \frac{R_i(w,t)^\beta m^{\beta-1}}{c_f d^{j(w,t)}} \quad (5.2)$$

Donde $d > 1$, $c_f > c_l > 0$, y $1 \geq \beta > 0$.

En la ecuación (5.2) m representa el número de empresas seguidoras que participan en cada carrera de I+D, ya que se asume entrada libre en las carreras de I+D, $m = +\infty$. No obstante, para evitar una confusión innecesaria, temporalmente asumiremos que m es un entero positivo,

resolveremos el comportamiento maximizador del beneficio en la parte de cada empresa seguidora individual y entonces miraremos qué sucede en el límite cuando m converge hacia infinito.

Con estas tecnologías de la I+D para la empresa líder y las empresas seguidoras, cada probabilidad instantánea de éxitos de la I+D de la empresa se incrementa continuamente cuando esta dedica más recursos a la I+D. Dado que $d^{j(w,t)}$ está creciendo en j , donde j es la calidad, la hipótesis que $d > 1$ implica que los proyectos en I+D se convierten en más exigentes con cada aumento de la escalera de calidad en la industria. Cada vez que la innovación sucede en una industria, las probabilidades instantáneas de éxito de la I+D tanto para la empresa líder como para las empresas seguidoras declina para algunos niveles dados de esfuerzo en I+D.

Cuando $\beta = 1$, hay retornos constantes de los gastos en I+D. Entonces la hipótesis $c_f > c_i > 0$ implica que en cada industria el líder actual tiene una ventaja en los costes de 1 a I+D sobre las empresas seguidoras. Dado que los líderes ya están en la frontera tecnológica, les es más fácil avanzar en la frontera que a las otras empresas. Barro y Sala-i-Martin (1997) plantean las mismas hipótesis sobre las tecnologías de la I+D de la empresa líder y de las seguidoras.

Cuando $\beta < 1$, hay retornos decrecientes de los gastos de la I+D a nivel de empresa. Estos retornos decrecientes pueden ser interpretados como *arising* ya que en un momento determinado las empresas tienen un número limitado de ideas potencialmente útiles (conocimiento específico de la empresa) para mejorar las tecnologías existentes. Entonces (5.2) implica que como m crece hasta infinito, la cantidad total de conocimiento específico de la empresa que poseen las empresas seguidoras en cada industria no cambia, pero cada conocimiento específico propio de la empresa de las diversas empresas seguidoras individuales tiende a cero.

Se supone el crecimiento balanceado del modelo cuando el comportamiento de la I+D es simétrico a través de las industrias ($I_i(w,t)$ e $I_l(w,t)$ no varían a través de las industrias $w \in [0,1]$, las empresas $i = 1,2,\dots,m$ o en el tiempo). Con todas las empresas seguidoras en una industria escogiendo la misma intensidad de la I+D y la independencia de los retornos a través de las empresas, (5.2) permite la siguiente agregación:

$$I_f(w,t) = \frac{R_f(w,t)^\beta}{c_f d^{j(w,t)}} \quad (5.3)$$

donde $R_f(w,t) = mR_i(w,t)$ son los recursos totales dedicados a I+D por las empresas seguidoras, e $I_f = mI_i$ es la probabilidad instantánea del éxito de la I+D para todas las empresas seguidoras combinada.

5.3. Modelo empírico

A continuación presentamos la metodología econométrica utilizada en este documento, a sabiendas de que el objetivo principal del trabajo empírico consiste en abordar conjuntamente cómo la distancia a la frontera tecnológica y la capacidad absorptiva condicionan las estrategias de innovación e imitación de las empresas innovadoras. La variable a explicar está oculta (o latente) para el investigador debido a la imposibilidad de observar con detalle la situación de cada empresa.

Ante los posibles sesgos que puedan generarse durante el proceso de estimación, la metodología más aconsejable es el probit ordenado. Este modelo fue desarrollado por Aitchison y Silvery (1957) y Ashford (1959), y generalizado a perturbaciones no normales por Gurland et ál. (1960). Más recientemente ha sido actualizado por McCullagh (1980) y Maddala (1983).

Nosotros aplicamos un modelo basado en la siguiente especificación:

$$y_i^* = \beta x_i + \varepsilon \quad E[\varepsilon_i | x_i] = 0, \quad \varepsilon_i \text{ i.n.i.d. } N(0, \sigma_i^2)$$

donde *i.n.i.d* indica que ε_i se distribuye independientemente, si bien no idénticamente como una normal.

Las categorías observadas en y_i están relacionadas con y_i^* de acuerdo con la regla siguiente:

$$y_i = \begin{cases} z_1 & \text{si } y_i^* \in A_1 \\ z_2 & \text{si } y_i^* \in A_2 \\ \dots & \\ z_m & \text{si } y_i^* \in A_m \end{cases}$$

donde los conjuntos A_j forman una partición del espacio Ω de y_i^* , es decir, $\Omega = \bigcup_{j=1}^m A_j$, además, $A_j \cap A_k = \emptyset$ para $i \neq k$, y los z_i son los valores discretos comprendidos en Ω .

Una diferencia fundamental respecto a los modelos lineales es que la influencia que tienen las variables explicativas sobre la probabilidad de elegir la opción determinada de y_i (la derivada parcial, $\frac{\delta y_i}{\delta x_i} = \beta_k$, en los modelos lineales) no es independiente del vector de características x_i .

Una primera aproximación a la relación entre las variables explicativas y la probabilidad resultante es calcular los efectos marginales sobre la variable latente (y_i^*).

Si el efecto marginal expresa el cambio de la variable dependiente provocado por un cambio unitario en una de las independientes y mantiene el resto constante, los parámetros estimados del probit reflejan el efecto marginal de las x_i en y_i de la misma forma que en el MLP (*Maximum Likelihood Probability*), puesto que $E(y^* | x) = x'\beta$.

Siguiendo el trabajo de Vinding (2006), estimaremos un modelo donde la variable dependiente será la actividad innovadora de la empresa, y las fuentes de la innovación, la distancia a la frontera tecnológica, la capacidad absorptiva y las características de la empresa actuarán como determinantes. La estructura básica del modelo adopta la siguiente expresión:

$$y = f(\beta_1 p + \beta_2 q + \beta_3 r + \beta_4 s)$$

donde y representa la actividad innovadora de la empresa y p , q , r y s son los vectores que contienen las fuentes de la innovación, la distancia a la frontera tecnológica, los determinantes de la capacidad absorptiva, y las características de la empresa, respectivamente.

La variable categórica y expresa la actividad innovadora de la empresa en una escala ordenada de 0 a 2. El valor nulo corresponde a las empresas que ni innovan ni imitan (empresas no innovadoras/imitadoras); la unidad indica que la empresa ha introducido una innovación nueva para la empresa, pero no para el mercado (empresas imitadoras); y, por último, la variable dicotómica adopta el valor 2 cuando la empresa ha introducido un cambio en sus productos que resulta novedoso en el mercado (empresas innovadoras). Es decir, la variable dependiente adopta tres valores discretos en función de la intensidad innovadora de la empresa, $y \in (0, 1, 2)$.

En línea con la literatura que en los últimos años se ha ocupado de los incentivos de las empresas para innovar o imitar, los resultados encontrados quedan sintetizados en la siguiente tabla:

Tabla 5.1. Hipótesis		
Variable	Hipótesis	Autores
Distancia tecnológica	Las empresas situadas lejos de la frontera tecnológica tienen más incentivos para imitar.	Coad (2008)
Capacidad absorptiva	Las empresas con mayor capacidad absorptiva tienen más incentivos para innovar y menos para imitar.	Vinding (2006)
Distancia + Capacidad absorptiva	La capacidad absorptiva de las empresas está relacionada con los recursos internos de estas y el entorno en el que operan, pero depende estrechamente de su posición relativa respecto al resto de empresas que participan en el mercado (distancia tecnológica).	

La principal contribución de este trabajo es estudiar los incentivos de las empresas para innovar o imitar en función de su posición relativa respecto a la frontera tecnológica y su capacidad absorptiva.

5.4. Datos

5.4.1. Muestra

Como ya hemos comentado en el capítulo 4, 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 principales ventajas de PITEC es el salto de una base de datos transversal, sin dimensión temporal, a un panel que permite obtener estimaciones mucho más precisas de los cambios de las empresas a lo largo del tiempo; además, facilita la obtención de datos más robustos que aprecian mejor el comportamiento heterogéneo de las empresas. Este hecho representa un aspecto metodológico importante teniendo en cuenta que la mayoría de estudios realizados han utilizado datos *cross-section* (referidos solamente a una oleada de la encuesta), lo cual plantea diversas dificultades para identificar las relaciones de causalidad. Otra ventaja que tiene PITEC es que es una base de datos gratuita que está a disposición de los investigadores en la página web de FECYT.² Excepto por la anonimización de una serie de variables, las variables disponibles en la web se corresponden con las originales que están en manos del INE. Sin embargo, también deberíamos remarcar algunas limitaciones inherentes a todo cuestionario sujeto a las respuestas de un miembro del staff directivo de la empresa, en este caso el responsable de I+D. En este sentido, la valoración del carácter innovador de una actividad particular depende, en parte, del punto de vista de la persona que contesta la encuesta. No obstante, la evidencia ofrecida por Mairesse y Mohnen (2004) sugiere que la información subjetiva del cuestionario es consistente con los resultados obtenidos por los trabajos empíricos basados en los datos más objetivos.

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 12.817 empresas iniciales a 5.575 empresas.

Las operaciones más relevantes que se han tenido en cuenta a lo largo del proceso de depuración son las siguientes: a) los sectores seleccionados son las manufacturas y los servicios, distinguiendo entre sectores con alta intensidad tecnológica y sectores con baja intensidad tecnológica; b) los datos abarcan el período 2004-2009; y 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.

5.4.2. Construcción de las variables

5.4.2.1. Variable dependiente: imitación/innovación

Desde la tipología de las innovaciones propuesta por Joseph Schumpeter (1934), el concepto de innovación y las tipologías relacionadas con esta han variado considerablemente a lo largo del tiempo. El autor austriaco propuso distinguir según su intensidad y consideró las innovaciones “radicales”, las cuales crean cambios disruptivos mayores, y las innovaciones “incrementales”, las cuales continuamente llenan el proceso de cambios más parciales, y propuso una lista de cinco tipos de innovaciones: introducción de nuevos productos, introducción de nuevos métodos de producción, apertura de nuevos mercados, desarrollo de nuevas fuentes de materias primas y materiales y creación de nuevas estructuras de mercado

Años más tarde la primera edición del *Manual de Oslo* (OCDE, 1992) destacaba el perfil tecnológico de las innovaciones al considerar las innovaciones de productos y de proceso, si bien señalaba lo siguiente: “Las innovaciones implican una serie de actividades científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales”. Por último, la tercera versión del *Manual de Oslo* (OCDE, 2005), junto a los dos tipos anteriores, considera el creciente protagonismo de las innovaciones no tecnológicas que tienen como ámbito de aplicación los métodos organizativos y los canales de distribución y marketing.

