



¿CÓMO INNOVAN LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS? UNA EVIDENCIA EMPÍRICA

How do Spanish firms innovate? An empirical evidence.

Jaidier Vega-Jurado, Antonio Gutiérrez-Gracia, Ignacio Fernández-de-Lucio

Resumen

Este artículo examina los determinantes del desempeño innovador de las empresas manufactureras españolas, considerando especialmente el efecto que ejercen diferentes estrategias relacionadas con la generación y adquisición de conocimiento. El análisis es realizado sobre una muestra de 1329 empresas activas en innovación. Los resultados indican que la contratación de actividades de I+D no influye sobre el desempeño innovador de las empresas y que la cooperación con agentes externos tiene un efecto limitado. En contraste, el desarrollo de actividades internas de I+D se muestra como la principal estrategia para la introducción de productos nuevos en el mercado. Estos resultados constituyen una llamada de atención para no sobrevalorar la importancia de la adquisición externa de conocimiento y destacan la necesidad de diseñar políticas de innovación centradas fundamentalmente en el fortalecimiento de las capacidades internas de las empresas.

Palabras claves: Adquisición de conocimiento; I+D interna; desempeño innovador.

Abstract

This paper investigates the determinants of firms' innovative performance, by exploring the effects of different innovation strategies related to generation and acquisition of technological knowledge. The analysis is based on a sample of 1329 Spanish manufacturing firms. The results suggest that R&D contracting has not significant effect on firms' innovative performance and that cooperation with external agents has a limited effect. In contrast, the development of in-house R&D activities seems to be the most important strategy to introduce new products onto the market. These results warns against the risk of overrating external knowledge sourcing, and highlight the need for policy makers to establish innovation policies mainly focus on strengthening the technological capabilities of firms.

Keywords: External knowledge sourcing; in-house R&D; innovative performance

- Jaidier Vega-Jurado, Antonio Gutiérrez-Gracia, Ignacio Fernández-de-Lucio
INGENIO (CSIC - UPV), Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento. Ciudad Politécnica de la Innovación, Camino de Vera s/n, Edificio 8E; 46022, Valencia, España. Tel: +34 963 877 048; fax: +34 963 877 091
e-mails: javega@ingenio.upv.es (J. Vega-Jurado); agutierr@ingenio.upv.es (A. Gutiérrez-Gracia); ifernand@ingenio.upv.es (I. Fernández-de-Lucio).

Introducción

La importancia de las fuentes externas de conocimiento como determinantes de la innovación ha sido enfatizada en la literatura reciente y desde una amplia variedad de aproximaciones teóricas. Los estudios realizados en el marco del pensamiento evolucionista, por ejemplo, destacan el proceso de innovación como un continuo aprendizaje, que se nutre de la interacción constante entre la empresa y los diversos agentes de su entorno (Lundvall ed., 1992; Breschi y Malerba, 1997). Asimismo, la teoría de las redes de innovación, en sus múltiples representaciones (Baptista y Swan, 1998; Cooke y Morgan, 1998), mantiene que las empresas pocas veces son capaces de innovar de forma individual y que la introducción de productos o procesos nuevos en el mercado depende de su habilidad para establecer fuertes vínculos con agentes externos. Argumentos similares han sido ofrecidos también desde el campo de la gestión estratégica empresarial, donde se ha señalado que la búsqueda de nuevas ideas de producto, nuevas formas de organización e incluso soluciones a problemas existentes, ha trascendido las fronteras de la organización, abarcando cada vez más la exploración de las capacidades disponibles en otras empresas o instituciones (Teece, 1992; March, 1991).

Además de la importancia que se le ha atribuido a nivel teórico, existe también una sólida evidencia empírica que demuestra que la utilización de fuentes externas de conocimiento representa un fenómeno en crecimiento. En la mayor parte de los países de la OECD, por ejemplo, los gastos empresariales en I+D externa han mostrado un incremento considerable, incluso superior al exhibido por los gastos totales en I+D o en innovación. En países como el Reino Unido o Alemania ha sido tal éste crecimiento que el peso relativo de la I+D externa en la estructura del gasto total en I+D, ha llegado casi a duplicarse en un periodo de 10 años (Howells, 1999; Bönte, 2003).

No obstante, y en contraste con las dinámicas anteriores, algunos investigadores han advertido el riesgo de sobrestimar el papel de las fuentes externas de conocimiento y destacan que en muchos sectores industriales la mayor parte del esfuerzo innovador no sólo es realizado por las propias empresas sino que además se desarrolla en el interior de las mismas (Nelson, 2000). Los estudios realizados por Oerlemans et al. (1998) en Holanda y por Freel (2003) en el Reino Unido, muestran que los recursos internos de la empresa constituyen el principal determinante de su desempeño innovador, y que el establecimiento de redes con agentes externos ejerce un efecto limitado. Adicionalmente, autores como Coombs (1996) han sugerido que en su deseo por descentralizar y subcontratar las actividades de I+D las empresas pueden estar debilitando sus competencias nucleares.

El presente artículo se desarrolla en el marco de esta preocupación y tiene como objetivo general analizar las estrategias de innovación empleadas por las empresas manufactureras españolas, entendiendo como tal los mecanismos que utilizan las empresas para generar y/o adquirir el conocimiento tecnológico que requieren para realizar sus procesos de innovación. Como estrategias de innovación se tienen en cuenta el desarrollo interno de actividades de I+D (estrategia de *hacer*) y la adquisición de conocimiento externo, bien sea a través de transacciones de mercado (estrategia de *comprar*), o a través de la cooperación con agentes externos (estrategia de *cooperar*). Tal como se observa, la estrategia de *hacer* está directamente relacionada con el uso de las fuentes internas de conocimiento, mientras que las estrategias *comprar* y *cooperar* lo están con la explotación de las fuentes externas. De esta forma, el estudio de estas estrategias aportará, en un sentido amplio, elementos de análisis para valorar la importancia que tienen las fuentes internas y externas de conocimiento en los procesos de innovación empresarial.

