

Els Opuscles del CREI

núm. **23**

Septiembre 2009

Complementariedades en las estrategias de innovación y el vínculo con la ciencia

Bruno Cassiman



CREI 

Centre de Recerca
en Economia Internacional

El Centre de Recerca en Economia Internacional (CREI) es un centro de investigación constituido como consorcio integrado por la Universidad Pompeu Fabra y la Generalitat de Catalunya. Su sede está en el campus de la Universidad Pompeu Fabra, en Barcelona.

El objetivo de CREI es promover la investigación en economía internacional y macroeconomía con los estándares académicos más altos.

Els Opuscles del Crei pretenden ser los instrumentos de difusión de la investigación del CREI en el ámbito no académico. Cada *Opuscle* recoge, para un público general, las conclusiones y observaciones de trabajos publicados, o en vías de publicación, en las revistas especializadas. Se hace constar que las opiniones expresadas en *Els Opuscles del Crei* son responsabilidad de sus autores.

Consejo editorial

Antonio Ciccone (editor)
Jordi Galí
Teresa Garcia-Milà
Andreu Mas-Colell

Editado por: CREI
Universitat Pompeu Fabra
Ramon Trias Fargas, 25-27 08005 Barcelona
Tel. 93 542 13 88

© CREI, 2009

© de esta edición: Bruno Cassiman

Traducción del inglés: Tomás Lejarraga

Diseño: Fons Gràfic

Impresión: Masanas Gràfiques

ISSN: 1137 - 7828

Dipòsit legal: B-35.825-2009

“Complementariedades en las estrategias de innovación y el vínculo con la ciencia”

Bruno Cassiman (*)

1. Introducción

Un estudio publicado recientemente por Booz Allen Hamilton –una reconocida firma de consultoría– sobre las 1000 empresas de cotización pública con mayor gasto en investigación y desarrollo del mundo (Global Innovation 1000) afirma que no existe una relación clara entre el gasto en I+D y los principales indicadores de éxito económico o empresarial, como son el crecimiento o la rentabilidad (Jaruzelski, Dehof y Bordia, 2005). Estos resultados pueden parecer sorprendentes a la vista de la abundante evidencia económica que relaciona el gasto en I+D con el crecimiento económico.

En este *opuscle* intentaremos reconciliar la evidencia macroeconómica que el I+D (básico) mejora el crecimiento económico y los resultados obtenidos en los estudios realizados a nivel microeconómico. La literatura macroeconómica propone que la relación entre I+D y crecimiento económico se basa, en parte, en el efecto de los *spillovers* –flujos de conocimientos entre actores económicos en los que el emisor no es compensado por el receptor. Para que el I+D se transforme en crecimiento, las empresas tienen que rea-

lizar actividades (complementarias) para acceder de forma efectiva y capturar estos *spillovers*. Por ejemplo, además de realizar gastos en I+D, las empresas tienen que cooperar con sus clientes para comprender mejor sus necesidades, colaborar con proveedores para mejorar sus productos; complementar sus propios conocimientos externalizando parte del I+D a organizaciones especializadas u obtener licencias para cubrir parte de su déficit tecnológico. Las empresas más exitosas en innovación, i.e. empresas que han logrado desarrollar procesos de innovación exitosos, son las más activas en todas estas dimensiones. Procter & Gamble, por ejemplo, ha desarrollado todas estas actividades después del lanzamiento de su programa Connect & Develop (Conectar y Desarrollar). Su objetivo es generar un 50% de nuevos productos-ideas desde fuera de la empresa a través de estas iniciativas. Por esto, en lugar de mirar solo el gasto en I+D, deberíamos considerar una combinación de indicadores para evaluar el proceso de innovación a nivel microeconómico y poder relacionarlo con el éxito de la innovación.

Lentamente, las empresas se van dando cuenta de que la innovación exitosa –aplicación y comercialización de nuevas ideas– y el I+D no son equivalentes. Asignar dinero a I+D muchas veces no parece generar los resultados esperados debido a la rentabilidad marginal decreciente sobre el I+D –las inversiones adicionales en I+D conducirán a proyectos menos rentables o más arriesgados. En muchos casos es posible que la reducción del gasto en I+D combinado con un incremento en el esfuerzo dirigido a actividades alternativas de innovación mejorarían drásticamente los resultados de la innovación. En efecto, Procter & Gamble dice haber reducido su intensidad de I+D (I+D como porcentaje de ventas) y haber incrementado el resultado de su innovación a través de su programa Connect & Develop. Sin embargo, ¿existe evidencia (que trascienda este caso particular) de

que tal reasignación del gasto en I+D en varias actividades de innovación pueda mejorar los resultados? ¿Cuáles son las alternativas relevantes que deben considerarse? Y, aún más importante, ¿de qué manera estas actividades alternativas afectan al éxito empresarial de la innovación? Muchas de estas preguntas siguen siendo fuertemente debatidas. En este *opuscle* discutiremos resultados recientes sobre la relación de las actividades de innovación y el éxito empresarial y profundizaremos en los principales factores determinantes de esta relación. Como demostraremos más adelante, diferentes actividades de innovación son, en efecto, complementarias, y se refuerzan unas a otras dentro del proceso innovador. Esto implica que las diferentes actividades de innovación necesitan ser combinadas para el éxito empresarial. Además, sostenemos que el I+D básico y una relación activa con la ciencia mejoran la habilidad de la empresa para explotar los efectos de las complementariedades entre actividades de innovación.

En las próximas secciones construiremos gradualmente nuestros argumentos empezando por la relación entre innovación y crecimiento a nivel macroeconómico. Seguidamente discutiremos la literatura reciente sobre innovación y éxito empresarial antes de enfocarnos en un análisis más profundo de los factores determinantes de la innovación a nivel de empresa. Concluiremos proponiendo políticas de innovación derivadas del análisis a nivel de empresa.

2. La innovación y el crecimiento: una visión general

Actualmente, la literatura económica reconoce ampliamente que el I+D y la innovación son importantes motores del crecimiento y del bienestar. La habilidad de una economía para explo-

tar nuevas tecnologías y adaptarse rápidamente a cambios en el entorno tecnológico es considerada esencial para mejorar la calidad de vida y prosperidad. La literatura de crecimiento endógeno (Romer, 1990) sostiene que los esfuerzos dirigidos a la innovación con objetivo comercial son el principal motor del progreso tecnológico y el crecimiento de la productividad.

Según el trabajo seminal de Zvi Griliches, un gran número de estudios empíricos a nivel de empresa, sectorial y agregado, han confirmado el impacto positivo de la actividad de I+D sobre el valor añadido y el crecimiento de la productividad (Griliches, 1998). En algunos países, la rentabilidad media de la inversión en I+D es más del doble que la rentabilidad de la inversión en equipos productivos. La rentabilidad social es aún mayor: los *spillovers* de conocimientos entre diferentes actores de la economía pueden duplicar la tasa de rentabilidad social. A pesar de que estos *spillovers* son un importante motor del crecimiento económico, la literatura económica ha defendido que su carácter de bien público tiene implicaciones complejas sobre las actividades de I+D e innovación de las empresas. Dado que las empresas no son capaces de extraer retornos de estos *spillovers* de conocimiento generados por sus propias inversiones en I+D, suelen sub-invertir en I+D visto desde una perspectiva de bienestar social. Las políticas de innovación intentan corregir dicha sub-inversión creando oportunidades para obtener mayor rentabilidad del I+D mediante rentas monopolísticas promovidas por el sistema de patentes, o bien subsidiando el I+D mediante beneficios fiscales, becas o inversión pública directa para investigación. Sin embargo, el crecimiento macroeconómico en innovación y productividad no es una consecuencia directa de la inversión pública y privada en activos tangibles e intangibles del sistema. El éxito innovador de una economía está fuertemente influenciado por el carácter e intensidad de las

relaciones entre elementos del sistema, tal y como sostiene la literatura en “Sistemas de Innovación Nacionales” (National Innovation Systems) (Nelson, 1993). Según esta visión, el desarrollo de la innovación y la tecnología dependen, de forma creciente, de la habilidad de utilizar los nuevos conocimientos generados fuera de la economía y combinarlos con los conocimientos disponibles en la economía. La capacidad de absorber nuevos conocimientos, transferirlos y difundirlos, y la habilidad de aprender de las interacciones, son elementos cruciales para el éxito de la innovación a nivel agregado. Estas interacciones promueven el progreso y, a su vez, éste genera *spillovers* de conocimientos que influyen positivamente el crecimiento económico, tal y como sostiene la literatura de teoría de crecimiento endógeno y como se observa en la evidencia empírica. Basado en la visión de “Sistemas de Innovación Nacionales”, el modelo de la “Triple Hélice”, que fue reconocido en la literatura de gestión de la tecnología en la segunda mitad de la década de los noventa (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000), sugiere una relación entre industria, academia y gobierno, y su papel en la generación de transferencia y uso de conocimientos en un sistema de innovación nacional o global. Una de las principales explicaciones para el retraso de la UE frente a EEUU en innovación es precisamente la falta de conexiones entre academia e industria en el sistema de innovación europeo.