Junto a la diversidad de enfoques en torno a la naturaleza de las innovaciones, la propia consideración acerca de los requisitos que acreditan a una empresa como innovadora o imitadora también varían. No hay una definición estándar de empresa innovadora ni de qué distingue la innovación del cambio técnico. Schmookler (1966) sugiere que cuando un emprendedor produce un bien o servicio o utiliza un método o un *input* que es nuevo para ello, esto introduce cambio técnico. El emprendedor que es el primero en realizar un cambio técnico es un innovador.

Años más tarde Hall (1994) notó que la distinción entre la empresa que ejerce cierto liderazgo como innovadora y las empresas seguidoras —imitadoras— es ambigua.

El *Manual de Oslo* (OCDE, 1996), que propone la formulación y el diseño de las encuestas de innovación, incluye tanto el cambio técnico como la imitación, a través de preguntas sobre productos tecnológicamente nuevos o mejorados significativamente para el mercado y productos nuevos tecnológicamente o mejorados significativamente para la empresa. El cambio técnico se atribuye fuertemente a la producción de bienes, y el uso de la misma definición podría fracasar a la hora de capturar una mayoría de innovaciones de servicios a menos que nosotros redefinamos las innovaciones un paso más allá.

Siguiendo los trabajos previos de Lööf y Heshmati (2006) y Vinding (2006), entre otros, definiremos las innovaciones como bienes y servicios que son: (i) nuevos o mejorados sustancialmente para el mercado o (ii) nuevos o sustancialmente mejorados solamente para la empresa. En concreto, y siguiendo a Vinding (2006), entenderemos que la empresa ha imitado si ha introducido un producto/servicio que es nuevo solo para ella y que ha innovado si ha introducido un producto/servicio que es nuevo para el mercado.

La tabla 5.2 nos muestra el número de empresas según el tipo de innovación y el sector para el período 2004-2009:

Tabla 5.2. Número de empresas por tipo de innovación y sector (2004-2009)					
	Manufacturas alta intensidad tecnológica	Manufacturas baja intensidad tecnológica	Servicios intensivos en conocimiento	Otros servicios	Total
No imita/innova	1.052 (54,85%)	1.729 (70,14%)	340 (49,93%)	446 (87,28%)	3.595 (63,98%)
Imita	472 (24,61%)	445 (18,05%)	137 (20,12%)	43 (8,41%)	1.097 (19,68%)
Innova	394 (20,54%)	291 (11,81%)	204 (29,96%)	22 (4,31%)	911 (16,34%)
Total	1.918 (100,00%)	2.465 (100,00%)	681 (100,00)	511 (100,00%)	5.575 (100,00%)

Fuente: PITEC
Nota: los valores entre paréntesis son el porcentaje de empresas del sector que pertenecen a cada tipo de innovación.

Podemos observar que prácticamente el 45% de las empresas manufactureras de alta intensidad tecnológica imitan o innovan. En cambio, este valor baja hasta el 30% en las empresas manufactureras de baja intensidad tecnológica. En cuanto a los servicios intensivos en conocimiento, vemos que el 50% de sus empresas imitan o innovan; en cambio, en los otros servicios solo el 13% de las empresas imitan o innovan.

5.4.2.2. Variables independientes: fuentes de la innovación

Dentro de las fuentes de la innovación consideraremos la variable intensidad de la I+D interna que la definiremos como los gastos de la I+D interna por trabajador; la variable intensidad de la I+D externa que la mediremos como los gastos de la I+D externa por trabajador; y la variable cooperación que es una variable binaria que distingue entre empresas que no cooperan, codificadas con un 0, y aquellas que sí que lo hacen, codificadas con un 1.

5.4.2.3 Variable independiente: distancia a la frontera tecnológica

Siguiendo Polterovich y Tonis (2005) y Vandenbussche et ál. (2006), entre otros, la distancia a la frontera tecnológica la definiríamos como la productividad de la empresa respecto a la productividad de la empresa líder en el sector.

5.4.2.4. Variables independientes: factores relacionados con la capacidad absorptiva

Tal y como hemos hecho en el capítulo 4, consideraremos dos grupos de variables para medir los dos tipos de capacidad absorptiva expuestos anteriormente: el primer tipo de capacidad absorptiva permite a una empresa escanear el entorno exterior y el segundo tipo le permite integrar en sus propias actividades el conocimiento general desarrollado en cualquier lugar.

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 los clientes y competidores; instituciones públicas (PUBLIC), que incluyen las universidades, los 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 estas preguntas implican subjetividad por parte de la empresa, creemos que ellas reflejan no tanto la extensión en la que el conocimiento está disponible en un sector, sino el uso real y la absorción por parte de la empresa.

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

Siguiendo el trabajo de Arbussà y Coenders (2007), construiremos estas variables mediante la *summated scale*. Es decir, para reducir las limitaciones inherentes a la utilización de indicadores individuales que ofrecen una dimensión parcial de un fenómeno complejo, en nuestro caso la capacidad absorptiva, esta metodología agrega la información de varias respuestas categóricas y suministra un valor agregado más acorde con la naturaleza objeto de estudio.

5.4.2.5. Variables independientes: características de la empresa

De la misma manera que hemos hecho en el capítulo 4, definiremos la variable tamaño como el número de trabajadores. La variable grupo es una variable binaria que distingue entre empresas independientes, codificadas con un 0, y aquellas que pertenecen a un grupo, codificadas con un 1. La variable intensidad de capital físico mide la inversión bruta de bienes materiales por trabajador. La variable cuota de mercado la definiremos como las ventas de la empresa divididas por el valor de las ventas de su sector. Las ventas del sector las hemos obtenido del INE. Y la variable edad recoge los años transcurridos entre el ejercicio corriente y el ejercicio de constitución de la empresa.

5.4.2.6. Estadísticos descriptivos

A continuación la tabla 5.3 nos muestra los estadísticos descriptivos de las empresas manufactureras, y la tabla 5.4 nos muestra los estadísticos descriptivos de los servicios.

Entre las empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica, son las empresas que innovan las que gastan más en I+D interna (7.785,93 euros) y en I+D externa (2.458,48 euros), y las que más cooperan (40,93%). En cuanto a la distancia, observamos que las empresas que innovan son las que están más cerca de la frontera (0,21). En cuanto a los factores relacionados con la capacidad absorptiva, podemos decir que tanto la información procedente del mercado (MARKET) como la procedente de las instituciones públicas (PUBLIC) o de otras fuentes (OTHERS) —como por ejemplo las conferencias, etc.— son más importantes para las empresas que innovan (2,25, 3,13 y 2,76, respectivamente). Y son las empresas que imitan las que perciben una mayor dificultad (INTERNAL) para captar personal cualificado (2,77). Y respecto a las características de la empresa, vemos que son las empresas que innovan las que tienen mayor tamaño (215,60), las que más invierten (10.243,13 euros), las que tienen una mayor cuota de mercado (0,26%) y las más jóvenes (26,07). En cambio, las empresas que imitan son las que más se agrupan (40,42%).

Entre las empresas manufactureras de baja intensidad tecnológica, son las empresas que innovan las que gastan más en I+D interna (3.073,67 euros) y en I+D externa (731,01 euros), y las que más cooperan (38,04%). En cuanto a la distancia, observamos que las empresas que imitan son las que están más cerca de la frontera (0,24). En referencia a los factores relacionados con la capacidad absorptiva, podemos decir que la información procedente del mercado (MARKET), de las instituciones públicas (PUBLIC) y de otras fuentes (OTHERS) —como por ejemplo las conferencias, etc.— es más importante para las empresas que innovan (2,47, 3,24 y 2,83, respectivamente). Y también son estas empresas las que perciben una mayor dificultad para captar personal cualificado (2,72). Y respecto a las características de la empresa, vemos que son las empresas que innovan las que tienen mayor cuota de mercado (0,14), junto con las empresas que ni imitan ni innovan. En cambio, son las empresas que imitan las que más invierten (20.174,68 euros) y las que más se agrupan (34,52%). Las empresas que ni imitan ni innovan son las que tienen un tamaño mayor (156,34). Y las empresas más jóvenes son las que innovan (26,77).

Tabla 5.3. Estadísticos descriptivos para el período 2004-2009 (manufacturas)

Empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica			
	No imita/innova	Imita	Innova
Fuentes de la innovación			
I+D interna	3.830,90	5.732,25	7.785,93
I+D externa	803,35	1.217,91	2.458,48
Cooperación (%)	27,38	36,72	40,93
Distancia tecnológica			
Distancia tecnológica	0,20	0,20	0,21
Capacidad absorptiva externa			
MARKET	2,56	2,31	2,25
PUBLIC	3,32	3,27	3,13
OTHERS	2,99	2,83	2,76
Capacidad absorptiva interna			
INTERNAL	2,88	2,77	2,78
Características de la empresa			
Tamaño	145,50	181,79	215,60
Inversión	10.186,55	10.023,77	10.243,13
Grupo (%)	39,80	40,42	38,12
Cuota mercado (%)	0,17	0,21	0,26
Edad	27,46	27,05	26,07
Número observaciones	5.972	2.546	2.707
Empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica			
	No imita/innova	Imita	Innova
Fuentes de la innovación			
I+D interna	1.428,54	2.478,76	3.073,67
I+D externa	320,64	509,90	731,01
Cooperación (%)	23,02	32,57	38,04
Distancia tecnológica			
Distancia tecnológica	0,22	0,24	0,23
Capacidad absorptiva externa			
MARKET	2,79	2,53	2,47
PUBLIC	3,37	3,37	3,24
OTHERS	3,10	2,96	2,83
Capacidad absorptiva interna			
INTERNAL	2,88	2,81	2,72
Características de la empresa			
Tamaño	156,34	137,08	150,64
Inversión	11.666,68	20.174,68	13.484,29
Grupo (%)	34,03	34,52	34,13
Cuota mercado (%)	0,14	0,13	0,14
Edad	28,42	27,71	26,77
Número observaciones	9.728	2.364	1.628

Fuente: PITEC

Nota: la I+D interna, la I+D externa y la inversión están expresadas en euros por trabajador y el tamaño son trabajadores.

