Crisis económica y estrategias de innovación en las empresas españolas*

Jaime Gómez Pilar Vargas Universidad de La Rioja

Sergio Palomas Universidad de Zaragoza

Resumen

El propósito de este trabajo es examinar las consecuencias de la crisis económica en las actividades de innovación de una muestra de empresas españolas, particularmente en las actividades de I+D. Para ello, en primer lugar examinamos si las empresas usan modelos de innovación abiertos o cerrados, esto es, si externalizan o no sus actividades de I+D total o parcialmente. Seguidamente analizamos el nivel de apertura, medido como la proporción de gastos de I+D realizados externamente. Nuestros resultados apuntan a que la decisión de externalizar las actividades de I+D no está relacionada directamente con el ciclo económico. El nivel de apertura, por el contrario, está relacionado de forma positiva con el ciclo económico. Concluimos que, aunque las empresas españolas no han abandonado sus proyectos de I+D externos como consecuencia de la crisis, su peso relativo en el total de actividades de I+D sí se ha reducido.

Palabras clave: crisis, innovación abierta, investigación y desarrollo. Clasificación JEL: D22, O31, O32.

Abstract

The objective of this paper is to study the consequences of the current economic crisis on the innovation activities of a sample of Spanish firms, particularly on R&D spending. We firstly examine whether firms use open or closed innovation strategies, that is, whether they externalize or not their R&D activities. Next, we analyze openness as the proportion of R&D activities outsourced. Our results show that the decision to open the innovation process (in terms of outsourcing R&D) is not directly related to the economic cycle. The intensity of external R&D over total R&D investments, however, seems to be positively correlated with the economic cycle. Consequently, although the economic crisis has not reduced the number of firms that open up their innovation process, it has reduced the weight of external R&D over total R&D.

Keywords: crisis, open innovation, research and development.

JEL classification: D22, O31, O32.

^{*} Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (proyectos ECO2011-22947 y ECO2014-53904-R). Los autores agradecen los comentarios de los evaluadores y de las editoras de este número.

1. Introducción

La innovación es un determinante importante del resultado empresarial y del desarrollo económico general. Así, por ejemplo, la evidencia sugiere que el lanzamiento de nuevos productos está relacionado con la obtención de rentabilidades sobre activos más altas y de un mayor incremento en las ventas de las empresas (Artz et al., 2010). De igual forma, a un nivel más agregado, los economistas han comprobado que las inversiones en investigación y desarrollo (I+D) determinan los incrementos en la productividad total de los factores de los países (Griffith et al., 2006).

Distintos autores han sugerido que la actividad innovadora de las empresas se ve afectada en períodos de crisis, no solo en su intensidad o en el tipo de innovación (Berchicci *et al.*, 2014), sino también en cuanto a las estrategias seguidas para su obtención. Por ejemplo, Chesbrough y Garman (2009) sugieren que, en períodos de crisis, las empresas deberían utilizar modelos de negocio abiertos en sus actividades de innovación. Nuestro propósito en este trabajo está relacionado con esta última cuestión: comprender de qué forma se han comportado las empresas españolas en el contexto de la Gran Recesión de 2008 (Ayala, 2013; Bandrés y Gadea, 2013) y, en particular, estudiar (1) si ha variado la intensidad del esfuerzo en innovación que realizan y (2) cómo han diseñado sus estrategias de innovación.

En lo que se refiere a la intensidad de la actividad innovadora, el análisis debería tener en cuenta, al menos, dos consideraciones. Por una parte, podría argumentarse que la innovación debería tener, si cabe, más importancia en un contexto de crisis, por lo que las empresas deberían intensificar sus esfuerzos en esta actividad. Mediante la innovación la empresa puede aumentar el valor proporcionado a los clientes, mejorar el desempeño operativo y aprovechar nuevas oportunidades de negocio. En época de crisis podría resultar una actividad crítica para sobreponerse a un contexto de deterioro de los resultados. Además, el hecho de que las actividades de innovación requieran de continuidad en el tiempo y exijan la acumulación progresiva de recursos hace que detener estas actividades durante la crisis, siquiera por un breve período, pudiera tener efectos negativos en el medio y largo plazo. En consecuencia, una primera posición mantendría que el esfuerzo de las empresas por innovar no debería resentirse durante la crisis (Archibugi *et al.*, 2013).

Por otra parte, mantener el esfuerzo innovador en tiempos de adversidad económica puede resultar especialmente difícil. La evidencia sobre las empresas españolas muestra que los obstáculos a la innovación se han incrementado durante la crisis (Gómez *et al.*, 2015). En primer lugar, la falta de fondos puede obligar a reducir el presupuesto destinado a actividades de I+D e innovación. En segundo lugar, el horizonte temporal de estas inversiones tiende a ser relativamente largo, y sus resultados inciertos. Finalmente, la incertidumbre sobre la demanda real de los productos y servicios que resultan de la actividad innovadora puede provocar que la empresa dude sobre el impacto del esfuerzo innovador sobre la creación de valor.

El segundo aspecto que centra nuestra atención en este documento es si las empresas pueden haber recurrido a la externalización de sus actividades innovadoras,

es decir, si han optado por estrategias de innovación abierta (Chesbrough, 2003a). En este sentido, en los últimos años se ha enfatizado la importancia de que las empresas usen un modelo abierto de innovación (Chesbrough, 2003a), frente al tradicional modelo cerrado (basado en esfuerzos internos de la empresa). Esta tendencia podría haberse acentuado en momentos de crisis, dada la importancia de las fuentes de conocimiento externo en este contexto. Sin embargo, algunos trabajos apuntan a la existencia de costes y riesgos asociados al uso de fuentes externas (Berchicci, 2013), a la par que reconocen que la combinación de ambos tipos de fuentes puede ser beneficiosa en términos de los resultados (Beneito, 2006; Cassiman y Veugelers, 2006). Aclarar si el proceso tenderá a ser más abierto o más cerrado es una cuestión de interés, dadas las implicaciones sobre los resultados del proceso de innovación (Grimpe y Kaiser, 2010; Berchicci, 2013).

En definitiva, en este artículo analizamos si han variado la intensidad de esfuerzo innovador y la estrategia llevada a cabo a la hora de desarrollarlo. Cabe destacar que nos centraremos en las actividades de investigación y desarrollo. Aunque estas actividades no son la única forma de producir innovaciones (por ejemplo, se pueden comprar equipos productivos o patentes), muestran la implicación directa de la empresa en la obtención de nuevo conocimiento, o la combinación y aplicación de conocimiento existente de forma novedosa. Por lo tanto, reflejan de forma directa la posición de la empresa hacia la innovación. Además, como veremos, se trata del componente más importante de las inversiones en innovación. El análisis se lleva a cabo con una muestra de empresas recopilada a través del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) para el período 2005-2012.

El trabajo se estructura como sigue. En primer lugar, hacemos referencia a la cuestión que centra nuestro interés en este estudio y exponemos los argumentos que nos llevan a pensar en que la estrategia de innovación de las empresas podría haberse visto afectada por la crisis económica. Seguidamente, describimos la muestra para, a continuación, ofrecer una descripción de las principales estrategias de innovación que se observan en las empresas españolas, así como un análisis de su evolución en el tiempo. Finalmente, realizamos un examen más formal de cómo la crisis económica ha afectado a estas estrategias, a fin de diagnosticar el impacto de la crisis.

2. Estrategias de innovación en un contexto de crisis

2.1. Crisis y esfuerzo en innovación

Distintas investigaciones han argumentado que el comportamiento innovador de las empresas podría variar como consecuencia de un entorno económico adverso. Sin embargo, la literatura no muestra acuerdo en términos del sentido de estos cambios. Si bien algunos argumentos apuntan hacia la existencia de un comportamiento contracíclico en la evolución de las inversiones en innovación, en otros casos el razonamiento es el contrario (Berchicci *et al.*, 2013). Por un lado, las inversiones en

innovación podrían incrementarse en tiempos de crisis si los retornos de la actividad de la empresa se redujeran de forma importante y esta se viera obligada a introducir innovaciones para mejorar su rentabilidad. Además, el coste de oportunidad de centrar recursos en I+D y no dedicarlos a actividades productivas se reduce (Beneito *et al.*, 2015; López-García *et al.*, 2012). Por otro lado, otros investigadores proponen que el comportamiento innovador de las empresas debería ser procíclico. El motivo es que las reducciones de la demanda asociadas a la crisis se trasladan a los resultados y a los flujos de caja de la empresa, que dispone de menores recursos para el desarrollo de actividades de I+D (Beneito *et al.*, 2015; López-García *et al.*, 2015). Por el contrario, cuando las ventas se incrementan la mayor disponibilidad de fondos internos hace posible que las actividades de innovación puedan ser financiadas con más facilidad.