Cabe destacar que el término conocimiento tecnológico es empleado en este artículo en un sentido amplio e incluye no sólo el conocimiento derivado de las actividades de I+D, sino también el conocimiento obtenido bajo las formas de patentes, marcas de fábrica, estudio de diseños, etc., y adicionalmente, el conocimiento incorporado en las maquinarias y equipos. Como producto de la definición anterior, este artículo analiza una mayor diversidad de estrategias de innovación que las que comúnmente se han abordado en los estudios de esta naturaleza (Veugelers y Cassiman, 1999; Beneito, 2003; Cassiman y Veugelers, 2006). Por ejemplo, asociado con la estrategia de *comprar* no sólo se analiza la adquisición de I+D externa o de tecnología inmaterial (patentes, conocimientos técnicos, etc.), aspectos tradicionales en este tipo de literatura, sino que además se considera la adquisición de conocimiento "incorporado" en las maquinarias y equipos. El artículo contribuye de esta forma a reducir el sesgo a favor de una visión "desincorporada" de los procesos de innovación, el cual ha estado presente en la literatura relacionada con el análisis de las estrategias de innovación y, en general, en la literatura asociada a la economía del cambio tecnológico (Evangelista, 1999).

Adicionalmente, se considera en el análisis los posibles efectos que tienen las dinámicas industriales sobre el uso y explotación de las fuentes de conocimiento, contemplando para ello dos categorías sectoriales diferentes: las empresas basadas en la ciencia y las empresas dominadas por los proveedores (Pavitt, 1984). Esta selección obedece a que estas categorías son las que, en teoría, presentan los patrones de innovación más diferenciados y en las que se distinguen con mayor claridad la utilización de las diferentes estrategias de innovación aquí consideradas. Por ejemplo, Pavitt (1984) sugiere que para las

empresas dominadas por los proveedores (textil, confección y peletería, cuero y calzado, madera y corcho, muebles, papel, etc.) el conocimiento tecnológico está incorporado básicamente en máquinas, equipos y bienes de capital producidos por empresas de otros sectores, mientras que para las empresas basadas en la ciencia (química, productos farmacéuticos, componentes electrónicos, aparatos de radio, televisión y comunicación, construcción aeroespacial) las principales fuentes de conocimiento tecnológico son las actividades internas de I+D y la investigación científica realizada por las universidades y los institutos públicos de investigación.

Datos y metodología

Datos

Los datos utilizados para el análisis empírico provienen de la Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas para el año 2004 (EIT), llevada a cabo por el Instituto Nacional de Estadística de España¹. Esta encuesta está basada en el Manual de Oslo, y provee información sobre el comportamiento innovador de las empresas españolas durante el periodo 2002-2004. La muestra original incluye aproximadamente 4400 empresas manufactureras, distribuidas a lo largo del territorio español. No obstante, este artículo se focaliza en el colectivo de empresas activas en innovación, es decir, aquellas que han desarrollado alguna actividad orientada a la introducción en el mercado de productos o procesos nuevos o mejorados, durante el periodo 2002-2004. Esta decisión se justifica en la medida en que los aspectos analizados en este estudio carecen de sentido para aquellas empresas que no tienen la intención de realizar ninguna actividad de innovación. De hecho, solamente las empresas activas en innovación son las que contestan todas las preguntas del cuestionario, entre las que se encuentran aquellas relacionadas con la cooperación en actividades de innovación. De esta forma, al restringir el análisis únicamente a este colectivo de empresas se obtiene una visión mucho más clara de la utilización de las estrategias de innovación, evitando sobrevalorar el peso de observaciones con “valores perdidos” en algunas variables. Tal sería el caso, por ejemplo, de aquellas empresas que no han cooperado en actividades de innovación, no porque hayan elegido otra estrategia de innovación, sino porque simplemente no tienen la intención de innovar.

La muestra definitiva, después de eliminar tanto las empresas

no activas en innovación, como aquellas observaciones indicadas en los ficheros como incidencias que pueden producir comparaciones anómalas (empresa de nueva creación, fusiones, venta o cierre de la empresa), es de 1329 empresas, pertenecientes a las categorías sectoriales de empresas dominadas por los proveedores (675 empresas) y empresas basadas en la ciencia (654 empresas).

Definición de variables e hipótesis

En este artículo se consideran dos variables dependientes dicotómicas, una relacionada con la innovación de producto (*Prodin*) y otra relacionada con la innovación de proceso (*Procin*). Estas variables se derivan directamente de dos preguntas contempladas en la encuesta, en la cuales se indagaban si la empresa había introducido productos o procesos nuevos o significativamente mejorados durante el periodo 2002-2004.

El primer grupo de variables explicativas contempladas en este estudio está relacionado con las estrategias de adquisición de conocimiento externo. Atendiendo a lo descrito en el apartado anterior, se distingue básicamente entre la adquisición de conocimiento tecnológico a través de transacciones de mercado (*comprar*) y la adquisición de conocimiento a través de la cooperación (*cooperar*). Con relación a la primera estrategia, se considera tanto la adquisición de conocimiento “desincorporado”, como la adquisición de conocimiento “incorporado”. Para el primer caso, se incluyen las variables relacionadas con la contratación externa de servicios de I+D (*Idext*) y la adquisición de tecnología inmateral bajo la forma de patentes, marcas de fábrica, software, etc. (*Tecno*), mientras que para el segundo caso se considera la compra de maquinarias y equipos orientados específicamente al desarrollo de algún tipo de innovación tecnológica (*Maqui*). Estas variables toman el valor de 1 si la empresa ha llevado a cabo la estrategia en cuestión durante el periodo 2002-2004 y el valor de 0 en caso contrario.