Tabla 5.4. Estadísticos descriptivos para el período 2004-2009 (servicios)			
Servicios intensivos en conocimiento			
	No imita/innova	Imita	Innova
Fuentes de la innovación			
I+D interna	11.855,81	19.686,57	28.837,80
I+D externa	1.134,48	1.943,39	3.272,48
Cooperación (%)	29,49	45,39	54,30
Distancia tecnológica			
Distancia tecnológica	0,21	0,19	0,19
Capacidad absorbtiva externa			
MARKET	2,65	2,26	2,20
PUBLIC	3,19	3,07	2,85
OTHERS	2,98	2,76	2,54
Capacidad absorbtiva interna			
INTERNAL	2,90	2,72	2,71
Características de la empresa			
Tamaño	223,54	128,07	153,34
Inversión	8.328,95	14.110,30	13.597,31
Grupo (%)	31,33	27,23	29,58
Cuota mercado (%)	0,19	0,29	0,34
Edad	13,45	12,11	12,97
Número observaciones	1.899	683	1.278
Otros servicios			
	No imita/innova	Imita	Innova
Fuentes de la innovación			
I+D interna	969,78	1.958,16	6.029,48
I+D externa	282,06	960,96	1.369,92
Cooperación (%)	23,85	36,08	42,93
Distancia tecnológica			
Distancia tecnológica	0,17	0,26	0,29
Capacidad absorbtiva externa			
MARKET	2,97	2,91	2,55
PUBLIC	3,54	3,51	3,22
OTHERS	3,12	3,10	2,75
Capacidad absorbtiva interna			
INTERNAL	3,23	3,04	2,83
Características de la empresa			
Tamaño	518,29	455,95	703,95
Inversión	16.099,80	76.286,47	96.802,53
Grupo (%)	45,57	42,27	52,72
Cuota mercado (%)	0,18	0,15	0,27
Edad	34,91	35,23	27,03
Número observaciones	2.482	225	98

Fuente: PITEC

Nota: la I+D interna, la I+D externa y la inversión están expresadas en euros por trabajador y el tamaño son trabajadores.

Respecto a los servicios intensivos en conocimiento, observamos que son las empresas que innovan las que más gastan en I+D interna (28.837,80 euros) y en I+D externa (3.272,48 euros),

y las que más cooperan (54,30%). En cuanto a la distancia, encontramos que son las empresas que ni imitan ni innovan las que más cerca están de la frontera tecnológica (0,21). En relación a los factores externos de la capacidad absorptiva, observamos que la información procedente del mercado (MARKET), de las instituciones públicas (PUBLIC) y de otras fuentes (OTHERS) es más importante para las empresas que innovan (2,20, 2,85 y 2,54, respectivamente). Y también son estas empresas las que perciben mayor dificultad (INTERNAL) para encontrar personal cualificado (2,71). Y en cuanto a las características de las empresas, podemos decir que son también las empresas que ni imitan ni innovan las que tienen un mayor tamaño (223,54) y las que más se agrupan (31,33%). En cambio, las empresas que imitan son las que más invierten en capital (14.110,30 euros) y son más jóvenes (12,11). Y las empresas que innovan son las que tienen mayor cuota de mercado (0,34%).

Y si nos fijamos en los otros servicios, las empresas innovadoras son las que gastan más en I+D interna (6.029,48 euros) y en I+D externa (1.369,92 euros), y las que más cooperan (42,93%). En relación con la distancia, vemos que son las empresas que innovan las que están más cerca de la frontera (0,29). En cuanto a los factores externos de la capacidad absorptiva, observamos que la información procedente del mercado (MARKET), de las instituciones públicas (PUBLIC) y de otras fuentes (OTHERS) es más importante para las empresas que innovan (2,55, 3,22 y 2,75, respectivamente). Y también son estas empresas las que perciben mayor dificultad para encontrar personal cualificado (2,83). Y en cuanto a las características de las empresas, podemos decir que las empresas que innovan son las que tienen un tamaño mayor (703,95), las que más invierten (96.802,53 euros), las que más se agrupan (52,72%) y las que tienen una mayor cuota de mercado (0,27%). También son estas empresas las más jóvenes (27,03).

5.5. Resultados

En esta sección se comentan los resultados más relevantes obtenidos con la aplicación del modelo probit ordenado en las cuatro agrupaciones sectoriales adoptadas.

La tabla 5.5 muestra las estimaciones del modelo para las empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica. Entre las fuentes de la innovación, solo los gastos de I+D interna y la cooperación son significativos. En cambio, los gastos de la I+D externa no son significativos. En cuanto al signo, podemos decir que un aumento en cualquiera de estas tres variables disminuye la probabilidad de no imitar/innovar o de imitar, y, en cambio, aumenta la probabilidad de innovar. Además, los efectos marginales muestran que un aumento de la intensidad en la I+D interna incrementa notablemente la probabilidad de innovar de la empresa, mientras que la cooperación en proyectos de I+D con otros *partners* no tiene una gran incidencia sobre la probabilidad de innovar.

La distancia de una empresa a la frontera tecnológica también aparece como una dimensión relevante y estadísticamente significativa. En efecto, a medida que las empresas manufactureras de alta tecnología se aproximan a la frontera disminuye su probabilidad para no innovar o imitar, y, en cambio, aumenta la probabilidad de que innoven. Es decir, cuanto más cerca se encuentra la empresa de la frontera tecnológica, mayor es su propensión a innovar en detrimento de la imitación. Los trabajos de Polterovich y Tonis (2005) a nivel teórico y de Coad (2008) a nivel empírico, entre otros, encuentran resultados similares respecto al comportamiento de esta variable.

Los resultados que se desprenden de los factores determinantes de la capacidad absorptiva de la empresa son de gran interés, puesto que tanto los factores vinculados a la capacidad absorptiva externa como los asociados a la capacidad absorptiva interna son significativos. Los valores negativos de los parámetros correspondientes a la capacidad absorptiva externa indican que el acceso a información procedente del exterior de la empresa constituye una dimensión relevante para innovar. Cuando disminuye la importancia de la información procedente de los mercados (MARKET), de las instituciones públicas (PUBLIC) o de otras posibles fuentes de información (OTHERS) —como por ejemplo las conferencias, etc.—, aumenta la probabilidad de que la empresa no realice imitación/innovación o de que imite, y, en cambio, disminuye la probabilidad de realizar innovación.

Respecto a la dimensión asociada con la capacidad absorptiva interna, el acceso a personal cualificado es un factor clave que facilita la innovación en las empresas industriales españolas. Si se reducen las dificultades (INTERNAL) para encontrar personal cualificado, entonces disminuirá la probabilidad de que la empresa no realice imitación/innovación o de que realice imitación, y, en cambio, aumentará la probabilidad de realizar innovación. Estos resultados, por otro lado, están en la línea de trabajos como el de Vinding (2006).

En relación con la matriz de determinantes asociados al perfil de la empresa, cabe destacar que la dimensión de esta está relacionada directamente con la propensión a innovar. Este resultado está en la línea de lo encontrado por Vinding (2006), entre otros. También encontramos una relación directa entre la inversión y la propensión a innovar. En cambio, las empresas que pertenecen a un grupo industrial tienden a reducir su esfuerzo innovador a favor de la imitación. En cuanto a la cuota de mercado, observamos que esta no ofrece una relación nítida con la innovación, lo que pone de manifiesto que en España son muchas las empresas que disfrutan de una posición hegemónica en sus respectivos nichos, pero que, en cambio, muestran una gran resistencia para cambiar y adaptarse a las nuevas reglas competitivas. Por último, cabe destacar que las empresas maduras tienen una menor capacidad innovadora frente al resto.

Tabla 5.5. Estimación del probit ordenado de los factores que determinan la estrategia de I+D (Empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica)					
	Modelo		Efectos marginales para el modelo		
	Coefficiente	Desviación Estándar	No Imita / Innova	Imita	Innova
Fuentes de la innovación					
I+D interna	9,6900***	1,5800	-3,5500	-0,0426	3,6000
I+D externa	2,1400	1,7200	-0,786	-0,0094	0,7950
Cooperación*	0,0932***	0,0356	-0,0341	-0,0006	0,0346
Distancia tecnológica					
Distancia tecnológica	0,1894*	0,1057	-0,0694	-0,0008	0,0702
Capacidad absorptiva externa					
MARKET	-0,0397**	0,0208	0,0145	0,0002	-0,0147
PUBLIC	-0,0670***	0,0227	0,0246	0,0003	-0,0249
OTHERS	-0,0600***	0,0243	0,0220	0,0003	-0,0222
Capacidad absorptiva interna					
INTERNAL	0,0516**	0,0235	-0,0189	-0,0002	0,0191
Características de la empresa					
Tamaño	0,1351***	0,0351	-0,0495	-0,0004	0,0501
Inversión	0,1470	0,3210	-0,0538	-0,0006	0,0545
Grupo*	-0,2052***	0,0350	0,0754	0,0002	-0,0757
Cuota Mercado	-0,0045	0,0243	0,0017	0,0001	-0,0017
Edad	-0,0045***	0,0008	0,0017	0,0001	-0,0017
Dummies sectoriales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Dummies temporales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Nº Observaciones	9.853				
Test de la razón de verosimilitudes	1.840,92***				
Pseudo-R ²	0,1680				
% predicciones correctas			65,98%	69,14%	64,88%

Fuente: PITEC

Nota: la I+D interna, la I+D externa y la Inversión expresadas en millones de euros por trabajador; y el tamaño son miles de trabajadores.

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

*Significativo al 10%; **significativo al 5%; ***significativo at 1%

La tabla 5.6 muestra las estimaciones del modelo probit para las empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica. Como podemos observar, de las fuentes de la innovación solo los gastos de la I+D interna y los de la I+D externa son significativos. En cambio, la cooperación no es significativa. Un incremento de los gastos de I+D interna o externa aumenta la probabilidad de de que la empresa innove, y en menor medida que imite.

La distancia de una empresa a la frontera tecnológica sí es significativa. Según la tabla 5.6, podemos decir que a medida que una empresa se aproxima a la frontera tecnológica disminuye la probabilidad de que no realice imitación/innovación y aumenta la probabilidad de que realice

imitación o innovación. Además, esta probabilidad será mayor en el caso de las empresas que innovan. Los trabajos de Polterovich y Tonis (2005) a nivel teórico y de Coad (2008) a nivel empírico, entre otros, encuentran resultados similares respecto al comportamiento de esta variable, si bien el trabajo de Coad (2008) solo analiza las manufacturas con alta intensidad tecnológica.