La evidencia sobre esta cuestión no es concluyente y revela que los períodos de reducción de la demanda podrían tener implicaciones sobre la cantidad de esfuerzo realizado en innovación. Así, Paunov (2012) analiza el efecto de la crisis global de 2008 sobre una muestra de empresas iberoamericanas. Los resultados muestran que las empresas redujeron su inversión en innovación de forma significativa como consecuencia de la crisis. Asimismo, concluye que cuando las empresas disfrutan de apoyo financiero público, tienen mayor experiencia o se centran en el mercado doméstico son menos propensas a reducir su esfuerzo innovador. Sus cifras muestran que una de cada cuatro empresas recortaron el número de proyectos de innovación en los que participaba.

Archibugi, Filippetti y Frenz (2013) estudian si las empresas han reducido su esfuerzo innovador o, por el contrario, si lo han intensificado con la intención de fortalecerse durante la crisis. Estos autores concluyen que mientras que una parte importante de empresas optó por reducir —o incluso detener— sus actividades innovadoras, otras optaron por «nadar contra corriente» y profundizar en sus esfuerzos innovadores. Entre estas últimas destacan aquellas empresas que tradicionalmente han apostado por la innovación y las empresas de reciente creación con gran capacidad de crecimiento.

Finalmente, Berchicci *et al.* (2014) argumentan que se debería observar una reconfiguración de los esfuerzos de las empresas cuando la demanda se contrae. Estos autores apuntan que cuando el rendimiento de la empresa se reduce notablemente esta tiende a concentrarse en la innovación de producto, para buscar nuevas oportunidades de negocio. Las innovaciones de proceso, por el contrario, están asociadas a mejorar el desempeño en las actividades actuales, por lo que se reducen durante tiempos de dificultad económica. Cabe destacar, no obstante, que este último trabajo se refiere a dificultades específicas de una industria o categoría de producto y no a crisis sistémicas con un impacto mucho más generalizado.

Con esta breve revisión tratamos de enfatizar dos aspectos de interés a la hora de entender la estrategia de innovación de las empresas durante la crisis. En primer lugar, que el comportamiento adoptado por las empresas puede ser muy heterogéneo. Lejos de observarse un patrón común, estos trabajos inciden en que las empresas pueden responder de forma diferente a la crisis, dependiendo tanto de sus propias

características como de factores específicos de su sector de actividad. En segundo lugar, además de observarse un cambio en la cantidad de esfuerzo realizado (hacer más o menos I+D), se podría observar un cambio en la forma de realizarse ese esfuerzo (por ejemplo, innovación de producto o proceso).

2.2. Estrategias de innovación abierta

La innovación abierta «es un paradigma que asume que las empresas pueden y deberían utilizar ideas externas, además de internas, y formas externas e internas de comercialización conforme tratan de mejorar su tecnología» (Chesbrough, 2003a). Es decir, el concepto hace referencia tanto a la incorporación de ideas externas en el proceso de innovación, como a la revelación o venta de conocimiento al exterior (Dahlander y Gann, 2010). La incorporación de conocimiento externo puede tener lugar a través de formas tan diversas como la subcontratación de actividades de I+D, la firma de acuerdos de cooperación con otras empresas (clientes, proveedores, competidores), la adquisición de conocimiento ya formalizado (patentes, equipos productivos) o licencias de uso de este conocimiento. A lo largo del trabajo nos referiremos a una parte de este proceso, la que incorpora conocimiento externo a las actividades de investigación y desarrollo (Chesbrough, 2003b).

Se han señalado varias ventajas e inconvenientes de las estrategias de innovación abierta (Barge-Gil, 2010; 2013; Berchicci, 2013). En cuanto a las ventajas, externalizar las actividades de I+D permite reducir costes y acelerar el proceso de obtención de nuevas tecnologías y conocimientos, al menos en el caso del conocimiento que no sea específico de la empresa. De la misma manera, comprar o licenciar nuevas tecnologías y conocimientos ya desarrollados es más rápido y generalmente menos costoso que desarrollarlas internamente. En segundo lugar, acceder a fuentes de conocimiento externas permite a la empresa incorporar formas de conocimiento más alejadas de su trayectoria tradicional, lo que supone mayores oportunidades tecnológicas.

Existen, por otra parte, algunas desventajas de la innovación abierta. Encontrar colaboradores adecuados puede ser difícil y costoso. Además, diseñar contratos y mecanismos de supervisión adecuados puede elevar el coste o la incertidumbre asociados a la innovación abierta. Finalmente, para desarrollar una estrategia de innovación abierta de forma exitosa es necesario adaptar la estructura interna de la empresa, para enfatizar la integración de actividades y conocimiento desarrollado externamente. Estas dificultades pueden reducir el interés de la empresa por abrir su proceso de innovación.

Finalmente, algunos estudios apuntan que compaginar actividades de I+D en el seno de la empresa junto a la obtención de conocimiento externo puede ser la estrategia más adecuada (Barge-Gil, 2013; Berchicci, 2013; Cassiman y Veugelers, 2006). Las empresas que desarrollan I+D internamente tienen una mayor capacidad de identificar, evaluar, asimilar y explotar el conocimiento desarrollado externamente

(Cohen y Levinthal, 1989; 1990), lo que fortalece las ventajas de un modelo de innovación abierta y reduce notablemente su costes de integración. Como resultado, las empresas que ya desarrollan internamente actividades de innovación pueden encontrar especialmente atractiva la apertura de su proceso innovador.

Como se ha comentado más arriba, distintos trabajos apuntan a las posibles ventajas de la adopción de un modelo de negocio más abierto en el desarrollo de actividades de innovación en un período de crisis. En lo que se refiere a las actividades de investigación y desarrollo, la reducción de los costes, la aceleración del proceso de obtención de conocimiento o la incorporación de conocimiento nuevo (Berchicci, 2013) son tres motivos que parecen cobrar especial importancia cuando la demanda se reduce y las empresas se ven presionadas a ser más eficientes. Por ejemplo, las empresas cada vez afrontan costes más importantes en sus actividades de investigación y desarrollo, lo que ha provocado que sea más frecuente que se compartan (Berchicci, 2013). Los períodos de crisis no hacen sino incrementar las presiones hacia la eficiencia y hacia la búsqueda de socios externos con los que compartir estas inversiones. De forma similar, la crisis parece ser una oportunidad para afrontar determinados cambios en la manera de desarrollar las actividades de innovación, que deberían haber sido desarrollados en cualquier caso (Voigt y Moncada-Paternò-Castello, 2009). Esto parece especialmente posible en aquellos sectores con alta intensidad en investigación y desarrollo, cuyas empresas han podido acelerar el cambio hacia modelos de innovación abiertos en los que comparten recursos y colaboran con distintos tipos de agentes externos, de forma que pueda intensificarse la incorporación de nuevos conocimientos.

Por otra parte, también es posible que, ante las dificultades económicas que sufren las empresas durante la crisis, estas pudieran optar por «cerrar» sus procesos innovadores con el fin de reducir los costes asociados a la apertura e integración del conocimiento externo o, al menos, mantenerlos sin cambios. Es preciso tener en cuenta que la utilización de un modelo abierto de innovación suele exigir la realización de cambios organizativos que permitan adquirir e integrar el conocimiento externo de forma efectiva (véase Dogson et al., 2006) y que pueden implicar un incremento en los costes.

En cualquier caso, la evidencia sobre el desarrollo de las actividades de investigación y desarrollo en períodos de crisis muestra cómo el comportamiento de las empresas es muy diverso (Voigt y Moncada-Paternò-Castello, 2009). De acuerdo con lo que se ha discutido en este apartado, nuestro análisis examinará de qué modo ha variado la dependencia en actividades de I+D externas para la adquisición de conocimiento a lo largo de la crisis. Para ello caracterizaremos el comportamiento innovador de las empresas, examinando el grado de apertura de las actividades innovadoras y observando si existe heterogeneidad en dicho comportamiento.