Por tanto, tal y como formulan los modelos teóricos de crecimiento endógeno y como sugiere la visión de sistemas de innovación, las empresas solamente prosperarán en innovación si son capaces de aprovechar los flujos de conocimientos existentes dentro de la economía. Por esto, es probable que se observe empíricamente una alta correlación entre I+D a nivel agregado y el éxito de empresas innovadoras. No obstante, a nivel de empresas individuales, permanece la incógnita de

cómo el gasto en I+D se relaciona con estas otras actividades de aprovechamiento de flujos de conocimiento. Si diferentes actividades de innovación son, en efecto, complementarias, las empresas con gastos en I+D que no están atadas a sus sistemas de innovación nacional, no se beneficiarán de estos flujos externos de conocimientos en la economía y no es probable, por tanto, que tengan éxito en sus procesos de innovación. Por esto, es probable que la investigación empírica encuentre una mayor variación en los resultados de la innovación a nivel de empresa que al nivel agregado de la economía.

3. Las estrategias y actividades de innovación de las empresas

Es necesario entender más profundamente el proceso de innovación a nivel micro para poder fomentar la innovación a nivel de empresa y desarrollar las medidas políticas correctas a nivel agregado. ¿Qué sabemos acerca de la relación entre la organización del proceso innovador y los resultados de la innovación? A continuación empezaremos por describir la estrategia de innovación de empresas activas y desarrollaremos una hipótesis para explicar por qué creemos que algunos tipos de estrategias son mejores que otras.

Actualmente, hasta las organizaciones más grandes y autosuficientes necesitan conocimientos de fuera de sus fronteras. Para acceder a fuentes alternativas de conocimientos, la *estrategia de innovación* de la empresa combinará diferentes *actividades de innovación*. Además de realizar su propia investigación, las empresas suelen comprar y vender conocimientos en el mercado y cooperar activamente en I+D con proveedores, clientes, competidores y centros de investigación. Sin embargo, las fuentes externas de conocimientos y

los *spillovers* no se adaptan automáticamente al proceso innovador de la empresa. Por tanto, una importante tarea de la gestión de la innovación es integrar óptimamente los conocimientos externos al proceso de innovación de la empresa. Desafortunadamente, muchas empresas que intentan innovar fracasan y muchas políticas en el campo de la innovación no generan los efectos deseados debido al escaso conocimiento del proceso de innovación empresarial a nivel micro.

Mientras que existe una amplia cobertura teórica y empírica de los determinantes del I+D (interno) de empresas e industrias, el campo de la investigación desatiende la elección entre diferentes *actividades de innovación* y combinaciones entre ellas, lo que forma la *estrategia de innovación* de la empresa. Para una muestra de empresas activas en innovación de la Encuesta de la Comunidad de la Innovación (Community Innovation Survey) en Bélgica,¹ la Tabla 1 muestra que las empresas tienden a usar diferentes actividades de innovación. No sorprende que la mayoría de las empresas activas tienen actividades de I+D propias (79%). Más interesante aún, muchas de estas empresas activas en innovación (76%) desarrollan algún tipo de adquisición de conocimientos externos. Las actividades externas pueden ser la compra de licencias (28%), contratación externa de I+D (36%), adquisición de (parte de) una empresa (16%) o contratación de gente con los conocimientos necesarios (53%).

4. Combinación de actividades de innovación

Mientras que la mayoría de las empresas activas en innovación deberían realizar algún tipo de estas actividades, no está tan claro que las empresas *combinen* o *deban combinar* diferentes

Tabla 1
Actividades de innovación de empresas belgas del sector manufacturero

	Descripción de la variable	Número de empresas sin valores nulos N = 522
HACER	Empresas innovadoras que tienen sus propias actividades de innovación y que tienen un presupuesto de I+D positivo.	413 (79%)
COMPRAR	Empresas innovadoras que compran tecnología a través de, por lo menos, uno de los siguientes servicios externos: licencias o contratación de I+D/consultoría de I+D y/o compra de (parte de) empresa o contratación de personal externo.	396 (76%)
<i>Compra de licencia</i>	Empresas innovadoras que adquieren tecnología a través de la compra de licencias.	145 (28%)
<i>Contratación de I+D</i>	Empresas innovadoras que adquieren tecnología a través de la contratación de I+D.	190 (36%)
<i>Compra de empresa</i>	Empresas innovadoras que adquieren tecnología a través de la compra de (parte de) una empresa.	83 (16%)
<i>Contratación externa de personal</i>	Empresas innovadoras que adquieren tecnología a través de la contratación externa de personal.	277 (53%)
<p>Un total de 1669 empresas respondieron al Belgian Community Innovation Survey 2004, 793 empresas del total participaron activamente en innovación, 522 empresas sin valores nulos. Fuente: basado en Cassiman y Veugelers (2006), con datos de CIS4</p>		

actividades de innovación. La mayor parte de la literatura existente sobre la elección de actividades de innovación está enfocada en la elección entre fuentes externas y fuentes internas de conocimientos como si fueran actividades sustitutas de la innovación, i.e. la decisión clásica de “hacer” o “comprar” aplicada a la innovación. Esta literatura enfatiza la relación sustitutiva entre estas opciones. Por un lado, las fuentes externas tienen la ventaja de explotar conocimientos existentes que a veces son más especializados. Esto conlleva ahorros de tiempo y de costes de innovación, ya que existen economías de escala por parte del proveedor de conocimientos de I+D. Por otro lado, la externalización de tecnología puede generar costes de transacción altos: *ex ante*, costes de búsqueda y negociación para localizar, describir y contratar la fuente externa; y *ex post*, para ejecutar y cumplir el contrato. La naturaleza típicamente incierta y compleja de los proyectos de I+D aumenta estos problemas. Por estas razones, la obtención de fuentes externas de conocimientos suele ser más probable para I+D genéricos, no-específicos, y que permiten obtener las ventajas de la especialización y la escala, como son las tareas rutinarias de investigación como los ensayos de materiales. Asimismo, la obtención de conocimientos externos es más probable cuando dichos conocimientos son fáciles de proteger con patentes u otros instrumentos legales, como en los casos de la industria farmacéutica y química, donde los conocimientos pueden comercializarse fácilmente cuando están protegidos.

En lugar de discutir en torno a hacer o comprar o cooperar como opciones sustitutivas a la adquisición de conocimientos, existe la posibilidad de combinar conocimientos internos y externos como actividades de innovación complementarias. A pesar de que una actividad puede sustituir a otra, como se describió anteriormente, la combinación de fuentes internas y externas genera un

amplio ámbito propicio para las complementariedades. Las actividades de innovación en las que se obtienen conocimientos externos sirven como tentáculos para acceder y capturar conocimientos, ideas y *spillovers* externos. Al mismo tiempo, el I+D interno –además de ser una alternativa a generar conocimientos internos– es un requisito para integrar las fuentes externas en el proceso innovador. Cohen y Levinthal (1989) definieron esta función como la “capacidad de absorción” (absorptive capacity) de la empresa, promoviendo la rentabilidad de las actividades de innovación externas. Por ejemplo, estudios de casos en la industria farmacéutica muestran que la investigación interna aumenta la habilidad de las empresas para aprovechar la ciencia “pública”.

Mientras que el movimiento de “innovación abierta” (Chesbrough, 2003) ha apoyado recientemente la necesidad de las empresas de poner mayor peso a las fuentes externas de conocimientos, este fenómeno no es reciente. En la década de los setenta, el estudio de Sappho identificaba el uso eficiente de *know-how* externo en el proceso de innovación como una característica distintiva de las empresas innovadoras exitosas (Rothwell *et al.* 1974). En el estudio de los factores más importantes en el éxito de 40 innovaciones, los autores encontraron que las fuentes externas de experiencia técnica combinadas con la investigación básica interna, que facilita dicha interacción, eran cruciales para explicar el éxito de la innovación. En la línea de estos resultados, las empresas del Reino Unido que desarrollaban investigación interna en los primeros años del siglo XX fueron las que utilizaron un mayor número de asociaciones de investigación cooperativa después de la Primera Guerra Mundial en el Reino Unido. Estas asociaciones intentaban asistir a las empresas en aspectos técnicos. Los legisladores esperaban que las empresas sin capacidad de investigación interna pudieran aprovecharse de estas asociaciones. Sin embargo,

estas asociaciones de investigación sirvieron como una importante fuente complementaria de información científica y técnica para empresas que ya realizaban su propio I+D de forma interna. Existe evidencia adicional de esta aparente relación complementaria entre fuentes internas y externas de conocimientos a través de flujos de pagos por licencias tecnológicas. El análisis de los flujos de pagos por licencias tecnológicas sugiere que los flujos existen principalmente desde empresas que realizan I+D interno (y no desde empresas que carecen de I+D interno) hacia empresas que tienen fuertes programas de I+D internos. Con todo, esta evidencia más cualitativa parece indicar la existencia de una fuerte relación complementaria entre el desarrollo de conocimientos internos y la adquisición de conocimientos externos.