Tabla 5.6. Estimación del probit ordenado de los factores que determinan la estrategia de I+D (Empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica)					
	Modelo		Efectos marginales para el modelo		
	Coefficiente	Desviación Estándar	No Imita / Innova	Imita	Innova
Fuentes de la innovación					
I+D interna	8,7300***	3,0300	-3,4700	0,6430	2,8200
I+D externa	22,7000**	9,8100	-9,0200	1,6700	7,3400
Cooperación*	-0,0082	0,0417	0,0032	-0,0006	-0,0026
Distancia tecnológica					
Distancia tecnológica	0,1505*	0,1058	-0,0598	0,0111	0,0487
Capacidad absorptiva externa					
MARKET	-0,0252	0,0243	0,0100	-0,0019	-0,0082
PUBLIC	-0,0217	0,0279	0,0086	-0,0016	-0,0070
OTHERS	-0,0788***	0,0290	0,0313	-0,0058	-0,0255
Capacidad absorptiva interna					
INTERNAL	0,0169	0,0272	-0,0067	0,0012	0,0055
Características de la empresa					
Tamaño	0,0293	0,0849	-0,0116	0,0022	0,0095
Inversión	-0,3190	0,4310	0,1270	-0,0235	-0,1030
Grupo*	-0,0991**	0,0420	0,0394	-0,0075	-0,0319
Cuota Mercado (%)	-0,0496	0,0578	0,0197	-0,0037	-0,0161
Edad	-0,0027***	0,0010	0,0011	-0,0002	-0,0009
Dummies sectoriales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Dummies temporales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Nº Observaciones	11.134				
Test de la razón de verosimilitudes	580,02***				
Pseudo-R ²	0,1575				
% predicciones correctas			53,63%	72,28%	74,12%

Fuente: PITEC

Nota: la I+D interna, la I+D externa y la Inversión expresadas en millones de euros por trabajador; y el tamaño son miles de trabajadores.

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

*Significativo al 10%; **significativo al 5%; ***significativo at 1%

Entre los factores externos relacionados con la capacidad absorptiva, solo resulta significativo el parámetro correspondiente a la información procedente de otras fuentes (OTHERS), como pueden ser conferencias, etc. Además, los factores internos (INTERNAL) no son significativos.

Los resultados de la tabla 5.6 indican que cuando disminuye la importancia de la información procedente del mercado (MARKET), de las instituciones públicas (PUBLIC) o de otras posibles fuentes de información (OTHERS) —como por ejemplo las conferencias, etc.—, entonces aumenta la probabilidad de que la empresa no realice actividades relacionadas con la innovación, y, en cambio, disminuye la probabilidad de imitar y, sobre todo, de innovar. Cuando las empresas manufactureras de bajo contenido tecnológico experimentan pocas barreras a la hora de encontrar personal cualificado (INTERNAL), entonces aumenta la probabilidad de realizar imitación y, sobre todo, innovación.

En relación con las características de las empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica, observamos que se comportan en sintonía con los valores registrados en las estimaciones correspondientes a las manufacturas de alta intensidad tecnológica, a excepción de la inversión. En este caso, el hecho de invertir más no está relacionado directamente con una mayor propensión a innovar.

La tabla 5.7 muestra las estimaciones del modelo para los servicios intensivos en conocimiento. Como podemos observar, de las fuentes de la innovación solo los gastos de la I+D interna son significativos. En cambio, los gastos de la I+D externa y la cooperación no son significativos. En cuanto al signo, podemos decir que un aumento de los gastos en I+D interna disminuye la probabilidad de no imitar/innovar o de imitar, y, en cambio, aumenta la probabilidad de innovar. En cambio, un incremento en los gastos de la I+D externa o en la cooperación aumenta la probabilidad de no imitar ni innovar y de imitar, y disminuye la probabilidad de innovar.

La distancia de una empresa a la frontera tecnológica sí que es significativa. Según la tabla 5.7, podemos decir que a medida que una empresa se aproxima a la frontera aumenta la probabilidad de que no realice imitación/innovación o realice imitación, y disminuye la probabilidad de que realice innovación. Estos resultados no coinciden con los resultados encontrados para las empresas manufactureras. En la literatura empírica tampoco hemos encontrado evidencia para los servicios intensivos en conocimiento.

Entre los factores externos relacionados con la capacidad absorptiva, solo es significativa la información procedente de otras fuentes (OTHERS). Y también es significativa la capacidad absorptiva interna. La tabla 5.7 también nos indica que si disminuimos la importancia de la información procedente del mercado (MARKET), de las instituciones públicas (PUBLIC) o de otras posibles fuentes de información (OTHERS) —como por ejemplo las conferencias, etc.—, entonces aumentará la probabilidad de que la empresa no realice imitación/innovación o de que imite, y, en cambio, disminuirá la probabilidad de realizar innovación. En cambio, si la empresa disminuye la dificultad de encontrar personal cualificado (INTERNAL), entonces también disminuirá su

probabilidad de no imitar y de no innovar y de imitar, y, en cambio, aumentará su probabilidad de innovar. Estos resultados están en la línea de los resultados encontrados para las empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica. En la literatura empírica no hemos encontrado evidencia para los servicios intensivos en conocimiento.

En relación con los determinantes asociados al perfil de la empresa, podemos decir que, a diferencia de lo que pasaba con las manufacturas, la dimensión de la empresa no está relacionada directamente con la propensión a innovar. Tampoco lo están ni la inversión ni la edad de la empresa. Respecto a los efectos de la participación en un grupo empresarial, los servicios intensivos en conocimiento registran un valor positivo en el caso de la innovación. Es decir, las empresas que pertenecen a un grupo empresarial tienden a aumentar su esfuerzo innovador a favor de la innovación. Lo mismo sucede con las empresas que tienen mayor cuota de mercado.

Tabla 5.7. Estimación del probit ordenado de los factores que determinan la estrategia de I+D (servicios intensivos en conocimiento)					
	Modelo		Efectos marginales para el modelo		
	Coefficiente	Desviación estándar	No imita/innova	Imita	Innova
Fuentes de la innovación					
I+D interna	2,5500***	0,7550	-0,8070	-0,2090	1,0200
I+D externa	-0,7620	5,7900	0,2410	0,0623	-0,3030
Cooperación*	-0,0141	0,0698	0,0045	0,0012	-0,0056
Distancia tecnológica					
Distancia tecnológica	-0,5018***	0,2011	0,1588	0,0410	-0,1998
Capacidad absorptiva externa					
MARKET	-0,0099	0,0415	0,0031	0,0008	-0,0039
PUBLIC	-0,0332	0,0415	0,0105	0,0027	-0,0132
OTHERS	-0,0900**	0,0448	0,0285	0,0074	-0,0358
Capacidad absorptiva interna					
INTERNAL	0,0044*	0,0449	-0,0014	-0,0004	0,0017
Características de la empresa					
Tamaño	-0,1480**	0,0642	0,0468	0,0121	-0,0589
Inversión	-1,000*	0,5590	0,317	0,0082	-0,3990
Grupo*	0,0810	0,0696	-0,0253	-0,0069	0,0322
Cuota mercado (%)	0,0767**	0,0336	-0,0243	-0,0063	0,0306
Edad	-0,0036	0,0040	0,0012	0,0003	-0,0015
Dummies sectoriales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Dummies temporales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Nº observaciones	3.275				
Test de la razón de verosimilitudes	524,80***				
Pseudo-R ²	0,1640				
% predicciones correctas			75,19%	77,16%	76,85%

Fuente: PITEC

Nota: la I+D interna, la I+D externa y la inversión están expresadas en millones de euros por trabajador, y el tamaño son miles de trabajadores.

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

*Significativo al 10%; **significativo al 5%; ***significativo al 1%

Y la tabla 5.8 muestra las estimaciones del modelo para los otros servicios. Como podemos observar, de las fuentes de la innovación solo los gastos de la I+D interna y la cooperación son significativos. En cambio, los gastos de la I+D externa no son significativos. En cuanto al signo, podemos decir que un aumento de los gastos de I+D interna o externa disminuye la probabilidad de no imitar/innovar, y, en cambio, aumenta la probabilidad de imitar o innovar. Y un aumento de la cooperación aumenta la probabilidad de no imitar y de no innovar, y disminuye la probabilidad de imitar y, sobre todo, de innovar.

Al igual que pasaba con los otros sectores, la distancia de una empresa a la frontera tecnológica también es significativa. Además, según la tabla 5.8, podemos decir que a medida que una empresa se aproxima a la frontera disminuye la probabilidad de que no realice imitación/innovación, y aumenta la probabilidad de que realice imitación o innovación. Y esta probabilidad es mayor en el caso de la innovación. Este resultado es similar al encontrado en las manufacturas.

También vemos que de los factores externos relacionados con la capacidad absorptiva solo es significativa la información procedente de las instituciones públicas (PUBLIC). Y los factores internos (INTERNAL) sí que son significativos. La tabla 5.8 también nos indica que si disminuimos la importancia de la información procedente del mercado (MARKET), de las instituciones públicas (PUBLIC) o de otras posibles fuentes de información (OTHERS) —como por ejemplo las conferencias, etc.—, entonces aumentará la probabilidad de que la empresa no realice imitación/innovación, y, en cambio, disminuirá la probabilidad de realizar imitación y, sobre todo, disminuirá la probabilidad de realizar innovación. Lo mismo pasará si disminuimos la dificultad para encontrar personal cualificado (INTERNAL). Consideramos que en este caso el personal cualificado no es importante para que la empresa realice innovación.

En relación con las características de la empresa, podemos decir que al igual que pasaba con las manufacturas, las empresas con mayor tamaño son las que tienen más propensión a innovar. También observamos que tienen esta misma propensión las empresas que más invierten y las que se agrupan. En cambio, entre las empresas con una mayor cuota de mercado o las más maduras no encontramos una relación directa con la propensión a innovar.

Tabla 5.8. Estimación del probit ordenado de los factores que determinan la estrategia de I+D (otros servicios)					
	Modelo		Efectos marginales para el modelo		
	Coefficiente	Desviación estándar	No imita/innova	Imita	Innova
Factores relacionados con el conocimiento					
I+D interna	11,1000**	5,0800	-4,700	1,5200	2,5400
I+D externa	5,8100	17,5000	-2,1300	0,7980	1,3300
Cooperación*	-0,3976***	0,1252	0,1450	-0,0537	-0,0914
Distancia tecnológica					
Distancia tecnológica	0,2717**	0,1439	-0,0996	0,0373	0,0623
Capacidad absorptiva externa					
MARKET	-0,1088	0,0687	0,0399	-0,0149	-0,0250
PUBLIC	-0,1940**	0,0866	0,0711	-0,0266	-0,0445
OTHERS	-0,0440	0,0887	0,0161	-0,0060	-0,0101
Capacidad absorptiva interna					
INTERNAL	-0,1638*	0,0893	0,0601	-0,0225	-0,0376
Características de la empresa					
Tamaño	0,0512	0,0368	-0,01880	0,0070	0,0117
Inversión	2,7800***	1,0600	-1,0200	0,3820	0,6438
Grupo*	0,0851	0,1462	-0,0311	0,0117	0,0194
Cuota mercado	-0,2478**	0,1106	0,0909	-0,0340	-0,0569
Edad	-0,0023	0,0017	0,0009	0,0003	-0,0005
Dummies sectoriales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Dummies temporales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Nº observaciones	1.842				
Test de la razón de verosimilitudes	545,20***				
Pseudo-R ²	0,1626				
% predicciones correctas			65,93%	80,58%	85,63%

Fuente: PITEC

Nota: la I+D interna, la I+D externa y la inversión están expresadas en millones de euros por trabajador, y el tamaño son miles de trabajadores.