3. Descripción de la muestra

Para analizar las estrategias de innovación de las empresas españolas utilizamos el panel de innovación tecnológica (PITEC). Como es bien sabido, PITEC ha sido

desarrollado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) con el propósito de conocer las actividades de innovación de las empresas españolas. La base de datos recoge información de aproximadamente 12.000 empresas que son seguidas desde el año 2003 y que, por tanto, conforman un panel. El panel está formado por cuatro muestras de distinto tipo: 1) una muestra de empresas que tienen 200 o más empleados, 2) una muestra de empresas que informan de que han realizado gastos internos en investigación y desarrollo, 3) una muestra de empresas con un tamaño inferior a 200 empleados que han realizado gastos en investigación y desarrollo externos, pero que no han realizado gastos de investigación y desarrollo internos y 4) una muestra de empresas con menos de 200 empleados y sin gastos de innovación. Es importante destacar que la muestra se adecúa a nuestros objetivos, en la medida que distingue entre los gastos de investigación y desarrollo realizados interna y externamente.

Antes de proceder a describir los datos con más detalle, conviene hacer una serie de aclaraciones sobre el uso que hacemos de los mismos en este trabajo. En primer lugar, es preciso apuntar que algunas de las variables sobre las cuales se tiene información han sido tratadas a través de un proceso de «anonimización», con el ánimo de respetar la confidencialidad de los datos (López, 2011). En segundo lugar, aunque las empresas incluidas en la muestra pertenecen a distintos sectores, incluyendo actividades de construcción y agricultura, en este trabajo nuestra atención se centra sobre las empresas manufactureras y de servicios. En tercer lugar, hemos eliminado de la muestra aquellas empresas que han tenido un aumento o disminución de su cifra de negocio en al menos un 10 por 100 como consecuencia de una fusión con otra empresa o como resultado de la venta o cierre de la empresa. También se han eliminado aquellas empresas cuya intensidad en gastos de investigación y desarrollo y en exportación es superior al 100 por 100. Finalmente, aunque la información está disponible para el período 2003-2012, el hecho de que el panel se haya completado con la incorporación de empresas en los años 2004 y 2005 hace conveniente que nuestros comentarios se centren en el período 2005-2012.

La muestra está constituida por las empresas innovadoras de capital privado que pertenecen al sector manufacturero y a los servicios, lo que nos proporciona un total de 52.673 observaciones. De acuerdo con trabajos previos (véase Blanchard *et al.*, 2012), se ha incluido dentro de la categoría innovadoras a aquellas empresas que hayan obtenido una innovación de producto o de proceso¹ y a aquellas que tienen proyectos de innovación que están en curso o han sido abandonados².

¹ Las empresas innovadoras con éxito han contestado afirmativamente a alguna de las siguientes preguntas:

1) Durante el período 20XX-20X(X+2): ¿introdujo su empresa bienes o servicios nuevos o mejorados de manera significativa? 2) Durante el período 20XX-20X(X+2): ¿introdujo su empresa métodos de fabricación o producción de bienes o servicios nuevos o mejorados de manera significativa / sistemas logísticos o métodos de entrega o distribución nuevos o mejorados de manera significativa para sus insumos de bienes o servicios / o actividades de apoyo para sus procesos, como sistemas de mantenimiento u operaciones informáticas, de compra o de contabilidad, nuevas o mejoradas de manera significativa?

² Se han incluido en este grupo aquellas empresas que no han introducido ninguna innovación de producto o proceso y han contestado afirmativamente a alguna de las siguientes preguntas: 1. ¿Cuenta su empresa con

Los Cuadros 1 y 2 muestran la distribución de las observaciones en función del sector de actividad al que pertenecen³ y el tamaño. Como se desprende de esta información, el grupo de empresas más numeroso es el de aquellas que operan en sectores manufactureros con baja intensidad tecnológica. En el extremo opuesto se encontrarían las empresas que pertenecen al sector servicios con alta intensidad tecnológica. Respecto al tamaño, aproximadamente tres cuartas partes de las empresas de la muestra tienen un tamaño inferior a 200 trabajadores.

CUADRO 1 DISTRIBUCIÓN DE LAS EMPRESAS POR SECTOR DE ACTIVIDAD

Manufacturas de alta intensidad tecnológica	28,11%
Manufacturas de baja intensidad tecnológica	35,61%
Servicios de alta intensidad tecnológica	11,52%
Servicios de baja intensidad tecnológica	24,76%
Total	100%

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de PITEC.

CUADRO 2
DISTRIBUCIÓN DE LAS EMPRESAS POR
TAMAÑO

Más de 200 trabajadores	21,98%
Menos de 200 trabajadores	78,02%
Total	100%

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de PITEC.

alguna actividad de innovación para desarrollar innovaciones de producto o proceso que estuviera aún en curso a fines de 20X(X+2)? 2. En el período 20XX-20X(X+2): ¿alguna de sus actividades o proyectos de innovación fue abandonada en la fase de concepción? 3. En el período 20XX-20X(X+2): ¿alguna de sus actividades o proyectos de innovación fue abandonada una vez iniciada la actividad o el proyecto?

³ Para agrupar a las empresas en función de la intensidad tecnológica se ha seguido la clasificación elaborada por el INE tomando como base la propuesta por la OCDE. Puede encontrarse información adicional sobre la clasificación utilizada en: http://www.ine.es/daco/daco43/notaiat.pdf.

4. Análisis descriptivo

Como primera aproximación al efecto de la crisis en el esfuerzo innovador de las empresas españolas podemos estudiar la evolución del esfuerzo nacional en innovación. El Cuadro 3 resume el esfuerzo innovador de España y del conjunto de países de la Unión Europea entre 2005 y 2012. Este esfuerzo se aproxima a través del gasto en I+D por habitante (expresado en euros) y del porcentaje del Producto Interior Bruto destinado a estas actividades. Se tienen en cuenta todos los esfuerzos de I+D, tanto públicos como privados. Durante los años previos a la crisis, tanto España como el conjunto de la Unión Europea incrementaron sus inversiones. Sin embargo, en 2009 se produce un cambio en esta tendencia. Para el conjunto de la Unión Europea se mantiene la variación al alza a lo largo del período. En España, sin embargo, parece observarse una paulatina reducción del esfuerzo a partir de 2010.

CUADRO 3 ACTIVIDADES DE I+D EN ESPAÑA Y EN LA UNIÓN EUROPEA

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Euros por habitante, EU-28	408,6	435,7	460,6	479,5	472,5	490,7	514,5	533,1
Porcentaje del PIB, EU-28	1,76%	1,78%	1,78%	1,85%	1,94%	1,93%	1,97%	2,01%
Euros por habitante, España	235,5	268,5	297,9	321,9	315,4	313,8	303,9	286,0
Porcentaje del PIB, España	1,10%	1,17%	1,23%	1,32%	1,35%	1,35%	1,32%	1,27%

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de EUROSTAT

Estos primeros datos sugieren que la crisis económica ha tenido un efecto negativo en el esfuerzo innovador del conjunto del país. Sin embargo, se trata de datos agregados que combinan el esfuerzo privado con el de las instituciones y la financiación pública. En los siguientes apartados profundizamos en el comportamiento de los agentes privados. Comenzamos analizando la intensidad del esfuerzo realizado por las empresas en términos de sus ventas, así como el peso relativo de los esfuerzos internos y los externos. Después caracterizamos las estrategias que pueden llevar a cabo en función de si implican innovación abierta o no y cómo evolucionan durante el período analizado.

4.1. Esfuerzo innovador

El primer aspecto a tener en cuenta al analizar el impacto de la crisis en la estrategia innovadora de las empresas es la variación en el esfuerzo total realizado por estas. En el Cuadro 4 se muestra una primera aproximación a esta cuestión a partir de la muestra seleccionada. Para interpretar los datos correctamente es importante recordar aquí que solo incluimos empresas innovadoras, es decir, aquellas que han introducido alguna innovación relevante recientemente o que están inmersas en algún proyecto destinado a generar innovaciones.

Las dos primeras filas del Cuadro 4 muestran el porcentaje de los ingresos por ventas que las empresas españolas dedican a actividades de innovación en general, y de I+D en particular. Cabe destacar que la I+D no es la única vía para obtener innovaciones. Algunas alternativas son la compra de equipos productivos o la adquisición y licencia de patentes y modelos de utilidad ya desarrollados. Sin embargo, el esfuerzo en I+D aparece cómo la actividad más importante, abarcando la amplia mayoría de los recursos innovadores durante todo el período analizado, tal y como se desprende de la escasa diferencia entre los valores de ambas filas. Así, las empresas españolas han dedicado entre el 6,13 por 100 y el 7,62 por 100 de sus ingresos por ventas a la obtención de innovaciones, mientras que las actividades de I+D varían entre un 5,32 por 100 y un 6,38 por 100 de los ingresos.