Cassiman y Veugelers (2006) presentan el primer artículo que examina cuidadosamente la complementariedad entre las diferentes actividades en la estrategia de innovación de la empresa. Mientras que la Tabla 1 mostraba que las empresas tienden a usar una variedad de actividades de innovación, la primera columna de la Tabla 2 va un paso más lejos y demuestra que la mayor parte de las empresas activas (63% de la muestra) combina fuentes internas con estrategias externas de adquisición de conocimientos. A continuación, consideramos el efecto de diferentes combinaciones de actividades sobre el éxito empresarial de la innovación –el porcentaje de ventas que deriva de nuevos productos o productos sustancialmente mejorados que fueron introducidos en los últimos dos años. Usando datos de la Community Innovation Survey sobre empresas manufactureras de Bélgica, demostramos en la segunda columna de la Tabla 2 que las empresas que desarrollan I+D interno simultáneamente con I+D externo (Hacer&Comprar) tienen mejores resultados que otras empresas: con 11,9% de las ventas derivadas de nuevos productos o productos sustancialmente

mejorados introducidos en los últimos dos años. Este resultado es favorable si se compara con el caso en que las empresas no realizan I+D interno ni externo (NoHacer&NoComprar), pero son capaces de generar 2,1% de las ventas de nuevos productos o productos sustancialmente mejorados. Estas empresas invierten típicamente en nuevos equipos que traen consigo mejoras tecnológicas que permiten generar nuevos productos o productos sustancialmente mejorados. Es interesante observar que las empresas con actividades de I+D interno (HacerSolamente) no tienen resultados muy diferentes, ya que éstas muestran un 6,5% de las ventas derivadas de nuevos productos. Finalmente, las empresas que adquieren conocimientos de actividades externas (ComprarSolamente) parecen perjudicarse en términos de generación de ventas derivadas de nuevos productos, con solo el 5,0% de las ventas derivadas de nuevos productos.

Sin embargo, la complementariedad entre actividades de innovación sugiere un efecto incremental de las diferentes actividades sobre el éxito empresarial de la innovación. La mejora incremental de los resultados de las empresas que realizan I+D interno solamente, i.e. sin adquirir conocimientos externamente (pasando de 2,1% a 6,5%, una diferencia que no es estadísticamente significativa), es menor que la mejora para las empresas que realizan adquisición externa de conocimientos y realizan ambas actividades (pasando de 5,0% a 11,9%). Este resultado es consistente con la complementariedad entre I+D interno y la adquisición de I+D externo, e implica que una empresa que adquiere I+D externo debería tener fuertes incentivos a realizar su propio I+D interno para mejorar su producción desde su proceso de innovación. En un cuidadoso estudio econométrico –controlando por muchos efectos a nivel de empresa e industria– Cassiman y Veugelers (2006) confirman estos resultados.²

Tabla 2:
Frecuencia de estrategias de innovación y éxito empresarial de la innovación por estrategia de innovación

	<i>Frecuencia de estrategias de innovación</i>	<i>% de ventas de nuevos productos</i>
<i>NoHacer&NoComprar</i>	39 (7%)	2,1%
<i>HacerSolamente</i>	87 (17%)	6,5%
<i>ComprarSolamente</i>	70 (13%)	5,0%
<i>Hacer&Comprar</i>	326 (63%)	11,9%
TOTAL	522 (100%)	9,4%
Las categorías son excluyentes. La muestra (N=522) sólo incluye empresas que reportaron valores para cada una de las variables usadas en el estudio. Fuente: basado en Cassiman y Veugelers (2006), con datos de CIS4		

¿Por qué las actividades de innovación pueden ser complementarias en la estrategia de la empresa? Primero, tal y como argumentan Arora y Gambardella (1994), el I+D interno permite a la empresa evaluar el ambiente y revisar las diferentes opciones tecnológicas con un mejor entendimiento de la tecnología y el conocimiento básico. Esto, a su vez, mejora el éxito empresarial de la innovación combinando actividades de innovación, ya que permite acceder y desarrollar mejor tecnología. Segundo, como mencionamos anteriormente, la tecnología externa se integra más fácilmente al proceso de innovación debido a la capacidad de absorción que presentan las actividades de I+D interna (Cohen y Levinthal, 1989). Muchas empresas realizan este tipo de “turismo de investigación”, pero aquellas que cuentan con sus propias operaciones de I+D son mejores para capitalizar los conocimientos externos disponibles y sus *spillovers*. Finalmente, la tecnología externa mejora la eficiencia de las actividades internas de I+D, porque los conocimientos complementarios fuera de los límites de la empresa ya existen y transferir este conocimiento es menos costoso que

desarrollarlo desde cero. Por ejemplo, muchas empresas como Eli Lilly, Boeing, Dupont o Procter & Gamble realizan consultas tecnológicas a través de Innocentive, un sitio en Internet con acceso a más de 75.000 científicos de todo el mundo. Estos científicos externos pueden proponer soluciones a consultas específicas y ser premiados por ello. No obstante, sin capacidades de I+D interno, estas empresas tendrían dificultades para realizar consultas, evaluarlas, revisarlas y después integrarlas a su proceso innovador, y por tanto para aprovechar efectivamente esta fuente de conocimientos externa.

5. Las fuentes de complementariedad

En la sección previa, los estudios empíricos parecen confirmar que diferentes actividades de innovación son, en efecto, complementarias. No obstante, la complementariedad en la función de producción de la innovación puede depender de decisiones estratégicas particulares de las empresas o de características específicas de las industrias en las que operan. En el siguiente paso, intentaremos identificar las características de las empresas e industrias que más contribuyen a la elección de actividades de innovación. Nos centraremos en dos temas particularmente relevantes: la orientación de las empresas en cuanto a I+D y el régimen de apropiación dominante en la industria. El primer tema hace referencia a la decisión estratégica de la empresa de realizar actividades de investigación de mayor o menor peso fundamental. Como discutiremos en la siguiente sección, esta decisión afectará directamente al proceso innovador de la empresa y a su resultado. El régimen de apropiación de la industria es la manera en que las empresas se apropian de los beneficios derivados de sus innovaciones. En algunas industrias, como la química o la farmacéutica, las patentes

pueden ser efectivas. Sin embargo, en la mayoría de las industrias, las empresas deben recurrir a otros mecanismos para capturar los beneficios de la innovación, como mantener el conocimiento en secreto, adelantarse a la competencia, o bien realizando innovaciones complejas para dificultar la imitación y la ingeniería inversa.

Un primer resultado clave es que las empresas con un perfil de I+D más básico tienen mayor probabilidad de beneficiarse de las complementariedades entre las actividades de obtención de conocimiento interno y externo, tal como indican las frecuencias de Hacer&Comprar y el rendimiento de la innovación de estas elecciones en la Tabla 3.³ La mejora en el rendimiento de la innovación de añadir I+D propio cuando ya se está adquiriendo conocimiento externo va del 4,2% al 10,4% para empresas con un perfil de I+D básico bajo comparado con los 5,6% al 15,7% para empresas con un perfil de I+D básico alto. Así pues, empresas con un perfil más básico en I+D parecen encontrar que estas actividades de innovación diferentes son más complementarias. En la siguiente sección profundizaremos en este resultado, ya que, según creemos, es importante a nivel micro y deja entrever el mecanismo mediante el cual los innovadores exitosos acceden y capturan conocimientos externos y *spillovers*.

Un segundo resultado clave es que las medidas legales y estratégicas para proteger y permitir la apropiación de los beneficios de la innovación, i.e. protección de la propiedad intelectual, son importantes motores de las diferentes estrategias de innovación. La protección legal supone protección por medio de patentes y derechos de reproducción. La protección estratégica se refiere a la protección del conocimiento por medio del secreto, la complejidad del proceso innovador, la innovación continua, o la ventaja de tiempo, i.e. la ventaja de “mover la ficha primero”.

Tabla 3**Frecuencia de estrategias de innovación y éxito empresarial de la innovación en empresas según su grado de relación con el I+D básico**

	Bajo grado de relación con el I+D básico		Alto grado de relación con el I+D básico	
	Frecuencia de estrategias de innovación	% de ventas de nuevos productos	Frecuencia de estrategias de innovación	% de ventas de nuevos productos
<i>No Hacer&No Comprar</i>	7 (4%)	0,6%	5 (4%)	2,0%
<i>HacerSolamente</i>	32 (18%)	5,1%	10 (8%)	4,7%
<i>ComprarSolamente</i>	18 (10%)	4,2%	9 (7%)	5,6%
<i>Hacer&Comprar</i>	124 (68%)	10,4%	106 (81%)	15,7%
TOTAL	181 (100%)		130 (100%)	

Las categorías son excluyentes. La muestra (N=311) incluye solamente aquellas empresas que no reportaron falta de datos en ninguna de las variables usadas en el análisis.
Fuente: elaboración propia basada en Cassiman y Veugelers (2006) y datos de CIS4

La Tabla 4 muestra el porcentaje de empresas por industria que considera que la protección legal y estratégica son estrategias muy efectivas para la apropiación de los beneficios de la innovación.