En términos generales, la contratación de actividades externas de I+D ha sido ampliamente relacionada con la innovación de producto, especialmente en el caso de las empresas basadas en la ciencia, mientras que el conocimiento tecnológico incorporado en los bienes y equipos ha sido tradicionalmente asociado con la innovación de proceso, en particular para las empresas dependientes de proveedores (Von Hippel, 1988). El efecto de la adquisición de tecnología inmateral ha sido relativamente menos explorado en la literatura, aunque en principio es posi-

¹ La información fue obtenida de la base de datos correspondiente al Panel de de Innovación Tecnológica (PITEC 2004), desarrollada conjuntamente por el Instituto Nacional de Estadística de España (INE), la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y la Fundación Cotec. Esta base de datos se encuentra disponible públicamente en el portal de la FECYT (<http://sise.fecyt.es/>).

ble esperar una relación positiva entre ésta variable y el desempeño innovador de la empresa.

El efecto de la cooperación es analizado teniendo en cuenta el tipo de socio, considerando para ello dos categorías generales: la cooperación con agentes industriales (*Cind*) y la cooperación con agentes no industriales (*Cnind*). En la primera categoría se incluyen básicamente los agentes que forman parte de la cadena industrial (otras empresas del mismo grupo, proveedores, clientes y competidores), mientras que en la segunda se tienen en cuenta, aunque no de forma exclusiva, fuentes de carácter institucional (universidades, OPIs, centros tecnológicos, consultores y laboratorios de I+D). Esta clasificación ha sido empleada en estudios previos (Vega-Jurado et al., 2008) y se encuentran a su vez respaldada por diversos estudios empíricos en los que se ha señalado que las motivaciones asociadas a la cooperación con agentes pertenecientes a estas dos categorías tienden a ser muy diferentes (Narula, 2001; Miotti y Sachwald, 2003). Las variables *Cind* y *Cnind*, son variables dicotómicas que toman el valor de 1 si la empresa ha cooperado con al menos uno de los agentes considerados en cada categoría durante el periodo 2002-2004, y el valor de cero en caso contrario.

El efecto que ejerce la cooperación con agentes externos sobre el desempeño innovador de la empresa ha sido ampliamente explorado en la literatura. Por una parte, se han identificado diferentes patrones entre los sectores industriales, asociados con una mayor importancia relativa de la cooperación con agentes científicos, en el caso de las empresas basadas en la ciencia, y de la cooperación con agentes industriales, en el caso de las empresas pertenecientes a sectores tradicionales de la manufactura (Freel, 2003; Oerlemans, 1998). Asimismo, las universidades y los consultores han sido tradicionalmente reconocidos como actores clave para el desarrollo de nuevos productos, aunque su papel sobre las innovaciones de proceso es menos claro (MacPherson, 1997; Reichstein y Salter, 2006).

Además de las variables anteriores, se incluye en el análisis una variable asociada con la estrategia de *hacer* y otra relacionada con los esfuerzos empresariales en actividades orientadas a la formación del personal. La estrategia de *hacer* es medida a través de una variable ordinal (*Idint*), que puede tomar tres posibles valores: 0, si la empresa no ha realizado actividades internas de I+D durante el periodo 2002-2004; 1, si ha realizado este tipo de actividades de forma ocasional durante el mismo periodo; y 2, si las ha realizado de manera continua. La consideración del carácter ocasional o continuo de las actividades de I+D, ofrece una medida aproximada del stock de I+D acumulado por la empresa y por lo tanto constituye un mejor indicador de sus capacidades tecnológicas (Mairesse y Mohnen, 2005). Los esfuerzos en formación, por su parte, son medidos a través de la variable *Form*, la cual toma el valor de 1, si la empresa ha

llevado a cabo actividades de formación destinada específicamente al desarrollo de algún tipo de innovación tecnológica durante el periodo 2002-2004, y el valor de 0 en caso contrario.

Tanto el desarrollo de actividades internas de I+D, como los esfuerzos realizados en la formación del personal constituyen actividades que amplifican la base de conocimiento existente en la organización e incrementan las capacidades organizacionales para la explotación económica del mismo (Caloghirou et al., 2004). La literatura empírica relacionada con estos temas ha puesto de manifiesto la importancia de la I+D interna como factor determinante de la innovación de producto, mientras que no es del todo concluyente con respecto al efecto que ejerce dicha variable sobre la innovación de proceso. Freel (2003), por ejemplo, encontró que la inversión en actividades internas de I+D no influye sobre la innovación de proceso ni en las empresas dominadas por los proveedores ni en las empresas basadas en la ciencia, mientras que Reichstein y Salter (2006) encontraron evidencia a favor de una relación positiva y significativa entre estas variables para el conjunto de las empresas manufactureras del Reino Unido. Algo similar ocurre con respecto a la influencia que ejercen las actividades de formación del personal. Por lo tanto, aunque el efecto de estas variables sobre la innovación de proceso no es del todo claro, en principio, se espera que tengan un efecto positivo