CUADRO 4
INTENSIDAD DE GASTOS EN I+D DE LAS EMPRESA ESPAÑOLAS, 2005-2012

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Intensidad innovación	7,62	6,88	6,59	6,41	6,44	6,16	6,13	6,31
Intensidad en I+D	6,38	5,82	5,53	5,48	5,49	5,32	5,34	5,62
Ratio de apertura (%)	14,19	15,68	16,09	15,76	15,90	16,09	15,50	14,07

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de PITEC.

Durante la primera mitad del período (2005-2008) se observa una progresiva reducción del esfuerzo innovador de las empresas. En la segunda mitad se observa una evolución compleja. En 2009 se mantiene el esfuerzo, entre 2010 y 2011 se observa una reducción en el nivel de compromiso, y en 2012 vuelve a aumentar la importancia de las actividades de innovación, en general, y de I+D, en particular. Cabe destacar que estos datos preliminares no permiten distinguir si la variación en el esfuerzo relativo es resultado del impacto de la crisis sobre las ventas, o de variaciones reales en los niveles de inversión en innovación e I+D. En cualquier caso, nos permiten observar que durante la crisis la intensidad del esfuerzo en innovación ha disminuido ligeramente o se ha mantenido, según la variable estudiada.

En cuanto a la preferencia por la I+D interna o externa, la tercera fila del Cuadro 4 muestra el ratio de apertura, expresado como el porcentaje que supone la I+D

externa sobre el total de gastos en I+D. Los datos muestran cómo durante todo el período predominan los gastos internos sobre los externos en una relación de 6 a 1. En conjunto, no se distingue un efecto claro de la crisis en la composición de los esfuerzos de I+D, manteniéndose relativamente estable el peso relativo de cada uno de estos elementos. En el siguiente sub-apartado analizamos en detalle la elección entre estrategias de I+D abiertas y cerradas.

4.2. Evolución de la estrategia de I+D

Observar los datos agregados de la población de empresas españolas puede enmascarar las diferentes estrategias de innovación seguidas por estas. Algunas empresas, por ejemplo, pueden no llevar a cabo ningún tipo de actividad de I+D (y, por lo tanto, adquirir conocimiento ya elaborado por terceras partes), mientras que otras empresas pueden realizar todas sus actividades de I+D de forma interna. Para analizar las diferentes estrategias de innovación que se pueden llevar a cabo creamos cuatro categorías excluyentes que tratan de caracterizar la estrategia desarrollada por la empresa (Cassiman y Veugelers, 2006).

En primer lugar destacamos aquellas empresas que no realizan actividades de I+D («Sin I+D»). Se trata de empresas que obtienen sus innovaciones en el mercado de tecnologías o mediante transferencias informales de conocimiento. En segundo lugar están las empresas que realizan internamente sus actividades de I+D («Solo hacer»). La tercera estrategia consiste en externalizar las actividades de I+D, es decir, optar por un modelo estrictamente abierto («Solo comprar»). Finalmente, la cuarta estrategia que consideramos es la de combinar las dos anteriores. Se trata de empresas que optan por un modelo mixto, realizando internamente actividades de I+D y, al mismo tiempo, subcontratando a empresas externas («Hacer y comprar»).

El Cuadro 5 muestra el porcentaje de empresas que optan por cada una de estas opciones estratégicas. Estos datos se ofrecen tanto para el conjunto de empresas de la muestra, como distinguiendo por sector de actividad (servicios *versus* manufacturas) y por nivel de intensidad tecnológica (alta y media-alta versus baja y media-baja).

La alternativa de no realizar I+D ha aumentado entre 2005 y 2012, suponiendo al final del período la estrategia seguida por casi un tercio de las empresas incluidas en la muestra. Así pues, una parte importante de las empresas obtienen sus innovaciones sin realizar actividades de I+D. Cabe notar que la literatura muestra cómo el porcentaje de empresas que innovan sin realizar actividades de I+D es en ocasiones importante. Por ejemplo, Arundel *et al.* (2008) con una muestra de empresas de 15 países europeos obtienen que la mitad de las empresas que introdujeron algún tipo de innovación no contrataron ni desarrollaron internamente actividades de I+D. En el caso español, Santamaría *et al.* (2009) cifran en alrededor del 36 por 100 a los innovadores en producto y en el 50 por 100 de los innovadores en proceso a las empresas que no invierten en I+D.

La estrategia de hacer internamente los esfuerzos de I+D muestra un comportamiento heterogéneo a lo largo del período analizado. Si bien al comienzo de la crisis, en 2009, se observa un descenso en su importancia relativa, en 2011 y 2012 se recupera el nivel previo a la crisis. Finalmente, las estrategias abiertas (*«Solo comprar»* y *«Hacer y comprar»*) se mantienen relativamente estables durante el período analizado, sin observarse un efecto claro de la crisis en el porcentaje de empresas que optan por la innovación abierta.

CUADRO 5 EVOLUCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN DE LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS, 2005-2012 (En %)

2007 **Total empresas** 2005 2006 2008 2009 2010 2011 2012 Sin I+D 19,4 27,1 29,4 31,3 35,4 38,0 31,7 30.4 Solo hacer 47,7 40.5 38.8 39.5 36.8 33.9 37,3 39.4 4.3 4.2 4.2 Solo comprar 4.7 4.1 3.9 4.6 3.8 Hacer y comprar 28,6 27,7 27,6 25,1 23,6 24,2 26,4 26,4 Servicios 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 Sin I+D 37,0 44,0 39.5 25,1 35.3 38.0 45.8 41.2 Solo hacer 47,5 38,6 35,3 36,4 33,0 31,1 32,5 36,9 4,0 3,7 4,8 Solo comprar 4,0 4,0 4,1 3,6 3,3 23,4 22.1 23.7 21.5 19.3 19.5 21.5 20.3 Hacer y comprar Manufacturas 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 Sin I+D 16,1 22,6 25,1 27,6 30,5 33,4 26,3 25,1 Solo hacer 47.9 41.6 40.7 41.2 39.0 35.5 40.1 40.9 Solo comprar 4,4 5,0 4,3 4,1 4,4 4,1 4,4 4,2 Hacer y comprar 31,6 30.8 29,8 27,1 26,1 27,0 29,2 29,8 Alta tecnología 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 Sin I+D 10,2 15,7 17,9 20,5 23,1 25,5 21,1 19.0 Solo hacer 54.2 48.3 46.2 46.5 44.3 40.5 44.1 46.5 3.4 3.4 3.2 2.9 3.3 3.2 3.5 3.1 Solo comprar 32,3 32,7 29,3 32,6 30,1 30,8 31,3 31,4 Hacer y comprar Baja Tecnología 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 Sin I+D 25.1 34.4 36.7 38.3 43.5 46.2 39.4 38.5 Solo hacer 43,7 35,5 34,0 35,0 31,9 29,5 32,5 34,4 Solo comprar 4,8 5,5 4,9 4,9 4,8 4,4 5,3 4,4 26,4 24,6 24,4 19,8 19,9 22,8 22,7 Hacer y comprar 21,8

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de PITEC.

En las agrupaciones por sectores, se observa que en el caso de empresas del sector servicios y de empresas que operan en sectores de baja y media-baja intensidad tecnológica la opción más elegida es la de no realizar I+D⁴. La estrategia de innovación cerrada (*«Solo hacer»*) es la estrategia dominante entre empresas de intensidad tecnológica alta y media-alta.

Finalmente, se puede observar que alrededor de un tercio de las empresas subcontratan total o parcialmente sus actividades de I+D. En torno a un 4 por 100 de empresas optan por la estrategia completamente abierta (*«Solo comprar»*), mientras que una proporción mucho mayor de empresas opta por estrategias mixtas (*«Hacer y comprar»*), especialmente en los sectores de alta tecnología. Por sectores, se observa un patrón similar. Los datos no parecen mostrar un efecto sistemático de la crisis.

En conjunto, los datos sugieren que al comienzo de la crisis (años 2009 y 2010) aumenta la importancia de la estrategia «Sin I+D», aparentemente a costa de la estrategia de «Solo hacer». Este comportamiento parece observarse tanto para toda la muestra como para las divisiones sector por sector. Sin embargo, en 2011 y 2012 se vuelve a la situación previa la crisis. En el caso de las estrategias de innovación abiertas el efecto de la crisis parece menos claro.