Tabla 4:
La captura de los beneficios de la innovación

	% de empresas que consideran el mecanismo de protección muy efectivo o crucial	
	Protección legal	Protección estratégica
Química	23%	62%
Ingeniería mecánica & maquinaria	23%	67%
Textil & ropa	21%	49%
Alimentación & bebidas	18%	38%
Madera & papel	13%	51%
Equipo de transporte	8%	56%
Productos de metal	8%	47%
Mobiliario	6%	47%
Servicios de investigación	58%	74%
Mayoristas	22%	40%
Servicios informáticos & software	16%	58%
Servicios de negocios	10%	46%
Minoristas	9%	19%
Servicios de transporte	3%	16%
Servicios financieros & seguros	0%	18%
Total	16%	48%

Protección legal (patentes, derechos de reproducción y marcas), protección estratégica (secreto, complejidad o tiempo de ventaja)
Elaboración propia basada en Veugelers y Cassiman (1998), con datos de CIS4

En general, es interesante observar que, a pesar de ser la medida más discutida para capturar los beneficios de la innovación, la protección legal es considerada sistemáticamente menos efectiva que la protección estratégica. No obstante, como era de esperar, la protección legal es relativamente más efectiva en el sector químico, y en particular, en empresas que hacen investigación por encargo de otras empresas (servicios de investigación). Aún más interesante es la comparación de la Tabla 5, donde se muestran diferentes combinaciones de estrategias de innovación (Hacer, Comprar) y la efectividad de la protección legal y estratégica en cada una de ellas. Claramente, cuando ambos tipos de protección son altos, es más probable que las empresas estén involucradas en ambos tipos de actividades de innovación. Por tanto, el régimen de apropiación tiene una relación positiva con las complementariedades observadas entre estas actividades de innovación (Cassiman y Veugelers, 1999 y 2006). Sin embargo, la correlación con la estrategia de protección parece más pronunciada. Nos ocuparemos de este tema más adelante. Cuando mantener la información en secreto es efectivo para proteger la innovación, las actividades de I+D interno cobran mayor importancia, ya que las personas externas a la empresa desconocerán lo que ocurre en el interior de ésta. Pero, la combinación de conocimientos internos y externos incrementa la complejidad de la innovación, lo que mejora la protección estratégica. Además, la adquisición externa de conocimientos permite a las empresas moverse más rápidamente y sacar ventaja a la competencia. Sin embargo, sin capacidad interna de I+D para integrar conocimientos internos y externos, es improbable que las empresas puedan construir una ventaja competitiva sostenible basada únicamente en conocimientos externos ya que otras empresas pueden imitarla. Por tanto, las industrias donde la apropiación de los beneficios de la innovación depende principalmente de medidas estratégicas,

Tabla 5:
Estrategia de innovación y apropiación

	% de empresas que consideran el mecanismo de protección muy efectivo	
	Protección legal	Protección estratégica
<i>NoHacer&NoComprar</i>	3%	36%
<i>HacerSolamente</i>	7%	41%
<i>ComprarSolamente</i>	15%	38%
<i>Hacer&Comprar</i>	26%	68%

Fuente: elaboración propia basada en Veugelers y Cassiman (1998) con datos de CIS4

i.e. la mayoría de las industrias, se beneficiarán de combinar conocimientos internos y externos, ya que el proceso innovador será complejo y difícil de imitar, y permitirá obtener tiempo de ventaja a la competencia.⁴

6. La construcción de la complementariedad a través del vínculo con la ciencia

En la sección previa identificamos la orientación de I+D de la empresa y los regímenes de apropiación más prevalentes como motores esenciales de la complementariedad entre la adquisición de conocimientos internos y externos. Una pregunta interesante es cómo las empresas pueden construir complementariedades para mejorar los beneficios del proceso de innovación. Cuando las empresas operan en industrias donde los beneficios del régimen de apropiación son prácticamente constantes en el tiempo, éstas pueden construir y explotar vínculos con la ciencia para mejorar su rendimiento innovador. En esta sección final examinamos detalladamen-

te este importante camino hacia el éxito innovador. Empezaremos por relacionar la ciencia con el crecimiento a nivel agregado. Seguidamente demostraremos que estos vínculos pueden materializarse a través de diferentes canales. A nivel micro, los efectos de los vínculos entre la empresa y la ciencia han sido una incógnita. Después discutiremos los efectos de estos vínculos sobre el rendimiento a nivel de empresa y eventualmente intentaremos localizar los efectos de la ciencia dentro de la organización.

6.1. Los vínculos con la ciencia y el crecimiento

Muchos estudios económicos han puesto de manifiesto la importancia de la *investigación básica* para la tecnología, la innovación y el crecimiento económico (Griliches, 1998). Sin embargo, no existe un volumen coherente de estudios teóricos que aborden la naturaleza multifacética entre la ciencia y los mercados (Stephan, 1996). En algunas industrias, el vínculo entre ciencia y tecnología es explícito y directo. Las industrias de biotecnología, farmacéutica, química orgánica y alimentaria son industrias “basadas en la ciencia” en el sentido clásico y dependen fundamentalmente de los avances de la investigación básica para alimentar sus innovaciones de forma directa (Levin *et al.* 1987). En industrias que no están basadas en la ciencia, gran parte de la innovación deriva de actividades diferentes a la investigación básica. No obstante, incluso en estas industrias la innovación resulta más fácil haciendo un mejor uso de la investigación básica, como la capacitación de investigadores cualificados para ayudar a mejorar la capacidad de absorción de la industria.

Una preocupación importante y recurrente en economía ha sido entender el grado en que la ciencia explica el progreso tecnológico. La respuesta a este interrogante tiene implicaciones pro-

fundas para las políticas públicas, especialmente para la decisión de financiar la investigación básica desarrollada por organizaciones públicas o privadas. Los trabajos de Jaffe (1989) y Adams (1990) demostraron la importancia de la ciencia básica (*inputs*, e.g. gastos en investigación pública u *outputs*, e.g. publicaciones) para el crecimiento económico. Al mismo tiempo, el estudio de Acs, Audretsch y Feldman (1992) y otros revelaron que se derivan *spillovers* significativos de la investigación académica local sobre I+D privado y el proceso de patentes. La importancia de la ciencia para el crecimiento económico junto con el hecho de que los *spillovers* son generados por el sector privado ha llevado a diferentes formas de intervención del gobierno para financiar la ciencia directamente, por ejemplo, a través de la financiación de la investigación universitaria y centros de investigación, otorgando becas a empresas y a otras organizaciones que participan de la investigación científica.

Estudios recientes sugieren que los vínculos entre la investigación básica y las empresas privadas han crecido en las últimas décadas y se han manifestado de muchas formas: como en la colaboración entre universidades e industrias (e.g. realizando investigación conjunta, compartiendo equipos y herramientas de investigación), la formalización de contratos entre universidades e industrias, industrias que financian investigación, *spin-offs* y licencias de universidades, movilidad de investigadores universitarios, menciones a patentes universitarias, etc. Uno de los indicadores más visibles del crecimiento de los vínculos entre la ciencia y la industria es el número de citas o menciones a la ciencia en la documentación de patentes.⁵ Narin, Hamilton y Olivastro (1997) mostraron que las menciones a la literatura académica en las patentes industriales en Estados Unidos se triplicaron a mediados de 1990. Asimismo, el 73% de los artículos citados en patentes industriales

estaban firmados por autores académicos, del gobierno, y de otras instituciones públicas y tenían un fuerte componente nacional en los vínculos de las citas, ya que los inventores citaban preferentemente artículos locales. Branstetter (2004) encontró que este aumento drástico estaba íntimamente relacionado con las nuevas oportunidades tecnológicas que genera la concentración de la investigación académica en el área “bionexus”, un campo donde confluyen las bio-ciencias y las tecnologías basadas en la biotecnología. No obstante, el autor también muestra un importante cambio en los métodos de invención y evidencia un creciente énfasis en el uso de los conocimientos generados por los investigadores universitarios en los últimos años para producir nuevas invenciones en las empresas.

Los patrones discutidos evidencian la importancia creciente de los vínculos con la ciencia en la búsqueda de ventajas competitivas a través de la innovación en las empresas privadas. Las empresas parecen buscar en la ciencia pública la fuente externa para el acceso rápido y privilegiado a nuevos conocimientos, especialmente en las ciencias biológicas. La literatura económica y la literatura de gestión de la tecnología, motivadas por el hecho de que las interacciones fuertes y locales entre la ciencia y la industria son importantes para el éxito de las actividades de innovación, han empezado, aunque solamente recientemente y cada una por su lado, a investigar en detalle cómo los frutos de la investigación académica pueden explotarse en un ambiente de mercado. Para entender el funcionamiento de estos vínculos con la ciencia, es necesario investigar a nivel micro los factores que motivan u obstaculizan las conexiones entre las instituciones de investigación científica y las empresas, haciendo uso de los conocimientos obtenidos de la literatura económica y de gestión. A continuación abordamos estos temas.

6.2. Canales de vinculación con la ciencia

Los vínculos industria-ciencia hacen referencia a varios tipos de interacciones entre el sector industrial y el sector científico. Estos vínculos incluyen relaciones formales, como acuerdos de colaboración entre ciencia e industria, contratos de I+D, políticas de licencias propias y gestión de la propiedad intelectual, y actividades externas de instituciones de investigación. Sin embargo, detrás de estas múltiples relaciones formales existen una multitud de contratos informales, procesos de salvaguarda de conocimientos (*gatekeeping processes*), movilidad de personal y redes industria-ciencia basadas en relaciones personales y organizacionales. Estos contactos informales y flujos de capital humano son formas de intercambio de conocimientos entre empresas e investigación pública –que crean *spillovers*– que son más difíciles de cuantificar, pero sin embargo, son extremadamente importantes y a menudo son un catalizador que conduce a contratos formales. Estos canales de vinculación con la ciencia son claramente importantes y no pueden analizarse independientemente de la organización del proceso innovador de la empresa. Como se discutió anteriormente, las diferentes actividades de innovación han demostrado ser complementarias entre sí. Además, esta complementariedad pareció reforzarse por una orientación de investigación más básica.