Finalmente, se incluye como variable de control un indicador relacionado con el tamaño de la empresa (*Tamaño*). Aunque el tamaño constituye uno de los factores clásicos analizados como determinante de la innovación, su papel no es fácil de determinar de forma a priori. La hipótesis schumpeteriana apoya la idea de que las grandes empresas poseen los recursos necesarios (infraestructura, recursos financieros, capacidad de producción y mercadeo, investigación y desarrollo) para hacer frente a los riesgos que implican los procesos de innovación y por lo tanto son más proclives a emprender actividades innovadoras que las pequeñas empresas. Estudios empíricos recientes han encontrado evidencia a favor de esta hipótesis (Freel, 2003; Reichstein y Salter, 2006). No obstante, en otros casos se han encontrado resultados contradictorios. Acs y Audretsch (1988), por ejemplo, exponen en su trabajo que las medianas y pequeñas empresas (menos de 250 empleados) son organizaciones más intensivas en innovación que las grandes empresas, entre otras cosas porque no presentan la rigidez que comúnmente tienen éstas últimas (Caloghirou et al., 2004; Cohen, 1995). Dada la diversidad de los resultados previos, en este estudio no se establece ninguna hipótesis con relación al efecto del tamaño, manteniendo su inclusión en el modelo de análisis como un elemento exploratorio. La variable *Tamaño* es medida como el logaritmo natural de la cifra de negocios de la empresa. El uso de la especificación logarítmica permitirá corroborar la hipótesis schumpeteriana si el coeficiente es mayor que uno (ver Kamien

y Schwartz, 1982).

Especificaciones econométricas y métodos de estimación

Si bien el estudio se focaliza en el efecto que ejercen las estrategias de generación y adquisición de conocimiento sobre el desempeño innovador de la empresa, restringir el análisis sólo a las empresas activas en innovación puede crear un posible sesgo de selección. Para tratar con este problema potencial se ha implementado un modelo logit de dos etapas (Manning et al, 1987).

En la primera etapa se estima un modelo general (modelo de selección), considerando el total de empresas manufactureras de la muestra y analizando como variable dependiente si la empresa es activa en innovación (*Innov*). Con base en los resultados de este modelo, se calcula para cada empresa la probabilidad pronosticada de que llegue a ser una empresa innovadora (*Prob*). Posteriormente, en una segunda etapa, se estiman los modelos principales (aquellos orientados a evaluar el efecto de las diferentes estrategias de innovación sobre el desempeño innovador de la empresa) omitiendo aquellas empresas no activas en innovación, pero incluyendo como variable explicativa adicional las probabilidades pronosticadas calculadas en la primera etapa. De esta forma se controlan los posibles sesgos de selección, debido a que se incluyen en los modelos principales los efectos de las empresas no activas en innovación (Greene, 1993). Este procedimiento es apropiado cuando la variable dependiente intermedia (variable de selección) es observada en lugar de estimada, y resulta más apropiado que el procedimiento de corrección de Heckman cuando la variable dependiente es binaria en lugar de continua (Manning et al., 1987, Haas y Hansen, 2005).

La especificación econométrica del modelo de primera etapa es la siguiente:

$$Innov_i = \alpha_0 + \alpha_1 Tama\tilde{n}o_i + \alpha_2 Export_i + \alpha_3 Gruponal_i + \alpha_4 Grupo\ int\ er_i + \alpha_5 Fac\ cost\ t_i + \alpha_6 Facorg_i + \alpha_7 Facmerc_i + \alpha_8 Facnec_i$$

Donde $i = 1, \dots, N$ (número de observaciones)

La variable *Innov* es una variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa es activa en innovación y el valor de 0 en caso contrario. Siguiendo la literatura existente (ver Veugelers y Cassiman, 1999), se incluyen como variables explicativas el ta-

maño de la empresa (*Tamaño*), la intensidad exportadora (*Export*), la pertenencia a un grupo de empresas con sede principal en España (*Gruponal*) o fuera de España (*Grupointer*), y un conjunto de variables dummy relacionadas con el sector industrial en el que opera la empresa. Adicionalmente, se incluye un conjunto de variables que miden los obstáculos para la innovación, relacionados con factores de coste (*Faccost*) factores organizacionales (*Facorg*), factores de mercado (*Facmerc*) y factores asociados con la percepción de necesidad de la innovación (*Facnec*)².

El modelo de regresión principal es estimado con base a las variables definidas en el apartado anterior e incluyendo, tal como se ha mencionado, la variable *Prob*. La especificación econométrica de dicho modelo es la siguiente:

$$d_{inno}^d = \alpha_0 + \alpha_1 Tama\tilde{n}o_i + \alpha_2 Idext_i + \alpha_3 Maqui_i + \alpha_4 Tecno_i + \alpha_5 Cenind_i + \alpha_6 Cind_i + \alpha_7 d\ int_i + \alpha_8 Form_i$$

Donde $i = 1, \dots, N$ (número de observaciones); $d = Prodin, Procin$

El modelo econométrico anterior es estimado para cada una de las dos clases sectoriales contempladas en el análisis (empresas dominadas por los proveedores y empresas basadas en la ciencia) y considerando como variables dependientes la introducción en el mercado de productos (*Prodin*) y procesos (*Procin*) nuevos o significativamente mejorados. De esta forma, se obtienen 4 ecuaciones logísticas, las cuales, dado la naturaleza dicotómica de las variables dependientes, son estimadas utilizando la regresión logística binaria.

Resultados y discusión

La tabla 1 presenta los estadísticos descriptivos de las variables utilizadas en el análisis de regresión, tanto para las empresas dominadas por los proveedores, como para las empresas basadas en la ciencia. Esta tabla muestra adicionalmente los resultados de la prueba *U de Mann-Whitney* la cual permite determinar si existen diferencias significativas entre las dos categorías sectoriales analizadas con relación a las variables consideradas.