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

*Significativo al 10%; **significativo al 5%; ***significativo al 1%

A continuación (véase tabla 5.9) mostramos los resultados encontrados en función del sector al que pertenece la empresa. En primer lugar, nos fijamos en la probabilidad de no imitar y de no innovar. Y observamos que si la empresa aumenta su gasto en I+D interna, entonces disminuye su probabilidad de no imitar ni innovar, con independencia del sector al que pertenezca. En cambio, si la empresa aumenta su gasto en I+D externa, entonces disminuye su probabilidad de no imitar ni innovar en el caso de las empresas manufactureras y de los otros servicios, y aumenta en el caso de los servicios intensivos en conocimiento. Y si la empresa coopera más con otros *partners*, entonces aumenta su probabilidad de no imitar y de no innovar en el caso de las empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica y en el de todos los servicios, y disminuye su probabilidad de no imitar y de no innovar en el caso de las empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica. Respecto a la distancia, observamos que si una

empresa se aproxima a la frontera tecnológica, entonces disminuye su probabilidad de no imitar y de no innovar en el caso de todas las empresas manufactureras y en el de los otros servicios. Y aumenta esta probabilidad en el caso de los servicios intensivos en conocimiento. Y en cuanto a la capacidad absorptiva externa, observamos que si la empresa disminuye la importancia de la información procedente de fuentes externas, entonces aumenta su probabilidad de no imitar y de no innovar, con independencia del sector al que pertenezca. Y si disminuye su dificultad de encontrar personal cualificado, entonces disminuye su probabilidad de no imitar y de no innovar en el caso de todas las empresas manufactureras y en el de los servicios intensivos en conocimiento. En cambio, aumenta esta probabilidad en el caso de los otros servicios.

En segundo lugar, nos fijamos en la probabilidad que tiene una empresa de imitar y observamos que si la empresa aumenta su gasto en I+D interna, entonces disminuye la probabilidad de imitar en las empresas que pertenecen a sectores intensivos en tecnología y aumenta en los otros sectores. En cambio, si la empresa aumenta su gasto en I+D externa, disminuye su probabilidad de imitar en el caso de las empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica y aumenta en el de las empresas que pertenecen a los otros sectores. Y si la empresa coopera más con otros *partners*, entonces disminuye su probabilidad de imitar en todas las empresas manufactureras y en los otros servicios, y aumenta su probabilidad de imitar en los servicios intensivos en conocimiento. También observamos que si una empresa se aproxima a la frontera tecnológica, entonces disminuye su probabilidad de imitar si pertenece a las manufacturas con alta intensidad tecnológica, mientras que aumenta su probabilidad de imitar si pertenece a los otros sectores.

Respecto a la capacidad absorptiva externa, observamos que si la empresa disminuye la importancia de la información procedente de fuentes externas, entonces aumenta su probabilidad de imitar de las empresas que pertenecen a sectores intensivos en tecnología y disminuye en el caso de las otras empresas. Y si una empresa disminuye su dificultad para encontrar personal cualificado (INTERNAL), entonces aumenta su probabilidad de imitar, en las empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica y disminuye en el resto de los sectores.

Y en tercer lugar, nos fijamos en la probabilidad que tiene una empresa para innovar y observamos que si una empresa aumenta su gasto en I+D interna, entonces aumenta su probabilidad de innovar, con independencia del sector al que pertenezca. En cambio, si incrementa su gasto en I+D externa, entonces aumenta su probabilidad de innovar en el caso de todas las empresas manufactureras y en el de los otros servicios, y disminuye su probabilidad en el caso de los servicios intensivos en conocimiento. Y en cuanto a la cooperación, observamos que solo las empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica que cooperan más con sus *partners* tienen más probabilidad de innovar.

Tabla 5.9. Efectos marginales para el modelo en función del sector al que pertenece la empresa

	Empresas manufactureras con alta intensidad tecnológica	Empresas manufactureras con baja intensidad tecnológica	Servicios intensivos en conocimiento	Otros servicios
No imita/innova				
Fuentes de la innovación				
I+D interna	-	-	-	-
I+D externa	-	-	+	-
Cooperación*	-	+	+	+
Distancia tecnológica				
Distancia tecnológica	-	-	+	-
Capacidad absorptiva externa				
MARKINF	+	+	+	+
PUBLINF	+	+	+	+
OTHERS	+	+	+	+
Capacidad absorptiva interna				
INTERNAL	-	-	-	+
Características de la empresa				
Tamaño	-	-	+	-
Inversión	-	+	+	-
Grupo*	+	+	-	-
Cuota mercado	+	+	-	+
Edad	+	+	+	+
Imita				
Fuentes de la innovación				
I+D interna	-	+	-	+
I+D externa	-	+	+	+
Cooperación*	-	-	+	-
Distancia tecnológica				
Distancia tecnológica	-	+	+	+
Capacidad absorptiva externa				
MARKINF	+	-	+	-
PUBLINF	+	-	+	-
OTHERS	+	-	+	-
Capacidad absorptiva interna				
INTERNAL	-	+	-	-
Características de la empresa				
Tamaño	-	+	+	+
Inversión	-	-	+	+
Grupo*	+	-	-	+
Cuota mercado	+	-	-	-
Edad	+	-	+	+
Innova				
Fuentes de la innovación				
I+D interna	+	+	+	+
I+D externa	+	+	-	+
Cooperación*	+	-	-	-
Distancia tecnológica				
Distancia tecnológica	+	+	-	+
Capacidad absorptiva externa				
MARKINF	-	-	-	-
PUBLINF	-	-	-	-
OTHERS	-	-	-	-
Capacidad absorptiva interna				
INTERNAL	+	+	+	-
Características de la empresa				
Tamaño	+	+	-	+
Inversión	+	-	-	+
Grupo*	-	-	+	+
Cuota mercado	-	-	+	-
Edad	-	-	-	-

Fuente: PITEC

Respecto a la distancia, podemos decir que si una empresa se aproxima a la frontera tecnológica, entonces aumenta su probabilidad de innovar. Esto sucede así en el caso de todas las empresas, excepto en el de las que pertenecen a los servicios intensivos en conocimiento. Y en cuanto a la capacidad absorptiva externa, vemos que si la empresa disminuye la importancia de las fuentes externas, entonces disminuye su probabilidad de innovar. Esto sucede así en el caso de todas las empresas, con independencia del sector en el que se encuentren. En cambio, si una empresa disminuye su dificultad para captar personal cualificado (INTERNAL), entonces aumenta su probabilidad de innovar solo si pertenece a las manufacturas o a los servicios intensivos en conocimiento.

5.6. Conclusiones

En las últimas dos décadas, los trabajos teóricos y empíricos sobre la conducta empresarial remarcan que la posición relativa de la empresa respecto a la frontera tecnológica es un factor clave para que esta se decante por la estrategia de innovación o imitación; asimismo, también diversos trabajos nos ilustran acerca de la importancia de la capacidad absorptiva de las empresas para el diseño de las estrategias empresariales en materia de innovación. A partir de un panel dinámico que ofrece información para una muestra de 5.575 empresas, este trabajo integra en un mismo marco analítico dos dimensiones que están estrechamente relacionadas, pero que a menudo han sido tratados por separado. Por un lado la posición relativa a la frontera y, por otro, la capacidad absorptiva de la empresa en su papel de factores condicionantes de la conducta innovadora de las empresas españolas.

Los resultados empíricos parten de una clasificación de las industrias en cuatro grupos según la intensidad tecnológica, y de ellos se desprenden una serie de hechos estilizados de gran interés.

En concreto, observamos que la distancia a la frontera tecnológica es significativa para todas las empresas, con independencia del sector al que pertenezcan. En el caso de las manufacturas y de los otros servicios, vemos que las empresas que más se aproximan a la frontera tecnológica son las que tienen más probabilidad de innovar. Es decir, las empresas situadas más cerca de la frontera tienden a innovar con mayor frecuencia que las empresas más rezagadas. En cambio, en el caso de los servicios intensivos en conocimiento, el valor del parámetro adopta un signo distinto del que cabría esperar. Es decir, aquellas empresas de los servicios intensivos en conocimiento que tienen una productividad relativa inicial menor no están sujetas a una serie de limitaciones que desincentivan sus apuestas por la innovación.

En cuanto a la capacidad absorptiva, podemos afirmar que en las cuatro agrupaciones sectoriales los determinantes asociados a la capacidad absorptiva externa (la información procedente de los

mercados, de las instituciones públicas o de otras posibles fuentes) muestran que las empresas, cuando encuentran barreras para acceder a la información externa, ven reducida su capacidad para innovar. Asimismo, los resultados obtenidos por medio de la variable que recoge las barreras a la contratación de personal cualificado, *proxy* de la capacidad absorptiva interna, indican que las empresas manufactureras y las que pertenecen a los servicios intensivos en conocimiento que se enfrentan a mayores dificultades para contratar personal especializado experimentan una menor capacidad para innovar.

Estos resultados sugieren que las estrategias de innovación e imitación están relacionadas con la distancia de una empresa a la frontera tecnológica y de su capacidad absorptiva, y destacan la importancia de distinguir entre manufacturas y servicios, y también por intensidad tecnológica, ya que no todos los sectores se comportan de la misma forma.

La evidencia empírica obtenida es de gran interés para la evaluación y el posterior diseño de políticas públicas orientadas a la promoción de la innovación. Estos resultados son aún más relevantes en países como España que, en una coyuntura como la actual, están obligados a llevar a cabo estrategias de oferta que tiendan a mejorar el nivel de productividad de las empresas y a realizar una apuesta firme en materia de I+D y de innovación. Por lo tanto, es necesario diseñar diferentes políticas públicas orientadas al fomento de la innovación empresarial para diferentes sectores y en función de la posición de la empresa respecto a la frontera tecnológica y de su capacidad.