5. Análisis de regresión: descripción de las variables

Los análisis descriptivos presentados en el apartado anterior ofrecen una primera aproximación al comportamiento innovador de las empresas españolas entre 2005 y 2012. Sin embargo, es necesario un análisis más riguroso para poder explicar la forma en la que la crisis ha afectado al comportamiento innovador de las empresas. En este apartado se describe este análisis, en el que nos centraremos en la relación entre crisis y apertura del proceso de investigación y desarrollo.

5.1. Variable dependiente

En este trabajo se utilizarán dos variables dependientes. La primera de ellas es la estrategia de innovación de la empresa. Al igual que en el Cuadro 4, distinguimos cuatro posibles estrategias en función de la realización o no de I+D interna y externa. Así, la variable dependiente para analizar los condicionantes de la elección de estas estrategias puede tomar cuatro posibles valores, que hemos codificado como 1 si la empresa no realiza actividades de I+D («Sin I+D»), 2 si la empresa solo realiza actividades de I+D internamente («Solo hacer»), 3 si la empresa solo compra en el

⁴ En el caso de las empresas de servicios, la estrategia «*Solo hacer*» es la más importante en los años 2004 y 2006, aunque a partir de 2007 la estrategia «*Sin I+D*» es la más importante. Algo similar sucede con las empresas en sectores de media y media-baja intensidad tecnológica, en los que «*Solo hacer*» es la estrategia dominante durante los años 2005 y 2006.

mercado los recursos de I+D que necesita para desarrollar su estrategia de innovación («Solo comprar») y 4 si la empresa accede a los recursos tecnológicos a través del desarrollo interno y de la adquisición en el mercado («Hacer y comprar»)⁵.

Este primer análisis permite distinguir diferentes estrategias genéricas en términos de apertura del proceso de I+D, pero no considera la intensidad de la apertura. Por este motivo, hacemos un segundo análisis en el que la variable dependiente es el grado de apertura de la empresa, expresado como el cociente entre los gastos de I+D externos y el total de gastos de I+D realizados por la empresa. Con esta variable analizamos el efecto de la crisis sobre el grado en el que la empresa sigue estrategias de innovación abierta⁶.

5.2. Variable independiente

Para analizar el efecto de la crisis en nuestras estimaciones, y de acuerdo con algunos trabajos previos (véase, por ejemplo Bover *et al.*, 2002), utilizamos la tasa anual de variación del Producto Interior Bruto (PIB). Esta variable guarda una estrecha relación con la evolución de la economía y permite distinguir entre años en los que esta se manifiesta con mayor o menor virulencia.

5.3. Variables de control

Las variables de control se agrupan en torno a dos categorías que tratan de recoger efectos específicos de la empresa y factores de contexto que pueden afectar a la estrategia de adquisición de conocimiento tecnológico seleccionada. Respecto a las variables específicas de la empresa, se han incluido en el modelo la *intensidad en innovación*, la *intensidad en exportación* y el *tamaño*.

La *intensidad en innovación* incrementa la probabilidad de la empresa de comprometerse en diversas actividades de innovación (Cassiman y Veugelers, 2006). Para aproximarnos a esta variable se ha calculado la relación entre el gasto total en innovación y las ventas totales de la empresa.

Por otro lado, y en relación con la *intensidad en exportación*, diversos trabajos previos han propuesto que la participación de la empresa en mercados internacionales

⁵ El modelo se estima mediante un logit multinomial. Esta metodología no establece un orden entre las opciones estratégicas, sino que simplemente las identifica como alternativas. Por lo tanto, la codificación no afecta al resultado.

 $^{^6}$ De acuerdo con algunos trabajos anteriores (véase, entre otros, el de LAURSEN y SALTER, 2006), la variable dependiente se define del siguiente modo: Grado de apertura_{i,t} = $\ln\left(1 + \frac{Gasto \ externo \ en \ I + D_{i,t}}{Gasto \ total \ en \ I + D_{i,t}}\right)$. Dada la naturaleza de la misma, en este caso hemos estimado un modelo Tobit para datos de panel con doble censura.

proporciona mayores oportunidades para aprender y ejerce una mayor presión para innovar (Salomon y Shaver, 2005). En este sentido, y dada la necesidad de disponer de recursos tecnológicos valiosos para competir en los mercados internacionales, se espera que el grado de internacionalización de la empresa afecte con mayor intensidad a aquellas estrategias que impliquen el desarrollo interno de, al menos, una parte de los conocimientos tecnológicos utilizados por la empresa. La variable *intensidad en exportación* se calcula como el cociente del valor de las ventas en mercados extranjeros entre el valor total de las ventas de la empresa.

Respecto al *tamaño*, tal y como indican Cassiman y Veugelers (2006), el logro de economías de escala y alcance puede afectar a la elección de la estrategia de adquisición de conocimiento tecnológico. Para controlar el efecto del tamaño se ha utilizado el valor de las ventas de la empresa (expresada en cientos de millones de euros) y deflactadas por el índice de precios industriales.

Además, y de acuerdo con la propuesta de Cassiman y Veugelers (2006) se han incluido una serie de variables que tratan de recoger la importancia de diversas fuentes externas de conocimiento para la innovación⁷. En concreto, se han construido las siguientes variables:

- Importancia de la I+D básica, que se construye como el ratio que relaciona la importancia de la información procedente de universidades y centros de investigación y la importancia de la información procedente de los clientes y los proveedores.
- Información pública, que se construye como el ratio de la importancia de la información procedente de conferencias, ferias y exposiciones, más la procedente de publicaciones e informes técnicos en relación con la importancia de la información procedente de clientes y proveedores.
- Información de los competidores, que mide la importancia de la información suministrada por los competidores.

Por último, se ha incluido una variable que recoge el efecto de las restricciones a la innovación, restricción de recursos. De acuerdo con Cassiman y Veugelers (2006), la variable se ha construido a partir del cálculo de la media de la importancia que tienen (1) la falta de personal cualificado y (2) la falta de información sobre la tecnología, como obstáculos para la realización de actividades innovadoras. Ambos obstáculos están medidos en una escala tipo Likert con cuatro posibles valores comprendidos entre 1 (No relevante/no empleado) y 4 (Alta).

Respecto a los factores de contexto, se han incluido en el modelo variables para capturar diferencias según el tipo de actividad, la oportunidad tecnológica y el régimen de apropiabilidad. En cuanto a las primeras, tienden a producirse diferencias sistemáticas entre empresas manufactureras y empresas del sector servicios (Sirilli

⁷ Todas las variables relativas a la importancia de las diversas fuentes de información están medidas en una escala que va de 1 (No relevante/no empleado) a 4 (Alta).

y Evangelista, 1998). Para recogerlas se ha empleado una variable dicotómica, *manufacturas*, que toma el valor 1 cuando la empresa opera en este contexto y 0 cuando opera en el sector servicios.

Las oportunidades tecnológicas afectan a la estrategia de innovación desarrollada por la empresa (Malerba y Orsenigo, 1993). Participar en un sector que ofrece mayores oportunidades supone un mayor incentivo a la realización de actividades de I+D. Con el fin de incorporar esta variable en el modelo se ha creado una variable dicotómica, *alta intensidad tecnológica*, que toma el valor 1 si la empresa participa en sectores de alta y media-alta intensidad tecnológica y 0 en caso contrario.

Finalmente, se ha incluido el régimen de apropiabilidad del sector de actividad en el que participa la empresa (Teece, 1986). En sectores en los que el régimen de apropiabilidad es fuerte la empresa podrá capturar los rendimientos derivados de la innovación y, en consecuencia, tendrá más incentivos a realizar las actividades de investigación y desarrollo internamente. Al mismo tiempo, en este contexto será más fácil para la empresa adquirir los conocimientos tecnológicos en el mercado (Cassiman y Veugelers, 2006), por lo que el efecto de esta variable es incierto. Para aproximarnos al régimen de apropiabilidad de cada sector hemos tomado en consideración todos los métodos legales de protección intelectual: patentes, diseños, marcas y copyrights. Hemos construido un indicador de la protección media de todas las empresas de la muestra, independientemente de su actividad, y un indicador de protección específico para cada uno de los sectores de actividad incluidos en PITEC. Por último, hemos construido una variable dicotómica, *apropiabilidad*, que toma el valor 1 cuando la protección media del sector es mayor que la media de la economía y 0 en caso contrario.