Coincidiendo con los patrones propuestos por Pavitt (1984), las empresas basadas en la ciencia innovan más en producto, mientras que las empresas dominadas por los proveedores innovan más en proceso. Asimismo, se observan algunas diferencias en cuanto al uso de las estrategias de adquisición de conocimiento

² Estas variables han sido calculadas como el valor promedio de la importancia (valorada en el rango 1-4) que la empresa le atribuye a una serie de factores (asociados a cada una de las categorías anteriores) como obstáculos para la innovación.

contempladas en el análisis, especialmente entre las estrategias de cooperación. En términos generales, las empresas basadas en la ciencia cooperan significativamente más con agentes externos que las empresas dominadas por los proveedores. Estos resultados muestran, tal como han señalado algunos autores (Hagedoorn, 1993; Bayona et al., 2002), que la cooperación es una estrategia mucho más frecuente en sectores donde la intensidad tecnológica es mayor. En lo referente al socio, se observa que la cooperación más habitual para las empresas basadas en la ciencia es la que se establece con agentes científicos, especialmente con las universidades, mientras que las empresas dominadas por los proveedores tienden a cooperar más, como era de esperar, con los proveedores de maquinaria y equipos.

Las dos categorías sectoriales analizadas también presentan di-

ferencias significativas en cuanto al desarrollo de actividades internas de I+D. El 94% de las empresas basadas en la ciencia realizan actividades internas de I+D y un 80% lo hacen de forma continua, mientras que en las empresas dominadas por los proveedores estos porcentajes son el 76% y el 58% respectivamente.

En lo que se refiere a la adquisición de conocimiento externo a través de transacciones de mercado (estrategia de *comprar*), las empresas basadas en la ciencia tienden a emplear más la contratación de servicios externos de I+D, mientras que las empresas dominadas por los proveedores recurren más a la compra de maquinarias y equipos. No obstante, las pruebas *U de Mann-Whitney* indican que dichas diferencias no son significativas.

	Empresas dominadas por los proveedores		Empresas basadas en la ciencia		z
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	
Prodin	0.67	0.47	0.78	0.42	-4.53***
Procin	0.74	0.44	0.68	0.47	-2.55**
Tamaño	16.02	1.48	16.32	1.73	-0.18
Idext	0.47	0.50	0.51	0.50	-1.44
Maqui	0.50	0.50	0.46	0.50	-1.43
Tecno	0.14	0.35	0.15	0.35	-0.47
Cind	0.20	0.40	0.30	0.46	-4.19***
<i>C-Otras empresas del mismo grupo</i>	0.06	0.23	0.14	0.35	-4.99***
<i>C-Proveedores</i>	0.13	0.34	0.15	0.36	-0.86
<i>C-Clientes</i>	0.07	0.25	0.15	0.36	-4.71***
<i>C-Competidores u otras empresas del sector</i>	0.04	0.20	0.09	0.29	-3.50***
Cnind	0.19	0.39	0.32	0.47	-5.63***
<i>C-Laboratorios e institutos privados de I+D</i>	0.08	0.26	0.13	0.34	-3.27***
<i>C-Universidades</i>	0.06	0.24	0.25	0.43	-9.45***
<i>C-Organismos públicos de investigación</i>	0.03	0.18	0.13	0.34	-6.39***
<i>C-Centros tecnológicos</i>	0.11	0.31	0.14	0.35	-1.64
Idint ^a	1.35	0.84	1.73	0.58	-9.08***
Idint (ocasional)	0.18		0.14		
Idint (continua)	0.58		0.80		
Form	0.42	0.49	0.56	0.50	-4.90***

*** $p < 0.01$
 ** $p < 0.05$
 a. Esta variable toma tres posibles valores (0, 1, 2)

Tabla 1. Estadísticos descriptivos, prueba U de Mann-Whitney

Las tablas 2 y 3 muestran los resultados de los modelos de regresión principal. En concreto, en la tabla 2 se presentan las estimaciones asociadas con los determinantes de la innovación de proceso, mientras que en la tabla 3 se presentan las estimaciones de los determinantes de la innovación de producto. Los

valores Chi-cuadrado para los grados de libertad correspondientes a cada modelo sugieren el rechazo de la hipótesis nula de que todos los parámetros, exceptuando la intersección, son iguales a cero con un nivel de significancia del 1%.

Variables independientes	Empresas dominadas por los proveedores	Empresas basadas en la ciencia
Prob	0.61 (0.68)	-0.02 (1.04)
Tamaño	-0.01 (0.07)	0.08 (0.06)
Idext	0.01 (0.20)	0.12 (0.20)
Maqui	1.05 (0.21)***	0.75 (0.19)***
Tecno	0.00 (0.32)	0.30 (0.30)
Cnind	0.47 (0.30)	0.19 (0.23)
Cind	0.29 (0.29)	0.04 (0.23)
Idint	-0.14 (0.12)	-0.12 (0.16)
Fom	0.47 (0.22)**	0.61 (0.19)***
Sector industrial	Incluido	Incluido
Constante	0.54 (1.10)	-0.64 (1.30)
Chi-cuadrado (gl)	68.09 (17)***	59.87 (13)***
Pseudo R ²	0.14	0.12
Observaciones	675	654

Los datos en paréntesis corresponden a los errores estándar

* Significante al 10%

** Significante al 5%

*** Significante al 1%

Tabla 2. Determinantes de la innovación de proceso. Resultados de los análisis de regresión.

Tal como se observa, en dichos modelos se ha incluido la variable Prob, la cual ha sido calculada a partir de los resultados del modelo de selección o modelo de primera etapa (*Anexo 1*). Esta variable no es significativa en la mayor parte de las estimaciones y, además, si es excluida de los modelos principales los resultados obtenidos cambian muy poco. En este sentido, se puede aceptar que la selección de la muestra no genera sesgos importantes.