5.7 Bibliografía

- Acemoglu, D., Aghion, P., Zilibotti, F. (2006). Distance to frontier, selection, and economic growth. *Journal of the European Economic Association*. 4 (1), pp. 37-74.
- Aghion, P., Howitt, P. (2006). Appropriate growth policy: A unifying framework. *Journal of the European Economic Association*. 4(2-3), pp. 269-314.
- Aitchison, J., Silvery, S.D. (1957). The generalization of probit analysis to the case of multiple responses. *Biometrika*. 44, pp. 131-150.
- Alpert, F.H., Kamins, M.A. (1995). An Empirical Investigation of Consumer Memory, Attitude, and Perceptions toward Pioneer and Follower Brands. *The Journal of Marketing*. 59(4), pp. 34-45.
- Ali, A., Krapfel, R., Labahn, D. (1995). Product innovativeness and entry strategy: impact on cycle time and break-even time. *Journal of Product Innovation Management*. 12, pp. 54-69.
- Arbussà, A., Coenders, G. (2007). Innovation activities, use of appropriation instruments and absorptive capacity: Evidence from Spanish firms. *Research Policy*. 36, pp. 1545-1558.
- Arora, A., Gambardella, A. (1994). The changing technology of technological change: general and abstract knowledge and the division of innovative labour. *Research Policy*. 23, pp. 523-532.

- Arrow, K. J. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing. *Review of Economic Studies*. 29, pp. 155-173.
- Ashford, J.R. (1959). An Approach to the Analysis of Data for Semi-Quantal Responses in Biological Assay. *Biometrics*. 15 (4), pp. 573-581.
- Atuahene-Gima, K., Ko, A. (2001). An empirical investigation of the effect of market orientation and entrepreneurship orientation alignment on product innovation. *Organization Science*. 12 (1), pp. 54-74.
- Barro, R.J., Sala-i-Martin, X. (1997). Technological Diffusion, Convergence, and Growth. *Journal of Economic Growth*. 2, pp. 1-27.
- Bolton, M.K. (1993). Imitation Versus Innovation: Lessons to Be Learned From the Japanese. *Organizational Dynamics*, 21(3), pp. 30-45.
- Bowman, D., Gatignon, H. (1996). Order of entry as a moderador of the effect of the marketing mix on market share. *Marketing Science*. 15(3), pp. 222-242.
- Carpenter, G.S., Nakamoto, K. (1989). Consumer Preference Formation and Pioneering Advantage. *Journal of Marketing Research*. 26 (3), pp. 285-298.
- 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.
- Cassiman, B., Veugelers, R. (2000). External Technology Sources: Embodied or Disembodied Technology Acquisition. University Pompeu Fabra, Economics and Business Working Paper No. 444.
- Cohen, W.M., Levinthal, D.A. (1989). Innovation and learning: The two faces of R&D. *Economic Journal*, 99, pp. 569-596.
- Cohen, W.M., Levinthal, D.A. (1990). Absorptive-capacity – A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*. 35 (1), pp. 128-152.
- Denstadli, J.M., Lines, R., Gronhaug, K. (2005). First mover advantages in the discount grocery industry. *European Journal of Marketing*. 39(7/8), pp. 872-884.
- Gilbert, J.T., Birnbaum-More, P.H. (1996). Innovation timing advantages: From economic theory to strategic application. *Journal of Engineering and Technology Management*. 12, pp. 245-266.
- Golder, P.N., Tellis, G.J. (1993). Pioneer Advantage: Marketing Logic or Marketing Legend?. *Journal of Marketing Research*. 30(2), pp. 158-170.
- Green, J.R., Scotchmer, S. (1995). On the Division of Profit in Sequential Innovation. *The RAND Journal of Economics*. 26(1), pp. 20-33.
- Gurland, J., Lee, I., Dahn, P. (1960). Polychotomous quantal response in biological assay. *Biometrics*. 16, pp. 382-398.
- Hall, P. (1994). Innovation, Economics and Evolution, Theoretical Perspectives on Changing Technology in Economic Systems. NewYork: Harvester Wheatsheaf.

- Hall, B. H., Mairesse, J., Mohnen, P. (2010). Measuring the Returns to R&D. En Hall, B. H., Rosenberg, N. (eds.) *Handbook of the Economics of Innovation* (pp. 1034-1076). Amsterdam and New York: Elsevier.
- Jaffe, A.D., Newell, R.G., Stavins, R. (2003). Technological Change and the Environment. En: Mäler, K.G., Vicent, J. (eds.). *Handbook of Environmental Economics* (pp. 461-516). Amsterdam: Elsevier
- Kardes, F.R., Kalyanarma, G., Chandrashekar, M., Dornoff, R.J. (1993). Brand Retrieval, Consideration Set Composition, Consumer Choice, and the Pioneering Advantage. *Journal of Consumer Research*. 20 (1), pp. 62-75.
- Kerin, R.A., Varadarajan, P.R., Peterson, R.A. (1992). First-Mover Advantage: A Synthesis, Conceptual Framework, and Research Propositions. *The Journal of Marketing*. 56(4), pp. 33-52.
- Levin, R. C., Klevorick, A. K., Nelson, R. R., Winter, S. G. (1984). Survey Research on R and D Appropriability Technological Opportunity: Part I, Working Paper, Yale University.
- Lieberman, M.B., Montgomery, D.B. (1998). First-mover (dis)advantages: retrospective and link with the resource-based view. *Strategic Management Journal*, 19(12), pp. 1111-1125.
- Lööf, H., Heshmati, A. (2006). On the relationship between innovation and performance: A sensitivity analysis. *Economics of Innovation and New Technology*. 15 (4/5), pp. 317 – 344.
- Maddala, G.S. (1983). *Limited-Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mairesse, J., Mhonen, P. (2004). The importance of R&D for innovation: A reassessment using French survey data. *The Journal of Technology Transfer*. 30 (1-2), pp. 183-197.
- Manu, F.A. (1992). Innovation orientation, environment and performance: a comparison of US and European markets. *Journal of International Business Studies*. 23(2), pp. 333-359.
- Mansfield, E., Schwartz, M., Wagner, S. (1981). Imitation Costs and Patents: An Empirical Study. *The Economic Journal*. 91 (364), pp. 907-918.
- Mascarenhas, B. (1992). Order of entry and performances in international markets. *Strategic Management Journal*. 13(7), pp. 483-558.
- McCullagh, P. (1980). Regression Models for Ordinal Data. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*. 42 (2), pp. 109-142.
- Munuera, J.L., Rodríguez, A.I. (2007). *Estrategias de Marketing: Un enfoque basado en el proceso de dirección*. Madrid: ESIC Editorial.
- OCDE (1992). *Oslo Manual: Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*. Paris: OECD Publications.
- OCDE (1996). *Oslo Manual*. (2nd Edition) Paris: OECD Publications.
- OCDE (2005). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation*. (3rd

- Edition). Paris: OECD Publications.
- Polterovich, V., Tonis, A. (2005). Innovation and Imitation at Various Stages of Development: A Model with Capital. New Economic School Research Report.
- Robinson, W.T., Fornell, C. (1985). Sources of Market Pioneer Advantages in Consumer Goods Industries. *Journal of Marketing Research*. 22 (3), pp. 305-317.
- Robinson, W.T., Fornell, C., Sullivan, M. (1992). Are market pioneers intrinsically stronger than later entrants?. *Strategic Management Journal*. 13(8), pp. 609-624.
- Robinson, W.T., Min, S. (2002). Is the first to market the first to fail? Empirical evidence for industrial goods businesses. *Journal of Marketing Research*. 39, pp. 120–128.
- Rosenberg, N. (1990). Why do firms do basic research?. *Research Policy*. 19, pp. 165-174.
- Segerstrom, P.S., Zolnierek, J.M. (1999). The R&D Incentives of Industry Leaders. *International Economic Review*. 40(3), pp. 745-766.
- Schnaars, S.P. (1994). Managing Imitation Strategies: How Late Entrants Seize Marketing from Pioneers. The Free Press, New York, NY.
- Schumpeter, J.A. (1934). *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Schmookler, J. (1966). *Invention and Economic Growth*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Tilton, J. E. (1971). *International Diffusion of Technology: The Case of Semiconductors*. Washington: Brookings Inst.
- Urban, G.L., Carter, T., Gaskin, S., Mucha, Z. (1986). Market Share Rewards to Pioneering Brands: An Empirical Analysis and Strategic Implications. *Management Science*. 32(6), pp. 645-659.
- Vandenbussche, J., Aghion, P., Meghir, C. (2006). Growth, distance to frontier and composition of human capital. *Journal of Economic Growth*. 11, pp. 97-127.
- Vinding, A.L. (2006). Absorptive capacity and innovative performance: A human capital approach. *Economics of Innovation and New Technology*. 15(4), pp. 507 – 517.
- Zhou, K.Z. (2006). Innovation, imitation, and new product performance: the case of China. *Industrial Marketing Management*. 35(3), pp. 394-402.

CAPÍTULO 6:

CONSIDERACIONES FINALES

6.1. Introducción

6.2. Resumen y conclusiones

6.2.1. Marco conceptual

6.2.2. Bases de datos y técnicas econométricas

6.2.3. Innovación, frontera tecnológica y capacidad
absortiva: un estudio a nivel de países

6.2.4. Innovación y capacidad absortiva:
¿dependen de la frontera tecnológica?

6.2.5. Innovar o imitar: ¿importa la distancia a la frontera
tecnológica y la capacidad absortiva de las empresas?

6.3. Implicaciones de política económica

6.4. Futura investigación

6.5. Bibliografía

6.1. Introducción

La presente tesis doctoral se enmarca dentro del campo de la economía de la innovación. En nuestra época la innovación se sitúa en el epicentro del progreso social y del cambio tecnológico y, por ello, la parcela dedicada a su estudio tiene que dar respuesta a un volumen creciente de preguntas relacionadas con la tipología de las innovaciones, los incentivos y las barreras que encuentran las empresas para innovar y el efecto de las políticas públicas sobre la conducta de las empresas innovadoras, entre otras muchas cuestiones.

La complejidad del propio concepto de innovación, junto con la creciente atención de las instituciones públicas y las empresas, ha sido correspondida con un volumen creciente de investigaciones tanto teóricas como aplicadas. En los últimos tiempos las dificultades de las instituciones públicas y de los organismos internacionales para comprender la naturaleza y las implicaciones de las innovaciones se ha traducido en un creciente volumen de bases de datos a nivel de empresa que ha facilitado el estudio del tema desde perspectivas complementarias.

Dada la complejidad del objeto de estudio —las innovaciones y sus determinantes— y la heterogeneidad del sujeto de este trabajo —los países y las empresas españolas en las manufacturas y los servicios—, el campo de análisis se circunscribe a dos dimensiones relacionadas con la innovación: la frontera tecnológica y la capacidad absorptiva entre países o empresas.