Estudios empíricos han intentado cuantificar las transferencias de conocimientos de la investigación académica a través de varias variables *proxy*. La mayoría de estos estudios han encontrado que el mecanismo más importante de cooperación es la realización de proyectos de investigación conjuntos entre las empresas y las instituciones académicas. Los resultados más relevantes de estos estudios indican que el tamaño crítico de las empresas y el gasto en I+D afectan a la probabilidad de la empresa de realizar cooperaciones de I+D con

instituciones de investigación públicas. No obstante, a medida que las empresas intentan acceder y capturar los *spillovers* a través de estos acuerdos, Cassiman y Veugelers (2002) encuentran que existe una correlación significativa entre los flujos de información externa y las decisiones de cooperar en I+D. Asimismo, las empresas que consideran las fuentes de información (públicas) externas generalmente disponibles (los *spillovers entrantes*) como insumos importantes para su propio proceso de innovación, tienen más probabilidad de embarcarse activamente en acuerdos de cooperación de I+D. Al mismo tiempo, las empresas que son más efectivas en la apropiación de resultados del proceso innovador –i.e. controlando los *spillovers salientes*–, tienen también mayor probabilidad de cooperar en I+D. Diferenciar entre *spillovers* entrantes y la apropiación resulta particularmente importante para examinar su efecto en diferentes tipos de acuerdos de cooperación como los acuerdos con proveedores y clientes, o bien con instituciones académicas. Las instituciones de investigación son el socio preferido cuando los *spillovers* entrantes son importantes. Este hallazgo parece sugerir que estas colaboraciones en investigación más fundamental ayudan a las empresas a capturar conocimientos externos de un amplio abanico de fuentes –no solamente científicas o universitarias.

Como se ha discutido anteriormente, los acuerdos cooperativos con universidades no suelen ser el único componente en la estrategia de innovación de una empresa. Lo que es más importante, demostramos que una orientación más básica de I+D –supuestamente incorporando acuerdos de cooperación con universidades– parece aumentar la complementariedad entre actividades del proceso de innovación. En la línea de estos resultados sobre complementariedades entre actividades de innovación, Veugelers y Cassiman (2005) sugieren que existen complementariedades entre cooperación de I+D con universidades y otras activida-

des de innovación de las empresas, por ejemplo, usando información pública gratuita y acuerdos de cooperación con proveedores y clientes. Estos resultados sobre la colaboración con universidades como un canal hacia la ciencia, indican que para realmente capitalizar los *spillovers* derivados de los “conocimientos básicos” y los *spillovers* entrantes de un amplio espectro de fuentes, las empresas exitosas en innovación deben realizar actividades de innovación –más aplicadas– complementarias como I+D propio y colaboración con proveedores y clientes.

6.3. Los efectos de los vínculos con la ciencia sobre el éxito empresarial

Los estudios sobre los canales vinculantes con la ciencia discutidos anteriormente no suelen relacionar este comportamiento directamente con el éxito empresarial. Algunas encuestas proveen estimaciones sobre la importancia de la investigación básica para la innovación industrial y para el éxito empresarial. Por ejemplo, usando una encuesta de 76 empresas estadounidenses de siete industrias, Mansfield (1991) encontró que el 11% de las innovaciones en nuevos productos y el 9% de los procesos de innovación no se hubieran desarrollado (sin un retraso considerable) en la ausencia de la investigación académica reciente. Además, las empresas declararon que el 8% de sus productos fueron desarrollados con insumos sustanciales de la investigación académica reciente (6% de innovaciones de procesos). Tanto la encuesta de I+D 1983 Yale Survey como la Carnegie Mellon Survey (CMS) han evidenciado la relevancia de la investigación universitaria para la innovación, según las opiniones de directivos de empresas. Según la CMS, las empresas estadounidenses consideran que las publicaciones de universidades y las patentes están entre las fuentes de conocimientos más importantes para innovar (Cohen, Nelson y Walsh, 2002). La percepción europea es diferente.

La encuesta Community Innovation Survey muestra que solamente una pequeña proporción de empresas innovadoras consideran la información científica (i.e. información de universidades, laboratorios públicos de investigación) como fuente importante de sus procesos de innovación. En la encuesta Eurostat-Community Innovation Survey CIS-III (1999-2000), de todas las empresas innovadoras de la Unión Europea que reportaron resultados (excepto el Reino Unido), el 4,5% valoraron a las universidades como importante fuente de información, mientras que el 68% indicó que las universidades no son importantes. Los resultados de la CIS también muestran que la importancia de la ciencia como fuente de información depende, en gran medida, del tamaño de la empresa y de su tecnología. ¿Podría el contraste entre Estados Unidos y Europa, en cuanto a la percepción de la relevancia de la ciencia en el proceso innovador, explicar (parte de) la diferencia en la productividad de sus respectivos procesos productivos? Creemos que sí; y como Belderbos, Carree y Lokshin (2004) demuestran con datos europeos, la cooperación con universidades lleva a mayores crecimientos de ventas de nuevos productos.

¿Por qué debería ser útil la ciencia para la empresa? Se han identificado diversas ventajas estratégicas que explican la elección de las empresas entre adoptar o vincularse con la ciencia. Por ejemplo, un incremento en la productividad de la investigación aplicada; beneficios sustanciales de la productividad general del I+D; desarrollo de la capacidad de absorber *spillovers*; y reducciones en el coste de trabajadores, entre otros. La ciencia sirve como guía de la investigación privada al establecer teorías que explican por qué cierta tecnología funciona correctamente. De esta manera, las empresas cuentan con un mapa de los paisajes tecnológicos que las guía hacia las opciones tecnológicas más prometedoras y les evita proyectos costosos de experimentación. A medida que los

científicos publican los éxitos y fracasos de su investigación básica, la ciencia incrementa la eficiencia de la investigación privada, ya que las empresas evitan los caminos que han conducido a fracasos. La diseminación pública de los avances científicos a través de publicaciones gratuitas reduce el grado de redundancia del esfuerzo en investigación y provee información útil sobre oportunidades tecnológicas, nuevas aplicaciones industriales, o la combinación de unidades de información existentes. Además, cuando las empresas adoptan incentivos que promueven la publicación de resultados científicos, atraen a investigadores académicos altamente cualificados cuyo valor económico suele ser mayor que su remuneración. Stern (2004) ha demostrado que para conseguir reputación académica, los investigadores quieren realizar proyectos que conlleven publicaciones y que, por tanto, están dispuestos a aceptar salarios más bajos a cambio de la oportunidad de investigar. Estos investigadores pueden valorarse de dos maneras. Por un lado, significan costes más bajos para la empresa, pero por otro lado, constituyen un puente con el mundo académico y científico que vincula a la empresa con fuentes de conocimientos externos. A pesar de estos beneficios, la evidencia empírica muestra que la adopción de ciencia permanece limitada a un conjunto restringido de empresas. La adopción de ciencia no es gratis: está altamente condicionada al capital humano y, como se explicó anteriormente, a la adopción de prácticas nuevas (y complementarias) en relación al proceso de innovación de la organización.

La literatura empírica se ha enfocado principalmente en el análisis a nivel de empresa e intentado dilucidar el rol de las conexiones con la ciencia en el éxito empresarial de empresas innovadoras. Mientras que los estudios empíricos explican sólo una pequeña parte del proceso por el que la ciencia afecta a la innovación privada, los estudios que examinan las patentes generadas por

las empresas han encontrado que la participación en la ciencia y los lazos con los investigadores académicos “estrella” pueden llevar a un mayor número de tecnologías patentadas. Además, el trabajo de Cockburn y Henderson (1998) muestra que no solamente la capacidad de absorción en la investigación básica es importante, sino que la participación directa y activa con la ciencia es necesaria para beneficiarse de éstos vínculos. Usando datos de artículos científicos en una muestra de la industria farmacéutica, los autores demuestran que las empresas conectadas con la ciencia logran un mayor éxito en el descubrimiento de drogas y que esta conectividad está íntimamente relacionada con el número de científicos “estrella” empleados en la empresa. Igualmente, se ha encontrado que la localización de científicos estrella predice la entrada de las empresas en la industria de la biotecnología (tanto para empresas nuevas como existentes) en Estados Unidos y en Japón; o que las empresas entran en la industria de la nanotecnología, cuando los científicos publican artículos académicos con avances científicos significativos. Por tanto, un ambiente académico vigoroso es un ingrediente importante para un ambiente innovador activo. Las colaboraciones entre las estrellas de la investigación universitaria y las empresas tienen un gran impacto positivo en la productividad de la investigación de las empresas, incrementando en un 34% el promedio de patentes de empresas de biotecnología, en un 27% el desarrollo de productos, y en un 8% los productos en el mercado (Darby y Zucker, 2001). Por tanto, estos estudios subestiman que el acceso y la captura de *spillovers* requieren vínculos locales y activos entre la ciencia y la industria, y una estrategia de inversión que combine diferentes actividades de innovación complementarias.

Poco se conoce del efecto de los vínculos científicos sobre invenciones o patentes. En una muestra de 83 empresas de las industrias farmacéuticas

y de biotecnología, Markiewicz (2004) muestra que la capacidad de absorción (intensidad de I+D y el número de publicaciones de la empresa) y la publicación coautorada con universidades alteran el proceso de innovación: estas empresas son más probables de explotar las publicaciones de investigación científica, por ejemplo, el desarrollo de tecnologías patentadas y basada en resultados de estas publicaciones. Además, estas empresas muestran menores retrasos entre el desarrollo de nuevos conocimientos y su incorporación en nuevos inventos. Las ventajas de estas alteraciones en el proceso innovador, derivadas de los vínculos con la ciencia, se reflejan directamente en la complejidad de sus innovaciones y en el tiempo de ventaja que obtienen por encima de sus competidores. Como discutimos anteriormente, ambas ventajas (complejidad y tiempo) constituyen importantes mecanismos de apropiación de *spillovers* de la innovación.