En lo que se refiere a las estrategias de innovación, un primer resultado que se desprende de las tablas 2 y 3 es que sus efectos sobre el desempeño innovador de la empresa varían fundamentalmente en función del tipo de innovación desarrollada. Considerando inicialmente el caso de la innovación de proceso (tabla 2), los resultados muestran que la compra de maquinaria y equipo constituye la estrategia más relevante. En las dos categorías sectoriales analizadas, los parámetros estimados para la variable *Maqui* fueron positivos y altamente significativos, in-

dicando con ello que la compra de maquinaria y equipo es un factor importante para el desarrollo de nuevos procesos. En contraste, ninguna de las estrategias de cooperación ejerce un efecto significativo. Sobre este último punto, lo que más sorprende es la no significancia de la cooperación industrial (*Cind*), dado que los proveedores de maquinaria y equipos constituyen los agentes industriales con los que más se coopera, especialmente en el caso de las empresas dominadas por los proveedores (*ver tabla 1*).

En el caso de la innovación de producto (*tabla 2*), el efecto que ejercen las estrategias de adquisición de conocimiento externo varía según la categoría sectorial analizada. Para las empresas dominadas por los proveedores, las estrategias que tienen un efecto significativo son la adquisición de tecnología inmaterial (*Tecno*) y la cooperación con agentes industriales (*Cind*), mientras que para las empresas basadas en la ciencia las estrategias que más influyen son la compra de maquinarias y equipos, y la

Variables independientes	Empresas dominadas por los proveedores	Empresas basadas en la ciencia
Prob	0.83 (0.66)	2.10 (1.02)***
Tamaño	0.05 (0.06)	-0.01 (0.06)
Idext	-0.16 (0.18)	-0.01 (0.22)
Maqui	0.18 (0.19)	0.60 (0.22)***
Tecno	0.51 (0.29)*	0.34 (0.34)
Cnind	0.40 (0.28)	0.44 (0.26)*
Cind	0.58 (0.27)***	0.40 (0.26)
Idint	0.54 (0.11)***	0.52 (0.16)***
Form	0.11 (0.20)	0.00 (0.22)
Sector industrial	Incluido	Incluido
Constante	-1.64 (1.03)	-1.62 (1.37)
Chi-cuadrado (g.l.)	70.10 (17)***	49.93 (13)
Pseudo R ²	0.14	0.11
Observaciones	675	654

Los datos en paréntesis corresponden a los errores estándar

* Significante al 10%

** Significante al 5%

*** Significante al 1%

Tabla 3. Determinantes de la innovación de producto. Resultados de los análisis de regresión.

cooperación con agentes no industriales (*Cnind*). Estos resultados tienen dos implicaciones importantes. En primer lugar, destacan que, a diferencia de lo que ocurre con la innovación de proceso, la cooperación constituye una estrategia relevante para el desarrollo de nuevos productos. En segundo lugar, muestran que el socio adecuado puede ser muy diferente atendiendo al sector industrial en el que opera la empresa. Lo anterior conlleva necesariamente a plantear la importancia de la cooperación en términos condicionales. En este sentido, y tal y como lo establece Freel (2003, p 762.): “*ciertos tipos de cooperación están asociados con tipos específicos de innovación e involucran a ciertas empresas, en ciertos sectores*”.

En general, los resultados anteriores demuestran que conforme aumenta la complejidad tecnológica de la industria en la que opera la empresa, los agentes científicos (universidades, OPIs, etc.) adquieren mayor relevancia en el proceso innovador. En estas industrias, este tipo de agentes no sólo son más utilizados como fuente de conocimiento (tabla 1), sino que además el conocimiento que se adquiere de ellos influye positivamente en el desarrollo de nuevos productos. No obstante, contrario a lo esperado, la contratación de actividades externas de I+D (*Idext*) no es significativa, ni siquiera para las empresas basadas en la ciencia. De hecho, los coeficientes estimados para esta variable

fueron negativos en la mayoría de los casos. Lo anterior sugiere que los servicios de I+D contratados por las empresas no están orientados directamente al desarrollo de nuevos productos, sino posiblemente al fortalecimiento de otras áreas o funciones empresariales.

En lo que respecta a las variables asociadas con las capacidades internas de la empresa (*Idint* y *Form*) se observa que su influencia sobre el desempeño innovador varía en función del tipo de innovación desarrollada, pero no en función de la categoría sectorial. Las actividades internas de I+D (*Idint*) constituyen el factor más importante para la innovación de producto en las dos categorías sectoriales analizadas, pero su efecto no es significativo para la innovación de proceso. De manera opuesta, la formación de personal orientada al desarrollo de actividades de innovación (*Form*) influye positivamente sobre la innovación de proceso, pero no sobre la innovación de producto.

Los resultados anteriores merecen algunos comentarios adicionales. La alta significancia que tiene la variable *Idint* para la innovación de producto destaca que lejos de perder relevancia, la realización de actividades internas de I+D constituyen la principal estrategia para el desarrollo de nuevos productos. El efecto de la cooperación con agentes externos, aunque positivo,

no es comparable con la magnitud del efecto que ejercen las actividades internas de I+D. Estos resultados van en línea con lo expresado por otros autores en el sentido de que el valor de las fuentes externas de conocimiento ha podido ser sobrestimado (Sternberg, 2000; Oerlemans et al., 1998).

Por otra parte, el hecho de que la variable *Idint* no sea significativa para la innovación de proceso no es del todo sorprendente. De hecho, el resultado encontrado en este estudio coincide con el de Freel (2003) en el Reino Unido. En cualquier caso, lo que se pone de manifiesto es que en las empresas manufactureras españolas los esfuerzos internos en I+D están orientados sólo a la innovación de producto. La mejora de los procesos productivos no se basa en la investigación, ni en la cooperación con agentes externos, sino en la compra de maquinaria y equipo. Asimismo, si se tiene en cuenta que la adquisición de un nuevo equipo requiere en la mayoría de los casos llevar a cabo actividades de formación para que el personal aprenda su funcionamiento, es lógico que la variable *Form* sea también significativa para la innovación de proceso.