Desde la aportación pionera de Alexander Gerschenkron en *Economic Backwardness in Historical Perspective* (1962) sobre la facilidad que tienen las economías atrasadas para acortar la distancia que las separa de la frontera tecnológica (“ventaja del rezagado”), la aplicación de este enfoque a nivel de empresa ha abierto nuevas posibilidades. La convergencia en términos de productividad entre empresas, la mayor facilidad para imitar las innovaciones de las empresas líderes del mercado o la reducción de los riesgos de las innovaciones son algunos de los aspectos a tener en cuenta. Desde un ángulo complementario, primero los autores que se ocupan del desarrollo económico y después los investigadores que estudian la conducta y los resultados a nivel de empresa implantaron la noción de frontera tecnológica. Este concepto no deja de tener un cierto componente metafórico dado su empeño por distinguir a los líderes de los rezagados en un momento determinado. Así pues, nos encontramos con un concepto que se adapta a los espacios nacionales, regionales, sectoriales y también al nivel micro. En cierto modo, la frontera tecnológica, junto con los factores asociados con los mercados, destaca la importancia de las instituciones a la hora de establecer los derechos de propiedad e incentivar a las empresas a asumir riesgos y apostar por el cambio que suponen las

innovaciones. Este concepto cuestiona de lleno la literatura macroeconómica que durante décadas fue el soporte intelectual del llamado “consenso de Washington”, que recomendó la plena desregulación de los mercados y una nula apuesta por las políticas públicas dirigidas al fomento de la I+D y de la innovación debido a los fallos de mercado que exhiben la generación y la transferencia de conocimientos. La noción de frontera tecnológica destaca el papel específico de las “instituciones adecuadas” desde distintos niveles de desarrollo. Recientemente también se ha recurrido a este concepto para estudiar las estrategias de las empresas en materia de innovación.

Sin duda, nuestras economías cada vez dependen más del conocimiento. Ahora bien, en un contexto caracterizado por una apuesta por la generación y el desarrollo de una multitud notable de invenciones, los altos niveles de cualificación de los trabajadores y ciertas facilidades para acceder al conocimiento, el acceso al conocimiento, aunque importante, resulta cada vez menos determinante. La habilidad para encontrarlo, la destreza para adaptarlo a las necesidades de la organización y la capacidad para aprovecharlo cobran gran importancia. Es en este contexto donde aparece un nuevo concepto: el de la capacidad absorptiva (Cohen y Levinthal, 1989, 1990).

El objetivo de esta tesis ha sido analizar el impacto de las fuentes de la innovación, la frontera tecnológica y los determinantes de la capacidad absorptiva sobre la productividad, tanto desde una perspectiva macroeconómica (a nivel de países) como desde una perspectiva microeconómica (a nivel de empresas). Además, también hemos pretendido analizar cómo variaba este impacto en función de si la empresa imitaba o innovaba.

Las cuestiones vinculadas a la innovación, la frontera tecnológica y la capacidad absorptiva que han guiado esta tesis doctoral han sido las siguientes:

- 1) ¿Influyen la innovación, la frontera tecnológica y la capacidad absorptiva sobre la PTF de algunos países?
- 2) ¿Influyen la innovación, la frontera tecnológica y la capacidad absorptiva sobre la productividad laboral y la PTF de las empresas españolas?
- 3) ¿Importa la distancia respecto a la frontera tecnológica y la capacidad absorptiva de las empresas españolas para decidir si elegir una estrategia de imitación o una de innovación?

Como hemos podido comprobar, el trabajo comienza con un enfoque macro aplicado a una muestra de países desarrollados para descender después a un enfoque micro, donde la empresa española innovadora, de hecho o en potencia, se convierte en protagonista, tanto en los sectores manufactureros como en los servicios. Entre las aportaciones más relevantes del trabajo podemos destacar las siguientes:

- 1) Desde un punto de vista macroeconómico: i) hemos analizado diferentes factores que determinan el nivel de productividad de un país de manera conjunta (muchas veces en la literatura han sido tratados por separado); y ii) hemos propuesto una nueva forma de medir la capacidad absorptiva.
- 2) Desde un punto de vista microeconómico: i) hemos abordado el desarrollo empírico a partir de cuatro muestras de empresas: manufacturas con alta y baja intensidad tecnológica, servicios intensivos en conocimiento y otros servicios (la mayoría de los trabajos encontrados en la literatura no distinguen entre manufacturas y servicios o solo analizan las manufacturas); ii) no analizamos solo la productividad laboral (como el grueso de los trabajos sobre esta temática), sino que vamos un paso más allá y consideramos también la productividad total de los factores (PTF); iii) analizamos de manera explícita el tema de la distancia respecto a la frontera tecnológica, algo que apenas se ha hecho en la literatura microeconómica; iv) estudiamos el comportamiento de la capacidad absorptiva distinguiendo entre las empresas que se encuentran cerca de la frontera tecnológica y las que están lejos de ella; v) tratamos de manera detallada las diferentes estrategias de innovar o imitar de la empresa en función de su distancia a la frontera tecnológica y de su capacidad absorptiva; y vi) disponemos de un panel de datos que nos ha permitido desarrollar un análisis más rico que el que permiten los datos cross-section usados hasta el momento en la mayoría de los trabajos de este tipo.

Como ya hemos visto, uno de los conceptos clave en esta tesis doctoral ha sido el de frontera tecnológica, que a lo largo del trabajo ha sido analizado desde diferentes perspectivas. En el capítulo 3 hemos estudiado la frontera tecnológica y para tratar este concepto hemos seguido el trabajo de Griffith et ál. (2004), el cual define la frontera tecnológica como la PTF del país con este nivel más alto. En el capítulo 4 hemos hablado de proximidad a la frontera y para analizar este concepto hemos seguido el trabajo de Coad (2008). Este autor considera 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 atrasadas, es decir, a las que se encuentran lejos de ella. Y en el capítulo 5 hemos estudiado la distancia a la frontera tecnológica y para analizar este concepto hemos seguido el trabajo de Polterovich y Tonis (2005) y Vandebussche et ál. (2006), y hemos definido la distancia de una empresa a la frontera tecnológica como la productividad de la empresa respecto a la productividad de la empresa líder en el sector.

Otro de los conceptos clave en esta tesis doctoral ha sido el de capacidad absorptiva, entendido como la capacidad para absorber conocimiento del exterior. A nivel macroeconómico se entiende por exterior el país extranjero y a nivel microeconómico, fuera de la empresa. Para medir este concepto a nivel macroeconómico, se utiliza la habilidad y el esfuerzo de los trabajadores y los directivos para aplicar nueva tecnología (Xu, 2000; Papageorgiou, 2000; y Griffith et ál., 2004, entre otros). Y se asume que la habilidad se incrementa por el nivel de capital humano en el país y que el esfuerzo se incrementa por la intensidad en I+D (la ratio de los gastos en I+D por el output) (Kneller, 2005). Y para medir este concepto a nivel microeconómico, se consideran dos tipos de conocimiento. El primer tipo considera la capacidad o habilidad de la empresa para evaluar la información externa, mientras que el segundo toma en consideración su habilidad para utilizar la información procedente de fuera de los límites de la organización (Arora y Gambardella, 1994; Cassiman y Veugelers, 2000; y Arbussa y Coenders, 2007, entre otros).

En este último capítulo resumiremos los principales resultados y conclusiones encontrados en los capítulos previos, indicaremos algunas posibles implicaciones en la política económica y comentaremos la investigación futura que nos gustaría llevar a cabo.

6.2. Resumen y conclusiones

Esta sección presenta los principales objetivos, resultados empíricos y conclusiones obtenidos en cada capítulo previo. Creemos que nuestras principales aportaciones son más empíricas que teóricas, lo cual nos permite conocer mejor el comportamiento de algunos países (desde el punto de vista macroeconómico) y de las empresas españolas (desde el punto de vista microeconómico).

6.2.1. Marco conceptual

En el capítulo 1 revisamos la literatura teórica y empírica de los principales conceptos tratados en esta tesis, como son la innovación, la frontera tecnológica y la capacidad absorptiva.

En cuanto a la innovación, encontramos que la literatura macroeconómica destaca la I+D interna y la I+D externa como las principales fuentes de innovación. Y desde un punto de vista microeconómico, la literatura destaca la I+D interna, la I+D externa y la cooperación.

En relación con la frontera tecnológica, podemos destacar diferentes aportaciones. Desde un punto de vista macroeconómico, encontramos a Gerschenkron (1962), que considera que las economías atrasadas tienen facilidad para acortar la distancia que las separa de la frontera tecnológica a través de la imitación y la absorción de tecnología externa. Por su parte, Abramovitz (1986) muestra que los países seguidores han de disponer de una determinada

dotación de capital físico, humano y tecnológico para poder utilizar la tecnología foránea y beneficiarse de las externalidades tecnológicas. Griffith et ál. (2004) afirman que el país que se encuentra en la frontera es el país con el mayor nivel de PTF. Y para Polterovich y Tonis (2005), la distancia a la frontera tecnológica es la productividad del país objeto de estudio respecto a la productividad del país situado en la frontera. Y desde un punto de vista microeconómico, la principal aportación la hace Coad (2008), quien considera que los cuantiles más altos corresponden a las empresas líderes, las que se encuentran cerca de la frontera tecnológica, y los cuantiles más bajos corresponden a las empresas atrasadas, las que se encuentran lejos de ella.

Y respecto a la capacidad absorptiva, hemos visto que los primeros autores en tratar este concepto a nivel microeconómico fueron Cohen y Levinthal (1989, 1990), quienes consideraron que la capacidad absorptiva es la habilidad de una empresa para identificar, asimilar y aplicar con fines comerciales el conocimiento proveniente de fuentes externas a ella. A nivel macroeconómico, Verspagen (1991) y Fagerberg (1994) afirmaron que la innovación doméstica mejora la capacidad para absorber la tecnología del país extranjero (capacidad absorptiva).

6.2.2. Bases de datos y técnicas econométricas

En el capítulo 2 explicamos las bases de datos y las técnicas econométricas utilizadas en este trabajo. A nivel macroeconómico, explotamos las bases de datos STAN, ANBERD, EU KLEMS y WDI (World Development Indicators) y a nivel microeconómico, la base de datos PITEC. En cuanto a las técnicas econométricas, a nivel macroeconómico utilizamos los test de raíz unitaria, la cointegración y los *Dynamic Ordinary Least Squares* (DOLS), y a nivel microeconómico, el probit, las técnicas de regresión cuantílica y el probit ordenado.

6.2.3. Innovación, frontera tecnológica y capacidad absorptiva: un estudio a nivel de países

En el capítulo 3 el objetivo ha sido el impacto que tienen la I+D doméstica, la I+D extranjera, la frontera tecnológica, la capacidad absorptiva, el desarrollo del sistema financiero y las instituciones sobre la PTF del país objeto de estudio. Y en particular, hemos querido analizar si la capacidad absorptiva del país que se encuentra en la frontera tiene un impacto positivo sobre la PTF del país objeto de estudio. Además, hemos propuesto otra forma de medir la capacidad absorptiva.