La contribución de los vínculos con la ciencia a la calidad de las patentes es menos concluyente. Se esperaría que las patentes que dependen de conocimientos fundamentales fueran más originales y más probables de influir diferentes tecnologías. Algunos estudios sobre patentes universitarias han defendido este argumento. Constantemente, las patentes universitarias reciben un mayor número de citas que las patentes no universitarias. Esto confirma la mayor calidad y alcance de los inventos académicos. No obstante, los estudios que han evaluado los determinantes del valor de las patentes de las empresas privadas ofrecen resultados varios. Harhoff, Scherer y Vopel (2003) encontraron que las citas en patentes que hacen referencia a estudios científicos son más informativas del valor tecnológico que del valor económico de las patentes farmacéuticas y químicas, pero no es así en otros campos técnicos. En un estudio de patentes en Estados Unidos, Fleming y Sorenson (2004) muestran que los beneficios del uso de la

ciencia realmente dependen de la complejidad del problema a resolver: la ciencia solamente parece ser beneficiosa cuando los investigadores trabajan con una variedad de conocimientos interdependientes, lo que hace más incierta la probabilidad de descubrimiento. Pero lo importante es que la invención es más compleja cuando depende de un descubrimiento, lo que nuevamente permite que las empresas se apropien de los beneficios más eficazmente.

6.4. La localización de *spillovers* de la ciencia dentro de la empresa

Los vínculos con la ciencia parecen mejorar el éxito empresarial de la innovación a través de la creación de tecnologías más complejas y más difíciles de imitar. Pero aún sabemos poco sobre el efecto de estos vínculos científicos dentro de la empresa. En esta última sección, profundizamos en los efectos internos que estos vínculos tienen sobre la organización. Creemos que existen al menos dos dimensiones interesantes a considerar: espacio y tiempo. Por un lado, los efectos de la ciencia se manifiestan en el espacio a través de diferentes equipos de investigación donde el vínculo con la ciencia mejora las tecnologías aplicadas de las empresas. Por otro lado, los efectos de los vínculos con la ciencia se manifiestan a través del tiempo a medida que se descubren y explotan nuevas ideas. Ambos efectos son muy sutiles y explican el porqué de la dificultad de encontrar efectos claros y directos en los datos

6.4.1. Los *spillovers* en los equipos de investigación

A pesar de las crecientes conexiones con la ciencia, no está claro cómo ocurren estas transmisiones de conocimientos ni cómo modifican el proceso innovador de las empresas privadas. Usando una combinación de datos de patentes y

datos a nivel de empresa, Cassiman, Veugelers y Zuniga (2008) evalúan la contribución de los vínculos con la ciencia para la calidad de las patentes. Los autores estudian el efecto de *i)* los vínculos con la ciencia a nivel de empresa (publicaciones de la empresa) y *ii)* los vínculos con la ciencia específicos a invenciones (citas en patentes que hacen referencia a publicaciones científicas) sobre la calidad de las patentes. Investigaciones anteriores demuestran que hay una distribución asimétrica de la cualidad de la patente y el valor económico en todas las patentes, es decir, tan solo una fracción de todas las patentes representa gran parte de su valor. Sin embargo, los investigadores a menudo han pasado por alto las características de las empresas (en este caso, los vínculos con la ciencia) como determinantes de la calidad de las patentes. Cassiman *et al.* (2008) argumentan que, dado que se ha demostrado la distribución asimétrica de la calidad de las patentes y del valor económico de éstas, i.e. solamente unas pocas patentes engloban la mayoría del valor, parte de esta distribución asimétrica de valor puede explicarse por la heterogeneidad entre los propietarios de patentes, particularmente por la capacidad científica de las empresas que les permite decodificar avances fundamentales en el conocimiento e introducir investigación básica en la secuencia de aplicaciones tecnológicas. Estas capacidades científicas han demostrado ser asimétricas entre empresas y también son un interesante candidato para explicar la asimetría en la calidad de patentes. Contrariamente a lo encontrado anteriormente, este análisis sugiere que las citas en patentes que hacen referencia a publicaciones científicas son menos relevantes para explicar la calidad de las patentes cuando el análisis controla por la capacidad científica de la empresa. Pero las referencias científicas influyen en el alcance de las citas recibidas por estas patentes en términos generales, i.e. estas patentes reciben citas de un rango más amplio de tecnologías futuras, lo que implica que

estas tecnologías han sido importantes para desarrollos tecnológicos futuros. Esto puede explicarse por el hecho de que las patentes que hacen referencia a la ciencia contienen conocimientos más complejos y fundamentales. A pesar de ser pioneros, cualquier aplicación posible de estos conocimientos está todavía lejos del mercado y por tanto no son fáciles de diseminar. Además, la proximidad general de una empresa a la ciencia, medida por el número de publicaciones científicas, es importante para la calidad de las patentes: en particular, cuando las patentes protegen tecnologías aplicadas suelen ser citadas más frecuentemente, en un mayor número de zonas geográficas y más rápidamente si estas patentes pertenecen a empresas con vínculos específicos a nivel de empresas, en este caso, publicaciones científicas. Estos resultados sugieren que existen *spillovers* internos en empresas orientadas a la ciencia (transferencia de conocimientos entre inventores). Por un lado, es más probable que estas empresas desarrollen tecnologías con un vínculo cercano a la ciencia. Sin embargo, estas tecnologías están lejos de ser innovaciones comerciables. Pero, por otro lado, estas empresas son más efectivas para destilar tecnologías aplicadas derivadas de estas tecnologías, lo que les permite redactar patentes aplicadas más valiosas. Por tanto, creemos haber encontrado una pista de los *spillovers* de la ciencia dentro de empresas exitosas a través del espacio y entre equipos de investigación básicos y aplicados.

6.4.2. Los *spillovers* en el tiempo

Las empresas que tienden a establecer vínculos con las universidades no las incluyen en todas sus actividades. Por esto, el enfoque a nivel de empresas, característico de la mayoría de los estudios previos, no puede realmente informar sobre los factores que hacen que las universidades sean el socio preferido para el desarrollo de algunos proyectos I+D y no de otros. Por tanto, Cassiman, Di

Guardo y Valentini (2007) adoptan el proyecto de I+D como unidad de análisis y estudian el papel que los atributos específicos de los proyectos de I+D juegan sobre la organización del proyecto y evalúan el éxito de proyectos con una universidad asociada en comparación a otros proyectos de I+D.

Sus resultados indican que los atributos de los conocimientos involucrados en un proyecto de I+D afectan significativamente la organización. La cooperación con las universidades es una práctica común para desarrollar nuevos conocimientos, en lugar de aplicar conocimientos existentes a nuevos problemas. Pero cuando estos nuevos conocimientos mejoran directamente la competitividad de la empresa, ésta se mostrará reacia a buscar socios. Será más probable que la empresa contrate servicios de universidades para innovar. Esto ocurre para proyectos experimentales, en los que se desarrollan los conocimientos originales y estratégicamente relevantes. A menudo, estos contratos desarrollan las etapas iniciales del proyecto.

Más interesante aún, Cassiman *et al.* (2007) exploran las consecuencias sobre el éxito de estos acuerdos con universidades también a nivel de proyectos. De esta forma, los autores pueden contrastar el proceso que sospechan se esconde detrás de la organización del proyecto (i.e. el establecimiento de vínculos) y el resultado obtenido. Los autores encuentran que los directores de proyectos aprecian dos dimensiones en el éxito del proyecto: eficiencia y aprendizaje, con efectos variados de la presencia de universidades. En particular, la presencia de una universidad parece afectar negativamente la eficiencia del proyecto, a menudo causando retrasos y desajustes presupuestarios. Pero, por el contrario, la presencia de una universidad afecta positivamente el aprendizaje a través de los proyectos y en el tiempo. En estos proyectos, suelen evidenciarse ideas y resul-

tados inesperados que pueden aplicarse exitosamente en proyectos futuros. Cassiman y Valentini (2009) especulan que los directores de proyectos, i.e., aquellos que toman las decisiones descentralizadas de la organización del proyecto, no tienen suficientes incentivos a invertir en este tipo de aprendizaje, ya que los efectos de este aprendizaje se materializan como *spillovers* en proyectos futuros, y éstos son capturados a nivel de empresa y no a nivel de proyecto. De nuevo, rastreamos los *spillovers* derivados de la colaboración con las empresas (a través del tiempo) dentro de la empresa que mejoran el resultado innovador.

Ambos tipos de *spillovers* derivados de los vínculos con la ciencia dentro de la empresa (a través de equipos de investigadores y a través del tiempo) son difíciles de capturar. Consideramos que es exactamente esto, i.e. el hecho que los beneficios de la ciencia son difíciles de identificar, lo que hace a las empresas reacias a considerar los vínculos con la ciencia como una obligación estratégica para mejorar el éxito empresarial de la innovación.