Finalmente, con relación a la variable de control, los parámetros estimados para la variable *Tamaño* no son significativos ni para la innovación de producto ni para la innovación de proceso. No obstante, cabe destacar que en las estimaciones del modelo selección (anexo 1), los coeficientes de esta variable fueron positivos y significativos para las dos categorías sectoriales analizadas. Estos resultados sugieren que la influencia del tamaño parece limitarse solamente a la decisión de llevar a cabo actividades de innovación. Pero, una vez la empresa ha decidido innovar, la probabilidad de que introduzca una innovación de producto o proceso en el mercado, es independiente de su tamaño.

Conclusiones

En este artículo se ha analizado el efecto que ejercen diferentes estrategias de innovación sobre el desempeño innovador de las empresas manufactureras españolas, considerando tanto el desarrollo de nuevos procesos como la introducción en el mercado de productos nuevos o significativamente mejorados. Una primera conclusión que emerge del análisis realizado es que el efecto de las estrategias de innovación varía en función del tipo de innovación y de la categoría sectorial a la que pertenece la empresa. Para las innovaciones de proceso solamente la compra de maquinaria y equipo ejerce un efecto significativo, sugiriendo con ello que, en la industria manufacturera española, la mejora de los procesos productivos se lleva a cabo fundamentalmente a través de inversiones del tipo "llave en mano", con poco o ningún desarrollo propio. A dicha estrategia le

acompaña la inversión en programas de formación, seguramente orientados a la capacitación del personal en el funcionamiento de los nuevos equipos. Las innovaciones de producto, por el contrario, demandan mayores esfuerzos empresariales orientados tanto a la generación, como a la adquisición de conocimiento tecnológico. Para este tipo de innovación el desarrollo de actividades internas de I+D, la cooperación y la compra de maquinaria y equipos constituyen estrategias relevantes.

Por otra parte, los resultados obtenidos ponen en tela de juicio la efectividad de la externalización de la I+D como estrategia de innovación empresarial. Esta práctica, identificada por algunos autores como el nuevo paradigma en la gestión de la I+D, no ejerce ningún efecto significativo sobre el desempeño innovador de las empresas manufactureras españolas. Al parecer, las empresas están fallando en la asimilación e integración de la I+D adquirida externamente, por lo que si bien esta estrategia puede representar una alternativa para alcanzar economías de escala, no está promoviendo el desarrollo de nuevas competencias tecnológicas. En contraste con lo anterior, la compra de maquinarias y equipos se muestra como un determinante importante del desempeño innovador de las empresas, y lo que es aún más relevante, su efecto no se limita únicamente al colectivo formado por las empresas dominadas por los proveedores. Se pone así de manifiesto la necesidad de adoptar una perspectiva integral para el análisis del fenómeno innovador, considerando las dimensiones "incorporadas" y "desincorporadas" del conocimiento tecnológico.

En lo que respecta a la cooperación, la conclusión que se desprende del análisis es que si bien esta estrategia puede incentivar el desempeño innovador de la empresa, y en concreto el desarrollo de nuevos productos, su efecto depende de las características del sector industrial en el que opera la empresa. Por ejemplo, la cooperación con agentes no industriales (universidades, OPIs, etc.) es sólo relevante para las empresas basadas en la ciencia, mientras que para las empresas dominadas por los proveedores lo importante es la cooperación con agentes industriales (proveedores, clientes, etc.). Estos resultados tienen importantes implicaciones en el diseño de políticas de innovación, ya que subrayan la necesidad de establecer medidas selectivas, orientadas a fomentar el tipo de cooperación que sea más relevante para cada categoría sectorial. En este sentido, debe enfatizarse el papel limitado que tienen las universidades como fuente directa de conocimiento para los procesos de innovación empresarial y, por consiguiente, lo ineficiente que puede ser en contextos como el español, el diseño de instrumentos de fomento a la innovación orientados al fomento indiscriminado de la cooperación entre estos agentes y la industria manufacturera en general.

Finalmente, los resultados destacan la importancia que tiene el desarrollo de actividades internas de I+D para las innovaciones de producto, tanto en el caso de las empresas basadas en la ciencia, como en el caso de las empresas dominadas por los proveedores. De hecho, el efecto que ejerce esta estrategia es mucho más significativo que el de la cooperación con agentes externos, corroborando con ello que el desarrollo de nuevos productos es un proceso que se construye, ante todo, a partir de las capacidades internas de la empresa. Partiendo de esta premisa, las políticas de innovación deberían focalizar su atención en el fomento de las capacidades tecnológicas empresariales, incentivando el desarrollo de actividades internas de I+D. En este sentido, la inserción de personal cualificado en las empresas, o la movilidad de investigadores entre instituciones de investigación y empresas aparecen como instrumentos recomendables.