Los Cuadros A.1 y A.2 (véase el Anexo) muestran la estadística descriptiva de las variables descritas.

6. Resultados

Como se señalaba en el apartado anterior, el primer análisis estudia el efecto de la crisis en la elección de estrategia de innovación por parte de las empresas españolas, teniendo en cuenta las 4 categorías definidas con anterioridad. El Cuadro 6 muestra los resultados del modelo logit multinomial sobre las 52.673 observaciones con el que analizamos los determinantes de la elección de la estrategia de adquisición de conocimiento tecnológico empleada por la empresa⁸. Con el fin de facilitar la interpretación de los resultados, el cuadro muestra los efectos marginales de las variables sobre la probabilidad de elegir cada una de las estrategias. Estos efectos marginales están calculados para el valor promedio de todas las variables, y se deben interpretar como la variación en la probabilidad de llevar a cabo cada una de las

⁸ La estrategia de referencia es «Sin I+D». Los resultados del test de Hausman nos indican que se acepta la hipótesis de independencia de las alternativas irrelevantes.

CUADRO 6
EFECTO DE LA CRISIS EN LA ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN

	Sin I+D	Solo hacer	Solo comprar	Hacer y comprar
Intensidad en innovación	-4,107***	2,397***	0,154***	1,555***
	(-16,94)	(16,31)	(5,40)	(18,93)
Intensidad en exportación	-0,147***	0,031**	-0,008	0,124***
	(-13,48)	(2,50)	(-1,46)	(12,04)
Татаñо	-0,006	0,001	0,001**	0,006***
	(-2,43)	(-0,64)	(2,49)	(4,49)
Importancia de la I+D básica	-0,034***	-0,166***	0,026***	0,175***
	(-4,71)	(-16,64)	(8,89)	(23,63)
Información pública	-0,039***	0,093***	-0,028***	-0,026***
	(-5,30)	(10,23)	(-7,23)	(-3,24)
Información de los competidores	-0,070***	0,010***	-0,002*	0,063***
	(-26,23)	(3,22)	(-1,93)	(23,22)
Restricción de recursos	-0,016***	0,004	-0,001	0,013***
	(-4,87)	(1,05)	(-0,81)	(3,61)
Manufacturas	-0,128***	0,022**	0,011***	0,095***
	(-14,94)	(2,40)	(3,06)	(12,22)
Alta intensidad tecnológica	-0,060***	0,042***	-0,006	0,024***
	(-7,95)	(4,72)	(-1,54)	(3,05)
Apropiabilidad	0,011	0,036***	-0,019***	-0,028***
	(1,32)	(3,62)	(-3.88)	(-3,23)
Crecimiento del PIB	-0,011***	0,005***	0,001	0,006***
	(-18,06)	(6,38)	(1,41)	(8,26)
Observaciones Wald χ² VIF (máximo/medio) Pseudo R²		3184 1,37	673 ,33*** /1,26 468	

NOTAS: El cuadro muestra el resultado de la estimación de un logit multinomial. Los valores entre paréntesis son los t-ratios. Los errores estándar son robustos a la correlación entre las observaciones de la misma empresa. Los efectos marginales (dy/dx) se evalúan en la media muestral. Para las variables dicotómicas, el efecto marginal corresponde al pñaso de 0 a 1.*p < 0.1; **p < 0.05; ****p < 0.01.

estrategias como resultado de una variación unitaria en la variable⁹. Como se puede observar, el ajuste del modelo es satisfactorio y los valores del factor de inflación de la varianza no nos hacen prever ningún problema de colinealidad entre las variables explicativas.

⁹ Los resultados completos del modelo están disponibles bajo petición a los autores.

Nuestra principal preocupación en el trabajo es averiguar cuál es el efecto del ciclo económico sobre la actividad innovadora de las empresas. Los resultados de este primer análisis muestran una relación directa y estadísticamente significativa entre la tasa de crecimiento del PIB y las estrategias de «Solo hacer» y «Hacer y comprar», mientras que la relación con la estrategia de no realizar I+D es negativa. En el caso de la estrategia de «Solo comprar» el efecto marginal no es estadísticamente significativo.

En relación con las variables de control relativas al sector de actividad al que pertenece la empresa, podemos señalar que operar en el sector manufacturero afecta positivamente a la probabilidad de realizar cualquiera de las estrategias activas de innovación, mientras que la pertenencia a sectores con alta intensidad tecnológica solo influye positivamente en la probabilidad de desarrollar las estrategias de «Solo hacer» y «Hacer y comprar». La existencia de un régimen de apropiabilidad fuerte aumenta la probabilidad de utilizar la estrategia de «Solo hacer» mientras que reduce la probabilidad de desarrollar la estratega de «Solo comprar» y de «Hacer y comprar».

Como era de esperar, la intensidad en innovación afecta de forma positiva a la posibilidad de seleccionar cualquier estrategia aunque el efecto es mucho más intenso en el caso de las estrategias de «Solo hacer» y «Hacer y comprar» que en el caso de la estrategia de «Solo comprar». Por su parte, el tamaño solo afecta positivamente a las estrategias de «Solo comprar» y «Hacer y comprar».

Por lo que se refiere a las fuentes de información para la innovación, se observa un efecto distinto en función de su origen. En concreto, la importancia de la I+D básica reduce la probabilidad de optar por «Solo hacer» e incrementa la de optar por «Solo comprar» y por «Hacer y comprar». La importancia de la información pública aumenta la probabilidad de seleccionar la estrategia de «Solo hacer» y reduce la probabilidad de optar por «Solo comprar» y por «Hacer y comprar». Por último, la importancia de la información procedente de los competidores aumenta la probabilidad de utilizar la estrategia de «Solo hacer» y de «Hacer y comprar», mientras que reduce la posibilidad de optar por la estrategia de «Solo comprar».

Sorprendentemente, la restricción de recursos únicamente afecta a la posibilidad de seleccionar la estrategia de «*Hacer y comprar*», y además lo hace de forma positiva.

Por último, en relación con la exportación y tal y como era de esperar, la participación de la empresa en mercados extranjeros incrementa la posibilidad de optar por la estrategia de *«Solo hacer»* y, con mayor intensidad, la de *«Hacer y comprar»*. Este resultado parece sugerir que la intensa rivalidad existente en estos mercados alienta a las empresas que participan en ellos a desarrollar al menos una parte de los conocimientos tecnológicos internamente.

Es importante destacar que las empresas no solo deciden la estrategia innovadora que realizan, sino que también deben determinar la intensidad con la que la llevan a cabo. En el caso de la innovación abierta, las empresas han de decidir la importancia relativa de las inversiones externas sobre su total de gastos de I+D. Por eso, analizamos también el efecto del ciclo económico sobre el grado de apertura del proceso innovador.

El Cuadro 7 muestra los resultados de un modelo Tobit tomando como variable dependiente el grado de apertura de las empresas. La primera columna muestra el resultado para el conjunto de empresas, mientras que las dos siguientes presentan los resultados distinguiendo a las empresas según el nivel de intensidad tecnológica.

CUADRO 7
GRADO DE APERTURA Y CICLO ECONÓMICO

	Toda	Alta intensidad	Baja intensidad
	la muestra	tecnológica	tecnológica
Intensidad en innovación	0,112***	0,144***	0,083**
	(5,79)	(6,55)	(2,56)
Intensidad a la exportación	0,012	0,023*	-0,003
	(1,09)	(1,71)	(-0,18)
Tamaño	0,005***	0,005**	0,005***
	(5,41)	(3,13)	(3,96)
Importancia de la I+D básica	0,097***	0,090***	0,102***
	(15,81)	(10,56)	(11,79)
Información pública	-0,048***	-0,035***	-0,060***
	(-7,34)	(-4,19)	(-6,06)
Información de los competidores	-0,006**	-0,011***	0,002
	(-2,56)	(-3.38)	(0,59)
Restricción de recursos	0,006*	0,002	0,009*
	(1,67)	(0,44)	(1,81)
Manufacturas	0,056***	0,090***	-0,049**
	(4,54)	(5,83)	(-2,13)
Alta intensidad tecnológica	-0,057***	_	_
	(-5,07)	_	_
Apropiabilidad del sector	-0,066***	-0,176***	0,023
	(-5,08)	(-7,50)	(1,02)
Crecimiento del PIB	0,001*	0,001	0,002**
	(1,74)	(0,63)	(1,97)
Constante	-0,137***	-0,096**	-0,127***
	(-9,18)	(-3,15)	(-6,05)
Observaciones	36.840	16.922	19.918
Wald Chi	408,34***	269,83***	174,59***
VIF (máximo/medio)	1,35/1,25	1,42/1,18	2,32/1,35