7. Conclusión

En este *opuscle* discutimos la existencia de fuentes de complementariedades entre diferentes actividades de innovación. También, identificamos las fuentes de complementariedades entre las diferentes actividades. Ambos temas son importantes para gestionar la estrategia de innovación de la empresa. Cuando las actividades de innovación son complementarias, es menos eficiente concentrarse en una sola actividad de innovación, i.e. I+D interno o adquisición de conocimientos externos. Además, esto hace que copiar la estrategia de innovación de las empresas exitosas sea más difícil a medida que el desarrollo de varias actividades

de innovación simultáneamente resulta en un proceso complejo. Por tanto, el proceso de innovación, i.e., la gestión de las complementariedades entre diferentes actividades de innovación, puede ser una importante fuente de ventaja competitiva sostenible para las empresas. Además, el entendimiento de estas complementariedades y sus fuentes más probables, es crucial para desarrollar medidas políticas que estimulen la innovación. Por ejemplo, estimular el I+D propio no conducirá necesariamente a innovaciones exitosas cuando las actividades de adquisición de conocimientos externos no se ajustan fácil y simultáneamente. Asimismo, mientras que la protección estratégica parece más efectiva para capturar los beneficios de la innovación, probablemente debería realizarse un menor esfuerzo en fortalecer las medidas de protección formales (legales) como el sistema de patentes y realizar un mayor esfuerzo en medidas políticas para estimular las diferentes actividades de innovación de forma directa. No resulta sorprendente que muchas empresas que intentan innovar fracasen, y que muchas medidas políticas no generen el efecto deseado debido al desconocimiento de los elementos que afectan a la estrategia de innovación de las empresas. Al mismo tiempo, no es sorprendente que un estudio algo simplista como el desarrollado por Booz Allen Hamilton prácticamente no encuentra una relación entre el gasto de I+D y el éxito empresarial.⁶ Mientras que a nivel agregado el gasto en I+D presenta una alta correlación con todas las otras actividades de innovación desarrolladas en la industria o en la economía, a nivel de empresas el efecto de omitir estas actividades es más sustancial. De hecho, en un estudio subsiguiente, los autores recalcan que los innovadores exitosos –gastadores inteligentes– en la muestra Global Innovation 1000 son exactamente aquellas compañías que son capaces de gestionar diferentes actividades complementarias en la cadena de valor de la innovación (Jaruzelski, Dehoff y Bordia, 2006).

Un elemento clave de este *opuscle* es la importancia de la ciencia, no como un generador directo de beneficios para las empresas, sino como un mecanismo indirecto a través del cual las actividades de adquisición de conocimientos incrementan su valor. Aunque no apoyamos una estrategia basada en la ciencia para todas las empresas en todas las industrias, creemos fervientemente que, basados en la evidencia presentada, los “vínculos con la ciencia” a nivel micro constituyen parte del mecanismo a través del cual las empresas acceden y capturan *spillovers* producidos por la investigación en toda la economía. Las empresas con vínculos activos con la ciencia desarrollan innovaciones mejores y más complejas, y con suficiente tiempo de ventaja para aprovecharse de los beneficios. Pero para alcanzar esta etapa, estas empresas necesitan adaptar sus procesos de innovación internos para generar conexiones duraderas entre equipos de investigadores y a través del tiempo, transmitiendo y diseminando las ideas y el conocimiento generado de estos vínculos con la ciencia a través de los proyectos.

A nivel de políticas públicas, estos resultados son coherentes con los derivados de las comparaciones entre Estados Unidos y Europa. La debilidad europea en la innovación industrial ha sido relacionada, precisamente, con la ausencia de vínculos fuertes con la ciencia. Europa tiene menos empresas activas en la ciencia cuando se compara con Estados Unidos. Mientras que la “Paradoja europea” –el hecho que la ciencia europea sea exitosa pero que carezca de una conexión con la industria– ha sido disipada recientemente al demostrarse que Europa está detrás de Estados Unidos en términos de calidad y cantidad de investigación (Dosi, Llerena y Sylos Labini, 2006), sigue siendo cierto que las empresas europeas parecen beneficiarse menos de la investigación científica de calidad producida en Europa. Con los hallazgos de este *opuscle* ofrecemos dos explicaciones

relacionadas. Primero, Europa parece encontrarse en un círculo vicioso. Las oportunidades de adquisición de conocimientos externos en Europa parecen ser más limitadas dado que las empresas destinan menores recursos al I+D y a la innovación. Dada la complementariedad entre actividades de innovación interna y externa en el proceso de innovación, el I+D interno se ajusta al nivel de la actividad más limitada. Por tanto, Europa se encuentra en una mala situación de la que es difícil escapar sin un esfuerzo coordinado. Como vemos, las oportunidades locales para vincularse con la ciencia pueden servir como palanca para salir de esta situación, pero estas oportunidades son por el momento limitadas. Segundo, incluso cuando estas oportunidades de adquisición de conocimientos pueden presentarse en la economía, las empresas necesitan adaptar sus procesos de innovación para capturar los beneficios de estas fuentes externas de conocimientos. Por esto, creemos que una explicación importante para este fenómeno también se encuentra dentro de las empresas europeas, en su organización del proceso de innovación más que en sus políticas. Mientras que el primer problema necesita un esfuerzo coordinado de diferentes actores de la economía, el último necesita un cuidadoso entendimiento del proceso de innovación y de los principios de gestión empresarial. Esperamos haber dado un primer paso hacia este mejor entendimiento a través del análisis presentado en este *opuscle*, donde nos hemos centrado en la perspectiva de la industria. No obstante, Europa necesita, al mismo tiempo, medidas políticas sostenidas para estimular la oferta de la ciencia y así asegurarse un flujo suficiente de producción científica para que la industria pueda conectarse.

Notas

(*) Agradezco a Dob-Shin Jeon, Giovanni Valentini y a revisores anónimos sus comentarios y sugerencias a una versión anterior del documento. Agradezco, también, a Reinbilde Veugelers las largas horas de debate sobre éste y otros temas relacionados y por haber sido una gran compañera de investigación en varios de los estudios mencionados en este opuscle.

(1) La Community Innovation Survey (CIS) ha sido organizada por Eurostat y la Comisión Europea en cada uno de los países miembros desde 1993. Los datos presentados en este opuscle provienen del cuarto CIS de 2005 y hacen referencia a actividades de innovación de las empresas belgas entre 2002 y 2004. Éstos son los últimos datos disponibles hasta la fecha. Todas las tablas reproducen nuestro trabajo inicial en el que se usaron los datos del primer CIS de principios de los 90.

(2) Los resultados en Cassiman y Veugelers (2006) confirman lo siguiente: supongamos que existen dos empresas, en la misma industria, del mismo tamaño y con el mismo gasto total en innovación. Si una empresa invierte en I+D mientras que la otra empresa invierte en I+D y adquisición externa de conocimientos, la segunda empresa tendrá mejores resultados que la primera en su proceso de innovación.

(3) El grado de relación de la empresa con el I+D básico mide la importancia que supone para el proceso de innovación la información obtenida de institutos de investigación y universidades en relación a la información obtenida de proveedores y clientes, ver Cassiman y Veugelers (2002, 2006).

(4) Boldrin y Levin (2006) presentan un argumento más provocador. Según ellos pequeños tiempos de ventaja otorgan suficientes oportunidades de apropiación haciendo excesiva e innecesaria la protección por medio de patentes y derechos monopolísticos.

(5) Para que las patentes sean válidas, éstas deben destacar la novedad de la invención. Para esto el inventor debe referirse al "arte previo" citando las tecnologías existentes, que están generalmente protegidas por patentes y en algunos casos refiriéndose a los fundamentos científicos del invento citando la literatura científica relevante. Mediante la expresión "menciones a la ciencia" nos referimos a este último tipo de cita, incluido en los documentos oficiales de patentes.

(6) Ver Foray, Hall y Mairesse (2007) para una crítica más técnica de los resultados de Booz Allen Hamilton.

Bibliografía

Acs, Z. J., D. B. Audretsch. y M.P. Feldman. (1992). "Real Effects of Academic Research", *The American Economic Review*, 82, 363-367.

Adams, J. (1990). "Fundamental Stocks of Knowledge and Productivity Growth", *Journal of Political Economy*, 98, 673-702.

Arora, A. y A. Gambardella (1994). "Evaluating Technological Information and Utilizing It: Scientific Knowledge, Technological Capability, and External Linkages in Biotechnology", *Journal of Economic Behavior & Organization*, 24(1), 91-114.

Belderbos, R., M. Carree, y B. Lokshin (2004). "Cooperative R&D and Firm Performance", *Research Policy*, 33(10), 1477-1492.

Branstetter, L. (2004). "Exploring the Link between Academic Science and Industrial Innovation", documento de trabajo sin publicar.

Boldrin, M. y D. Levine (2006). "Against Intellectual Monopoly", Manuscrito (www.micheleboldrin.com).

Cassiman, B. y R. Veugelers (2002). "R&D Cooperation and Spillovers: Some Empirical Evidence from Belgium", *The American Economic Review*, 92(4), 1169-1184.

Cassiman, B., R. Veugelers, y P. Zuniga (2008). "In Search of Performance Effects of (in)Direct Industry Science Links", *Industrial and Corporate Change*, 17(4), 611-646.

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

Cassiman, B., C. Di Guardo y G. Valentini (2007). "Organizing Links with Science: Cooperate or Contract? A Project Level Approach", IESE documento de trabajo, mimeo.

Cassiman, B. y G. Valentini (2009). "Strategic organization of R&D: Basicness and Openness", *Strategic Organization*, 7(1), 43-73.