Referencias Bibliográficas

- ACS, Z.J., & Audretsch, D.B. (1988). Innovation in large and small firms: an empirical analysis. *American Economic Review* 78, 678-690
- BAPTISTA, R., & Swann, P. (1998). Do firms in cluster innovate more?. *Research Policy* 27, 525-540.
- BAYONA, C., García, T., & Huerta, E. (2002). Collaboration in R&D with universities and research centres: an empirical study of Spanish firms. *R&D Management*, 32, 321-341.
- BENEITO, P. (2003). Choosing among alternative technological strategies: An empirical analysis of formal sources of innovation. *Research Policy*, 32, 693-713.
- BÖNTE, W. (2003). R&D and productivity: Internal vs external R&D – evidence from West German manufacturing industries. *Economics of Innovation and New Technology* 12, 343-360.
- BRESCHI, S., & Malerba, F. (1997). Sectoral systems of innovation. In Edquist, C. (Ed.), *Systems of Innovation*. London: Pinter.
- CASTRO, E., & Fernández, I. (2006). La I+D empresarial y sus relaciones con la investigación pública española, in: Sebastián, J., Muñoz, E. (Eds.), *Radiografía de la investigación pública en España*. Madrid: Biblioteca Nueva, pp. 349-372.
- CALOGHIROU, Y., Kastelli, I., & Tsakanikas, A. (2004). Internal capabilities and external knowledge sources: Complements or substitutes for innovative performance?. *Technovation*, 24, 29-39.
- CASSIMAN, B., & Veugelers, R. (2006). In search of complementarity in innovation strategy: internal R&D and external knowledge acquisition. *Management Science* 52, 68-82.
- COHEN, W. (1995). Empirical studies of innovative activity. In Stoneman, P. (ed.). *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Oxford: Blackwell.
- COOMBS, R. (1996). Core competences and the strategic management of R&D. *R&D Management*, 26, 345-355.
- COOKE P., & Morgan, K. (1998). The creative milieu: a regional perspective on innovation. In: Dodgson, M., Rothwell, R. (Eds.), *The Handbook of Industrial Innovation*. Edward Elgar, Cheltenham, pp. 25-32.
- EVANGELISTA, R. (1999). *Knowledge and investment. The sources of innovation in industry*, Cheltenham: Edward Elgar.
- FREEL, M. (2003). Sectoral patterns of small firm innovation, networking and proximity. *Research Policy* 32, 751-770.
- GREENE, W.H. (1993). *Econometric Analysis* (2nd ed.). New York: Macmillan.
- HAAS, M., & Hansen, M., (2005). When using knowledge can hurt performance: The value of organizational capabilities in a management consulting company. *Strategic Management Journal*, 26, 1-24.
- HAGEDOORN, J. (1993). Understanding the rationale of strategic technology partnering: interorganizational modes of cooperation and sectoral differences. *Strategic Management Journal*, 14, 371-385.
- HOWELLS, J. (1999). Regional systems of innovation?. In: Archibugi, D., Howells, J., Michie, J. (eds.), *Innovation Policy in a Global Economy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- KAMIEN, M., & Schwartz, N. (1982). *Market structure and innovation*, Cambridge: Cambridge University Press.
- LUNDEVALL, B.-Å. (Ed.). (1992). *National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning*. London: Pinter Publishers.
- MACPHERSON, A.D. (1997). A comparison of within-firm and external sources of product innovation. *Growth and Change*, 28, 289-308.
- MAIRESSE, J., & Mohnen, P. (2005). The importance of R&D for innovation: a reassessment using French survey data. *Journal of Technology Transfer* 30, (1-2), 183-197.

MANNING, W.G, Duan, N., & Rogers, W.H., (1987). Monte Carlo evidence on the choice between sample selection and two-part models. *Journal of Econometrics*, 35,59–82.

MARCH, J.G. (1991). Exploration and exploitation in organization learning. *Organization Science* 2, 71–87.

MIOTTI, L., & Sachwald, F. (2003). Co-operative R&D: Why and with whom? An integrated framework of analysis. *Research Policy* 32, 1481-1499.

NARULA, R. (2001). Choosing between internal and non-internal R&D activities: some technological and economic factors. *Technology Analysis and Strategic Management* 13, (3), 365-387.

NELSON, R. (2000). National innovation systems. In Acs, Z., (Ed.), *Regional Innovation, Knowledge and Global Change*. London: Pinter, pp. 11-26.

OERLEMANS, L., Meeus, M., & Boekema, F. (1998). Do networks matter for innovation? The usefulness of the economic network approach in analysing innovation. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie* 89, 298-309.

PAVITT, K. (1984). Sectoral patterns of technical change. *Research Policy* 13, 343-373.

REICHSTEIN, T, & Salter, A. (2006). Investigating the sources of process innovation among UK manufacturing firms. *Industrial and Corporate Change* 15, 653-682.

STERNBERG, R. (2000). Innovation networks and regional development – evidence from European Regional Innovation Survey (ERIS): theoretical concepts, methodological approach, empirical basis and introduction to the theme issue. *European Planning Studies* 8, 389-407.

TEECE, D. (1992). Competition, cooperation and innovation. *Journal of Economic behaviour and Organization* 18, 1-25.

VEGA-JURADO, J., Gutierrez-Gracia, A., Fernández-de-Lucio, I., & Manjarrés-Henríquez, L. (2008). The effect of external and internal factors on firms' product innovation. *Research Policy* 37, 616-632.

VEUGELERS, R., & Cassiman B. (1999). Make and buy in innovation strategies: Evidence from Belgian manufacturing firms. *Research Policy*, 28 63-80.

VON HIPPEL, E. (1988). *The sources of innovation*. Oxford: Oxford University Press.

Anexo I

Análisis de regresión. Modelo de selección

Variables	Coeficiente (error estándar)	
	Empresas dominadas por los proveedores	Empresas basadas en la ciencia
Tamaño	0,17 (0,07)**	0,20 (0,11)*
Export	0,01 (0,00)***	0,00 (0,01)
Gruponal	0,21 (0,26)	-0,48 (0,40)
Grupointer	-0,25 (0,32)	-0,46 (0,45)
Faccost	0,37 (0,11)***	0,14 (0,18)
Facorg	0,17 (0,14)	0,40 (0,25)
Facmerc	0,28 (0,12)**	0,64 (0,21)***
Facnec	-0,77 (0,10)***	-1,10 (0,19)***
Sector industrial	Incluido	Incluido
Constante	-2,31 (1,16)**	-2,83 (1,84)
Chi-cuadrado (g.l.)	170,37 (16)***	76,28 (12)***
Pseudo R ²	0,25	0,22
Observaciones	901	720

* Significante al 10%
 ** Significante al 5%
 *** Significante al 1%