NOTAS: El cuadro muestra el resultado de la estimación de un Tobit para datos de panel con doble censura. Los valores entre paréntesis son los t-ratios. Errores estándar robustos a correlación entre observaciones de la misma empresa. * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

En este caso, los resultados muestran que el ciclo económico guarda una relación directa con el ratio de apertura: cuanto mayor es el crecimiento del PIB, mayor es el peso relativo de la I+D externa sobre el total de I+D de la empresa. Esto sugiere que las empresas han optado por reducir su nivel de apertura en los años de crisis. Al subdividir la muestra según la intensidad tecnológica del sector en el que operan las empresas el patrón es diferente. En el caso de los sectores de intensidad tecnológica alta y media-alta los resultados no muestran relación entre ciclo económico y nivel de apertura. Sin embargo, las empresas en sectores de intensidad tecnológica baja y media-baja muestran una relación directa entre el ratio de apertura y el crecimiento económico. Estos resultados indican que, mientras que las empresas de elevada intensidad tecnológica toman sus decisiones sobre la apertura de su proceso de innovación al margen del contexto económico, las empresas en las que la intensidad tecnológica es baja se ven afectadas por este. En consecuencia, este segundo grupo de empresas habrá reducido el nivel de apertura durante la crisis económica.

En cuanto a las variables de control a nivel de empresa, y si observamos los resultados para toda la muestra, éstos sugieren que las empresas grandes o con elevadas inversiones en innovación tienden a realizar una mayor parte de sus esfuerzos de I+D externamente. La importancia de la I+D básica aumenta la apertura, mientras que la importancia de la información pública y de la información de los competidores la reducen. Finalmente, las empresas responden a las restricciones en recursos aumentando su apertura. En cuanto al contexto industrial, se observa que las empresas manufactureras tienden a tener un proceso más abierto, mientras que las empresas de alta y media-alta intensidad tecnológica, o que operan en regímenes de apropiabilidad más fuertes tienden a tener un proceso más cerrado.

Comparando los resultados para las sub-muestras de alta o baja intensidad tecnológica cabe destacar las diferencias en el efecto de la intensidad exportadora (que en el caso de las industrias de alta intensidad tecnológica favorece la externalización de actividades de I+D pero no tiene efecto en las industrias de baja intensidad tecnológica), la importancia de la información de los competidores (negativo en alta intensidad, no significativo en baja intensidad), las restricciones de recursos (solo afecta en las de baja intensidad tecnológica, y de forma positiva) o el régimen de apropiabilidad (reduce el nivel de apertura en el caso de empresas de alta intensidad tecnológica). Las empresas manufactureras tienden a procesos más abiertos que las de servicios en el caso de sectores de alta intensidad tecnológica, pero más cerrados en el caso de industrias de baja intensidad tecnológica.

6. Conclusiones

Durante la crisis económica las empresas españolas han sufrido un deterioro en el contexto económico general. En situaciones como esta, las empresas se ven presionadas a encontrar nuevas oportunidades de negocio y a mejorar la eficiencia de sus actividades. Una vía para lograr ambos objetivos es la innovación. Sin embargo,

este contexto genera también dificultades para desarrollar las actividades necesarias. El mayor problema es que a pesar de la necesidad acuciante de introducir innovaciones, la falta de recursos y las escasas expectativas a corto y medio plazo reducen el incentivo a invertir en actividades de innovación. Una alternativa que podría resultar especialmente útil en esta situación es la de abrir el proceso de innovación. Las empresas podrían externalizar sus actividades de investigación y desarrollo con el fin de acceder a nuevos conocimientos con mayor velocidad y, probablemente, de forma más eficiente. En este trabajo hemos estudiado la estrategia de innovación de las empresas en términos de su nivel de apertura.

Los datos agregados confirman que la crisis ha traído consigo una reducción del esfuerzo que realiza el conjunto del país en materia de innovación. Sin embargo, los datos a nivel de empresa son menos claros. Aunque al comienzo de la crisis las empresas redujeron sus esfuerzos en investigación y desarrollo, en 2012 parecen haberse recuperado los niveles que había justo antes de esta. Así, el gasto en innovación en I+D como porcentaje de los ingresos por ventas estaba en 2012 ligeramente por debajo del observado en 2007 y 2008. Igualmente, mientras que al comienzo de la crisis el porcentaje de empresas que optó por no llevar a cabo I+D aumentó notablemente, en 2012 se había vuelto a los niveles previos a esta. Así, podría decirse que las empresas en conjunto han corregido la inercia que pareció llevarles a reducir su I+D, al menos en términos del tipo de estrategia elegida y de intensidad de gasto.

En relación con la estrategia elegida, los resultados sugieren que la crisis ha afectado más a las actividades de I+D internas que a las externas. En concreto, el crecimiento del PIB muestra relación directa con las estrategias que implican I+D interna (*«Solo hacer»*), e inversa con la ausencia de I+D (*«Sin I+D»*), pero no con las que implican actividades de I+D externas (*«Solo comprar»*). Así, la crisis podría haber llevado a empresas a abandonar sus programas internos de I+D, pero no parece haber influido sobre los externos. En el caso de las estrategias mixtas (*«Hacer y comprar»*) el número de empresas que optan por esta estrategia tiene un componente procíclico.

En cuanto a la intensidad de la I+D externa, los resultados muestran que el ratio de apertura guarda relación directa con el crecimiento del PIB, por lo que durante la crisis se redujo. Poniendo este resultado en contraste con el anterior se concluye que la decisión de si abrir o no el proceso de innovación sigue patrones diferentes a los del nivel de apertura de este proceso. Así, mientras los resultados sobre el tipo de estrategia sugieren que la selección de innovación abierta no se ve afectada por la crisis, para el nivel de apertura detectamos un efecto negativo.

En todo caso, es importante ser cauteloso al considerar tanto los resultados como las conclusiones de este trabajo. En primer lugar, la base de datos PITEC fue diseñada para analizar el comportamiento innovador de las empresas españolas. Al seleccionar la muestra se utilizan determinados criterios que obligan a interpretar nuestros resultados con prudencia. En segundo lugar, conviene recordar que, aunque las actividades de I+D son una parte importante de la actividad innovadora de la

empresa, las empresas utilizan formas muy diversas para obtener innovaciones de producto y proceso. Algunas de ellas tienen que ver con actividades como la compra de maquinaria o el diseño y, por tanto, no implican necesariamente la realización de actividades de I+D (Barge-Gil *et al.*, 2011). En algunos casos, estas actividades implican la adquisición de conocimiento externo y no habrían sido consideradas en nuestros análisis.

Referencias bibliográficas

- [1] ARCHIBUGI, D., FILIPPETTI, A. y FRENZ, M. (2013). «Economic crisis and innovation: Is destruction prevailing over accumulation?». *Research Policy*, 42(2), 303-314.
- [2] ARTZ, K. W., NORMAN, P. M., HATFIELD, D. E. y CARDINAL, L. B. (2010). «A longitudinal study of the impact of R&D, patents, and product innovation on firm performance». *Journal of Product Innovation Management*, 27(5), 725-740.
- [3] ARUNDEL, A., BORDOY, C. y KANERVA, M. (2007). «Neglected innovators: How do innovative firms that do not perform R&D innovate». *Results of an analysis of the Innobarometer*, 9.
- [4] AYALA, L. (2013). «Crisis económica y distribución de la renta: Una perspectiva comparada». *Papeles de Economía Española*, 135, 2-19.
- [5] BANDRÉS, E. y GADEA M.D. (2013). «Crisis económica y ciclos regionales en España». *Papeles de Economía Española*, 138, 2-61.
- [6] BARGE-GIL, A. (2010). «Open, semi-open and closed innovators: towards an explanation of degree of openness». *Industry & Innovation*, 17(6), 577-607.
- [7] BARGE-GIL, A. (2013). «Open strategies and innovation performance». *Industry & Innovation*, 20(7), 585-610.
- [8] BARGE-GIL, A., NIETO, M.J. y SANTAMARÍA, LL. (2011). «Hidden innovators: the role of non R&D activities». *Technology Analysis & Strategic Management*, 23(4), 415-432.
- [9] BENEITO, P. (2006). «The innovative performance of in-house and contracted R&D in terms of patents and utility models». *Research Policy*, 35(4), 502-517.
- [10] BENEITO, P., ROCHINA-BARRACHINA, M.E. y SANCHIS-LLOPÍS, A. (2015). «Ownership and the cyclicality of firms' R&D investment». *International Entrepreneurship and Management Journal*, 11(2), 343-359.
- [11] BERCHICCI, L. (2013). «Towards an open R&D system: internal R&D investment, external knowledge acquisition and innovative performance». *Research Policy*, 42(1), 117-127.
- [12] BERCHICCI, L., TUCCI, C. L. y ZAZZARA, C. (2013). «The influence of industry downturns on the propensity of product versus process innovation». *Industrial and Corporate Change*, 23(2), 429-465.
- [13] BLANCHARD, P., HUIBAN, J.P., MUSOLESI, A. y SEVESTRE, P. (2013). «Where there is a will, there is away? Assesing the impact of obstacles to innovation». *Industrial and Corporate Change*, 22(3), 679-710.
- [14] BOVER, O., ARELLANO, M. y BENTOLILA, S. (2002). «Unemployment duration, benefit duration and the business cycle». *The Economic Journal*, 112(479), 223-265.