Chesbrough, H. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business School Press.

Cockburn, I. y R. Henderson (1998). "Absorptive Capacity, Co-authoring Behavior, and the Organization of Research in Drug Discovery", *Journal of Industrial Economics*, 46(2), 157-182.

Cohen, W. y D. Levinthal, (1989). "Innovation and Learning: the Two Faces of R&D", *The Economic Journal*, 99, 569-596.

Cohen, W., R. Nelson y J. Walsh (2002). "Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D", *Management Science*, 48(1), 1-23.

- Darby, M. y L.G. Zucker (2001). "Capturing Technological Opportunity Via Japan's Star Scientists: Evidence from Japanese Firms' Biotech Patents and Products", *Journal of Technology Transfer*, 26(1/2), 37-58.
- Dosi, G., P. Llerena, y M. Sylos Labini (2006). "The Relationships between Science, Technologies and their Industrial Exploitation: An Illustration through the Myths and Realities of the so-called 'European Paradox'", *Research Policy*, 35, 1450-1464.
- Etzkowitz H. y L. Leydesdorff (2000). "The Dynamics of Innovation: From National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations", *Research Policy*, 29, 109-123
- Fleming, L. y O. Sorenson, (2004). "Science as a Map in Technological Search", *Strategic Management Journal*, 25, 909-928.
- Foray, D., B. Hall y J. Mairesse (2007). "Pitfalls in Estimating the Returns to Corporate R&D using Accounting Data", CEMI documento de trabajo. Mimeo.
- Griliches, Z. (1998). *R&D and Productivity*, Chicago University Press.
- Harhoff, D., F.M. Scherer y K. Vopel (2003). "Citations, Family Size, Opposition and the Value of Patent Rights", *Research Policy*, 32(8), 1343-1363.
- Jaffe, A. (1989). "The Real Effects of Academic Research", *The American Economic Review*, 79, 957-970.
- Jaruzelski, B., K. Dehoff y R. Bordia. (2005). "Money isn't Everything, Strategy+Business magazine, Booz Allen Hamilton.
- Jaruzelski, B., K. Dehoff y R. Bordia (2006). "Smart Spenders: The Global Innovation 1000", Strategy+Business magazine, Booz Allen Hamilton.
- Levin, R, A. Klevorich, R. Nelson, y S. Winter, (1989). "Appropriating Returns from Industrial Research and Development" *Brookings Papers on Economic Activity*, 3, 783-820.
- Mansfield, E. (1991). "Academic Research and Industrial Innovations", *Research Policy*, 26, 773-776.
- Markiewicz, K. (2004). "Absorptive Capacity and Innovation: Evidence from Pharmaceutical and Biotechnology Firms", documento de trabajo, UC-Berkeley.
- Narin, F., K. Hamilton, y D. Olivastro (1997). "The Increasing Linkage between US Technology and Public Science", *Research Policy*, 197, 101-121
- Nelson, R.R. (Ed.) (1993). *National Systems of Innovation: A Comparative Study*. Oxford: Oxford University Press.
- Pisano, G. (1990). "The R&D Boundaries of the Firm: An Empirical Analysis", *Administrative Science Quarterly*, 35, 153-176.
- Romer, P. (1990). "Endogeneous Technological Change", *Journal of Political Economy*, 98, 71-102.
- Rosenberg, N. (1990). "Why do Firms do Basic Research (with Their Own Money)?" *Research Policy*, 19, 165-174.
- Rothwell, R., C. Freeman, A. Horlsey, V. T. P. Jervis, A. B. Robertson y J. Townsend (1974). "SAPPHO updated - project SAPPHO phase II", *Research Policy*, 3(3), 258-291.
- Stephan, P. (1996). "The Economics of Science", *Journal of Economic Literature*, 34, 1199-1235.
- Stern, S. (2004). "Do Scientists Pay to Be Scientists?" *Management Science*, 50(6), 835-853.
- Teece, D. (1986). "Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy", *Research Policy*, 15, 285-305.
- Veugelers R. y B. Cassiman (1998). "Innovatiestrategieën van Vlaamse Industriële Ondernemingen," Volumen de la conferencia *Vlaams Wetenschappelijk Economisch Congres*.
- Veugelers, R. y B. Cassiman (1999). "Make and Buy in Innovation Strategies: Evidence from Belgian Manufacturing Firms", *Research Policy*, 28, 63-80.
- Veugelers, R. y B. Cassiman (2005). "R&D Cooperation between Firms and Universities: some Empirical Evidence from Belgian Manufacturing", *International Journal of Industrial Organization*, 23(5-6), 355-379.

Títulos publicados

- 1. Una reflexión sobre el desempleo en España**
Ramon Marimon (Junio 97)
 - 2. Reducir el paro: ¿a cualquier precio?**
Fabrizio Zilibotti (Diciembre 97)
 - 3. Impuestos sobre el capital y el trabajo, actividad macroeconómica y redistribución**
Albert Marcet (Noviembre 98)
 - 4. El prestamista en última instancia en el entorno financiero actual**
Xavier Freixas (Noviembre 99)
 - 5. ¿Por qué crece el sector público? El papel del desarrollo económico, el comercio y la democracia**
Carles Boix (Noviembre 99)
 - 6. Gerontocracia y Seguridad Social**
Xavier Sala-i-Martin (Julio 2000)
 - 7. La viabilidad política de la reforma del mercado laboral**
Gilles Saint-Paul (Diciembre 2000)
 - 8. ¿Contribuyen las políticas de la Unión Europea a estimular el crecimiento y a reducir las desigualdades regionales?**
Fabio Canova (Mayo 2001)
 - 9. Efectos de aglomeración en Europa y en EE.UU.**
Antonio Ciccone (Septiembre 2001)
 - 10. Polarización económica en la cuenca mediterránea**
Joan Esteban (Mayo 2002)
 - 11. ¿Cómo invierten su riqueza las economías domésticas?**
Miquel Faig (Octubre 2002)
 - 12. Efectos macroeconómicos y distributivos de la Seguridad Social**
Luisa Fuster (Abril 2003)
 - 13. Educar la intuición: Un reto para el siglo XXI**
Robin M. Hogarth (Septiembre 2003)
 - 14. Los controles de capital en la Europa de la posguerra**
Hans-Joachim Voth (Abril 2004)
 - 15. La fiscalidad de los intermediarios financieros**
Ramon Caminal (Septiembre 2004)
 - 16. ¿Preparados para tomar riesgos? Evidencia experimental sobre la aversión y la atracción al riesgo**
Antoni Bosch-Domènech / Joaquim Silvestre i Benach (Noviembre 2005)
 - 17. Redes sociales y mercado laboral**
Antoni Calvó-Armengol (Enero 2006)
 - 18. Efectos de la protección del empleo en Europa y Estados Unidos**
Adriana D. Kugler (Febrero 2007)
 - 19. Crecimiento Urbano desordenado: causas y consecuencias**
Diego Puga (Enero 2008)
 - 20. Crecimiento a largo plazo en Europa occidental, 1830-2000: hechos y problemas**
Albert Carreras y Xavier Tafunell (Junio 2008)
 - 21. Como superar el fallo de coordinación en empresas y organizaciones: evidencia experimental**
Jordi Brandts (Marzo 2009)
 - 22. La asignación ineficiente del talento**
José V. Rodríguez Mora (Mayo 2009)
 - 23. Complementariedades en las estrategias de innovación y el vínculo con la ciencia**
Bruno Cassiman (Septiembre 2009)
-



Bruno Cassiman

Bruno Cassiman es profesor de estrategia en el departamento de Dirección Estratégica de la Escuela de Negocios IESE de Barcelona y del departamento de Economía de la Dirección, Estrategia e Innovación de la University of Leuven (KULeuven). Es Research Fellow del Centre for Economic Policy Research (CEPR) de Londres y del Centro de Investigación SPSP del IESE. Es doctor en "Managerial Economics and Decision Sciences" por la Kellogg School of Management de la University of Northwestern (1996), y tiene el título de Ingeniería y Gestión por la KULeuven, Bélgica (1990). Su investigación se ha centrado en la relación entre estrategia e innovación poniendo especial atención en la conexión entre ciencia e industria en el proceso de innovación. Sus trabajos se han publicado en varias revistas científicas internacionales del campo de la economía y la empresa de más prestigio, entre otras *The American Economic Review*, *Management Science*, *European Economic Review*, *International Journal of Industrial Organization*, *Industrial and Corporate Change* y *Research Policy*. Es editor del departamento de Estrategia de la *Management Science*, co-editor de la *Spanish Economic Review* y miembro del consejo editorial del *Journal of the European Economic Association*, del *Journal of Industrial Economics*, *Strategic Organization*, *European Management Review* y *Review of Economics and Business*. Recientemente ha editado un libro que trata de la relación entre fusiones y adquisiciones e innovación (M&A and Innovation: The Innovation Impact, Edward Elgar 2006) y ha sido consultor de la Comisión Europea y del gobierno belga para temas de política de la innovación y de diferentes compañías para temas de estrategia de la innovación.



CREI

Centre de Recerca
en Economia Internacional

Ramon Trias Fargas, 25-27 - 08005 Barcelona

Tel: 93 542 13 88 - Fax: 93 542 28 26

E-mail: crei@crei.cat

<http://www.crei.cat>

PVP: 6,00 €



UNIVERSITAT
POMPEU FABRA



Generalitat
de Catalunya