Para ello, primero hemos probado la presencia de una raíz unitaria y después hemos asegurado una relación de cointegración entre las variables implicadas en el modelo para poder sacar conclusiones a largo plazo. Y por último, para estimar el modelo, hemos utilizado una técnica econométrica que combina el tratamiento tradicional de los datos de panel con las técnicas

de cointegración: los Dynamic Ordinary Least Squares (DOLS). Esta técnica soluciona las limitaciones de los OLS, ya que su distribución no suele ser estándar por la presencia de un sesgo de muestras finitas (causado bien por la endogeneidad de las variables explicativas, bien por la correlación serial de la perturbación).

Utilizando un panel de datos que comprende ocho países de la OCDE entre 1973-2004 y para el business sector, hemos encontrado diversos resultados, entre los que destacamos que la I+D doméstica, la I+D extranjera, la frontera tecnológica, la capacidad absorptiva del país que se encuentra en la frontera y el desarrollo de las instituciones tienen un impacto positivo sobre el nivel de la PTF. En cambio, el desarrollo del sistema financiero tiene un impacto negativo.

6.2.4. Innovación y capacidad absorptiva: ¿dependen de la frontera tecnológica?

En el capítulo 4 el objetivo ha sido estudiar cómo la capacidad absorptiva y sus determinantes internos y externos inciden sobre la dinámica innovadora y la productividad en las empresas españolas. Los niveles de eficiencia de la empresa individual se miden por medio de dos variables, la productividad laboral y la productividad total de los factores (PTF). El marco de referencia del trabajo parte, desde la vertiente teórica, de las contribuciones seminales de Cohen y Levinthal (1989, 1990) sobre la capacidad absorptiva, y, desde la vertiente aplicada, del modelo estructural propuesto por Crépon, Duguet y Mairesse (1998), que aborda en tres etapas los determinantes de la I+D, la incidencia de esta sobre los *outputs* de las innovaciones y, por último, los efectos de la innovación sobre la productividad de las empresas.

Para ello, hemos utilizado un modelo estructural de dos etapas. En una primera etapa hemos abordado, a partir de una estimación probit, cómo las fuentes de la innovación, los determinantes de la capacidad absorptiva y un vector de rasgos individuales de la empresa influyen en la probabilidad de desarrollar innovaciones de producto y/o de proceso. En una segunda etapa hemos analizado, a través de una regresión cuantílica, la incidencia de las fuentes de innovación y la capacidad absorptiva sobre la productividad. Este método permite observar la elasticidad de cada determinante de la productividad según el nivel de productividad de las empresas, lo que nos ha permitido distinguir entre las empresas que se encuentran cerca de la frontera tecnológica y las que están lejos de ella.

Para una muestra de 5.575 empresas, durante el período 2004-2009, los resultados que hemos obtenido ponen de manifiesto que la capacidad absorptiva interna presenta un impacto indiscutible sobre la productividad de las empresas al margen de sus niveles de eficiencia, mientras que el papel de la capacidad absorptiva externa varía en función de las características del sector y de la distancia respecto a la frontera tecnológica de las empresas españolas.

6.2.5. Innovar o imitar: ¿importa la distancia a la frontera tecnológica y la capacidad absorptiva de las empresas?

Y en el capítulo 5 el objetivo ha sido analizar si la distancia a la frontera tecnológica que determinan las empresas innovadoras más eficientes y la capacidad absorptiva de las empresas influyen sobre la conducta de las empresas españolas a la hora de innovar o imitar.

La naturaleza ordinal de la variable dependiente refleja la intensidad del esfuerzo innovador de la empresa, aconsejando el uso de un modelo probit ordenado.

Para una muestra exhaustiva de 5.575 empresas, durante el período 2004-2009, los resultados empíricos que hemos encontrado para las manufacturas y los servicios españoles son significativos. En particular, conviene destacar dos aspectos. En primer lugar, las empresas manufactureras y las que pertenecen a los otros servicios que reducen su brecha con aquellas que determinan la frontera tecnológica incrementan su capacidad innovadora en detrimento de la imitación. En segundo lugar, las empresas españolas que tienen obstáculos para acceder a la información exterior ven reducida su capacidad innovadora. Y las empresas manufactureras y las que pertenecen a los servicios intensivos en conocimiento que se enfrentan a mayores dificultades para contratar personal especializado experimentan una menor capacidad para innovar. En resumen, cuando abordamos simultáneamente la distancia a la frontera tecnológica y la capacidad absorptiva de las empresas españolas, tanto en las manufacturas como en los servicios, observamos que ambos son dos factores determinantes de las elecciones de las empresas a la hora de innovar o imitar.

6.3. Implicaciones de política económica

Una tesis doctoral de las características de la presente no podría entenderse sin mencionar algunas implicaciones de política económica.

Según hemos visto en el capítulo 3, si el país que se encuentra en la frontera tecnológica aumenta su capacidad absorptiva, esto beneficia a los otros países. Por lo tanto, sería interesante para los otros países que el país que se encuentre en la frontera tecnológica diseñara diferentes políticas públicas que lo incentivarán a aumentar su capacidad absorptiva.

Como ya hemos comentado antes, un resultado sorprendente que hemos encontrado en el capítulo 4 es que las empresas que pertenecen a sectores con alta intensidad tecnológica o intensivos en conocimiento no perciben como un activo estratégico relevante la información procedente de las instituciones públicas, ya sea de las administraciones o de las instituciones científicas y tecnológicas. Es decir, estas empresas 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. De este resultado se desprende la conveniencia de que las instituciones públicas, y en particular las universidades y sus estructuras de transferencia, adapten los canales de transmisión de conocimiento a un entorno global más dinámico 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 de la frontera tecnológica como si se hallan lejos.

Y también hemos visto en el capítulo 5 que la evidencia empírica obtenida es de gran interés para la evaluación y el posterior diseño de políticas públicas orientadas a la promoción de la innovación. Estos resultados son aún más relevantes en países que, como España, en una coyuntura como la actual, están obligados a llevar a cabo estrategias de oferta que tiendan a mejorar el nivel de productividad de las empresas y a realizar una apuesta firme en materia de I+D y de innovación. Por lo tanto, es necesario diseñar diversas políticas públicas orientadas al fomento de la innovación empresarial para diferentes sectores y en función de la posición de la empresa respecto a la frontera tecnológica y de su capacidad absorbtiva.

6.4. Futura investigación

Al culminar la presente tesis doctoral es cierto que se cierra una puerta, pero el trayecto realizado permite abrir muchas más. En realidad, el objetivo de investigar un tema no son los resultados alcanzados, sino las puertas que se abren para el futuro. El abanico de posibilidades que nos da la presente tesis doctoral, con el apoyo de los trabajos precedentes, nos permite formular un abanico de preguntas que esperamos ser capaces de contestar en un futuro.

Entre las futuras investigaciones que me gustaría realizar, destacaríamos las siguientes:

- a) Estudiar los determinantes que influyen sobre el crecimiento de la PTF a nivel de países, en lugar de hacer el análisis sobre el nivel de la PTF, como hemos hecho en esta tesis doctoral.
- b) Analizar si los países considerados en el capítulo 3 experimentan algún tipo de shock estructural.
- c) Analizar los determinantes que influyen a nivel sectorial tanto sobre la PTF como sobre su crecimiento. Creo que sería interesante ver las diferencias que existen entre los diferentes sectores.
- d) Replicar el trabajo hecho en los capítulos 4 y 5 para diferentes países y ver las diferencias

que hay entre ellos. Para ello, tendría que conseguir los datos del CIS de cada uno de los países que quisiera analizar.

- e) Replicar el trabajo hecho en los capítulos 4 y 5 distinguiendo entre empresas jóvenes y empresas maduras y entre empresas pequeñas y empresas grandes.

Para concluir, me gustaría decir que creo que los tópicos analizados en esta tesis doctoral son relevantes, ya que hay muchos agentes interesados en ellos, como podrían ser las empresas innovadoras —y también las que no innovan—, para que puedan observar las ventajas que obtendrían si lo hicieran, los académicos y también los políticos. Por este motivo, creo que sería interesante continuar investigando en esta línea, sobre todo a nivel microeconómico, que creo que es donde se pueden hacer mayores aportaciones. Si los académicos continuamos investigando estos temas, en un futuro es posible que haya mucha más evidencia empírica, lo cual permitirá a los diferentes agentes conocer y entender mejor el tema y tomar mejores decisiones.

6.5. Bibliografía

- Abramovitz, M. (1986). Catching up, forging ahead and falling behind. *Journal of Economic History*. 46 (2), pp. 385-406.
- Arbussà, A., Coenders, G. (2007). Innovation activities, use of appropriation instruments and absorptive capacity: Evidence from Spanish firms. *Research Policy*. 36, pp. 1545-1558.
- Arora, A., Gambardella, A. (1994). The changing technology of technological change: general and abstract knowledge and the division of innovative labour. *Research Policy*. 23, pp. 523-532.
- Cassiman, B., Veugelers, R. (2000). External Technology Sources: Embodied or Disembodied Technology Acquisition. University Pompeu Fabra, Economics and Business Working Paper No. 444.
- 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.
- Cohen, W., Levinthal, D. (1989). Innovation and Learning: Two Faces of R&D. *Economic Journal*. 99, pp. 569-596.
- Cohen, W., Levinthal, D.A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*. 35, pp. 128-152.
- Crépon, B., Duguet, E., Mairesse, J. (1998). Research, innovation and productivity: An econometric analysis at the firm level. *Economics of Innovation and New Technology*. 7, pp. 115-158.
- Fagerberg, J. (1994). Technology and International Differences in Growth Rates. *Journal of Economic Literature*. 32 (3), pp. 1147-1175.

- Gerschenkron, A. (1962). *Economic Backwardness in Historical Perspective*. Harvard University Press, Cambridge MA.
- Griffith, R., Redding, S., 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), pp. 883-895.
- Kneller (2005). Frontier Technology, Absorptive Capacity and Distance. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 67, pp. 1-24.
- Papageorgiou, C. (2000). Technology Adoption, Human Capital, and Growth Theory. *Review of Development Economics*. 6(3), pp. 351-368.
- Polterovich, V., Tonis, A. (2005). Innovation and Imitation at Various Stages of Development: A Model with Capital. NES Working Paper. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1753531>
- Verspagen, B. (1991). A new empirical approach to catching up or falling behind. *Structural Change and Economic Dynamics*. 2 (2), pp. 359-380.
- Vandenbussche, J., Aghion, P., Meghir, C. (2006). Growth, distance to frontier and composition of human capital. *Journal of Economic Growth*. 11, pp. 97-127.
- Xu, B. (2000). Multinational enterprises, technology diffusion, and host country productivity growth. *Journal of Development Economics*. 62, pp. 477-493.