- [15] CASSIMAN, B. y VEUGELERS, R. (2006). «In search of complementarity in innovation strategy: Internal R&D and external knowledge acquisition». *Management Science*, 52(1), 68-82.
- [16] CHESBROUGH, H. W. (2003a). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press.
- [17] CHESBROUGH, H. W. (2003b). «A better way to innovate». *Harvard Business Review*, 81(7), 12-3.
- [18] CHESBROUGH, H. W. y GARMAN, A. R. (2009). «How open innovation can help you cope in lean times». *Harvard Business Review*, 87(12), 68-76.
- [19] COHEN, W. M. y LEVINTHAL, D. A. (1989). «Innovation and learning: the two faces of R&D». *The Economic Journal*, 99(397), 569-596.
- [20] COHEN, W. M. y LEVINTHAL, D. A. (1990). «Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation». *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152.
- [21] DAHLANDER, L. y GANN, D. M. (2010). "How open is innovation?". Research Policy, 39(6), 699-709.
- [22] DODGSON, M., GANN, D. y SALTER, A. (2006). «The role of technology in the shift towards open innovation: the case of Procter & Gamble». *R&D Management*, 36(3), 333-346.
- [23] GÓMEZ, J., SENCIÓN, P. y VARGAS, P. (2015). «¿Ha cambiado la percepción de los obstáculos a la innovación en las empresas españolas durante la crisis?». *Economía Industrial*. Aceptado, pendiente de publicación.
- [24] GRIFFITH, R., REDDING, S. y VAN REENEN, J. (2004). «Mapping the two faces of R&D: Productivity growth in a panel of OECD industries». *Review of Economics and Statistic*, 86(4), 883-895.
- [25] GRIMPE, C. y KAISER, U. (2010). «Balancing internal and external knowledge acquisition: the gains and pains from R&D outsourcing». *Journal of Management Studies*, 47(8), 1483-1509.
- [26] LAURSEN, K. y SALTER, A. (2006). «Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms». *Strategic Management Journal*, 27(2), 131-150.
- [27] LÓPEZ, A. (2011). «The effect of microaggregation on regression results: an application to Spanish innovation data». *MPRA Paper* No. 30403, Munich Personal RePEc Archive.
- [28] LÓPEZ-GARCÍA, P., MONTERO, J. M. y MOREAL-BENITO, E. (2012). «Business cycles and investment in intangibles: evidence from Spanish firms». *Industry & Innovation*, 20(7), 611-636.
- [29] MALERBA, F. y ORSENIGO, L. (1993). «Technological regimes and firm behavior». *Industrial and Corporate Change*, 2(1), 45-71.
- [30] PAUNOV, C. (2012). «The global crisis and firms' investments in innovation». *Research Policy*, 41(1), 24-35.
- [31] SIRILLI, G. y EVANGELISTA, R. (1998). «Technological innovation in services and manufacturing: results from Italian surveys». *Research Policy*, 27(9), 881-899.
- [32] SALOMON, R. M. y SHAVER, J. M. (2005): «Learning by exporting: new insights from examining firm innovation». *Journal of Economics & Management Strategy*, 14(2), 431-460.

- [33] SANTAMARÍA, L., NIETO, M. J. y BARGE-GIL, A. (2009). «¿Hay innovación más allá de la I+ D? El papel de otras actividades innovadoras». *Universia Business Review*, 2(22), 102-117.
- [34] TEECE, D. J. (1986). «Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy». *Research Policy*, 15(6), 285-305.
- [35] VOIGT, P. y MONCADA-PATERNÒ-CASTELLO, P. (2009). *The global economic and financial downturn: What does it imply for firms' R&D strategies?* (No. 2009-12). Institute of Prospective Technological Studies, Joint Research Centre.

ANEXO ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA TABLA A.1

Variable	Media	Des. típica	Min	Max	1	2	3	4	w	9	7	8	6	10	11
1. Estrategia de innovación	2,267	1,150	1	4	1										
2. Intensidad en innovación	990,0	0,140	0	1	0,233	1									
3. Intensidad a la exportación	0,214	0,291	0	1	0,155	-0,050	1								
4. Tamaño	0,689	4,176	1.98e-06	115,5	0,040	-0,060	0,010	1							
5. Importancia de la I+D básica	0,763	0,437	0,25	4	0,140	0,083	900'0	-0,008	1						
6. Información pública	0,877	0,405	0,25	4	0,068	0,072	-0,014	-0,020	0,499	1					
7. Información de los competidores	2,184	1,033	1	4	0,219	0,093	0,081	0,033	-0,188	-0,074	1				
8. Restricción de recursos	2,260	0,817	1	4	0,077	0,019	0,032	-0,050	-0,029	-0,013	0,148	1			
9. Manufacturas	0,637	0,481	0	1	0,116	-0,226	0,296	-0,055	-0,028	-0,038	0,050	0,089	1		
10. Alta intensidad tecnológica	0,396	0,489	0	1	0,143	0,173	0,130	-0,034	-0,014	0,014	0,108	0,004	0,122	1	
11. Apropiabilidad	0,629	0,483	0	1	0,112	0,061	0,112	-0,080	0,005	0,020	0,097	0,060	0,486	0,477	1
12. Crecimiento del PIB	1,184	2,693	-3,6	4,2	0,058	0,020	-0,077	-0,010	-0,021	0,017	0,004	0,030	0,007	-0,014	0,001

TABLA A.2 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

	Media	Des.	Mínimo Máximo	Máximo	1	2	в	4	w	9	7	∞	6	10	11
1. Grado de apertura	0,121	0,199	0	0,693	1,000										
2. Intensidad innovación	060,0	0,159	3,65E-06	1	-0,043	1,000									
3. Intensidad exportación	0,242	0,299	0	-	0,001	-0,107	1,000								
4. Tamaño	0,715	4,304	0,000	115,52	0,071	-0,073	0,017	1,000							
5. Importancia I+D básica	0,776	0,453	0,25	4	0,111	0,094	-0,007	-0,002	1,000						
6. Información pública	0,894	0,416	0,25	4	-0,017	0,072	-0,035	-0,020	0,494	1,000					
7. Información competidores	2,346	1,009	1	4	-0,028	0,033	090'0	0,031	-0,175	-0,084	1,000				
8. Restricción de recursos	2,306	0,778	1	4	600'0-	-0,007	0,019	-0,052	-0,032	-0,025	0,141	1,000			
9. Manufacturas	0,678	0,467	0	1	0,004	-0,338	0,290	-0,045	-0,058	890,0-	0,031	0,064	1,000		
10. Alta intensidad tecnológica	0,459	0,498	0	1	-0,084	0,152	0,105	-0,030	-0,036	0,001	0,078	-0,016	0,088	1,000	
11. Apropiabilidad	0,680	0,466	0	1	-0,093	0,022	0,070	-0,084	-0,020	0,004	0,077	0,030	0,421	0,465	1,000
12. Crecimiento del PIB	1,325	2,680	9,6-	4,2	-0,002	-0,004	-0,104	-0,018	-0,017	0,024	-0,040	0,029	900'0-	670,0-	-0,010