



**Universidad de León**

**TESIS DOCTORAL**

*La incorporación de doctores a las empresas y los efectos en el proceso innovador*

**Ernesto Baca Sánchez**

Dirigida por

Dra. Dña. Liliana Herrera

León, 2015





# Universidad de León

Estudios de Doctorado

## INFORME DEL DIRECTOR DE LA TESIS

La Dra. Dña. Liliana Herrera, como Directora de la Tesis Doctoral titulada “*La incorporación de doctores a las empresas y los efectos en el proceso innovador*”, realizada por D. Ernesto Baca Sánchez, en el programa de doctorado **Economía y Dirección de Empresas**, informa favorablemente el depósito de la misma, dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firma en León a 24 de Noviembre de 2015

Fdo.: Dra. Liliana Herrera





# Universidad de León

## ADMISIÓN A TRÁMITE DE LA TESIS DOCTORAL

El órgano responsable del Programa de Doctorado **Economía y Dirección de Empresas**, en su reunión celebrada el día de Noviembre de 2015, ha acordado dar su conformidad a la admisión a trámite de lectura de la Tesis Doctoral titulada “*La incorporación de doctores a las empresas y los efectos en el proceso innovador*”, dirigida por la Dra. Dña. Liliana Herrera, elaborada por D. Ernesto Baca Sánchez, y cuyo título en inglés es el siguiente “Firm PhD recruitment and the effects on the innovation process”.

Lo que firman en León a 27 de Noviembre de 2015.

La Secretaria,

Fdo.: Dña. M<sup>a</sup> Teresa Tascón Fernández

V<sup>o</sup> B<sup>o</sup>

El Director del Departamento,

Fdo.: D. José Ángel Miguel Dávila



## AGRADECIMIENTOS:

Quiero expresar el mayor de los agradecimientos a la Dra. Liliana Herrera por la dirección del trabajo de investigación, por sus consejos, por su motivación y por su incansable apoyo e implicación para la realización y culminación de esta Tesis Doctoral, que sin su ayuda no hubiera sido posible.

También quiero agradecer al Dr. Mariano Nieto Antolín por el apoyo y la confianza que me ha brindado desde el primer día de mi llegada a España. Quiero agradecer también al Dr. José Ángel Miguel Dávila, así como a todos mis compañeros y amigos del Área de Organización de Empresas por su preocupación y ayuda desinteresada. A todos y cada uno de ellos quiero darles las gracias por hacerme sentir como en casa.

Quiero expresar un agradecimiento especial a Luisa, por estar a mi lado, por sus consejos, motivación y por ayudarme a superar este difícil reto. También quiero agradecer a mis padres, por sus consejos, por transmitirme optimismo en todo momento y en especial por ser un constante apoyo en mi vida, que me ha ayudado a conseguir los objetivos propuestos. A mis hermanos, por su incondicional apoyo y cariño. A mis socios por su amistad y por brindarme el tiempo necesario para desarrollar esta investigación. A mis amigos por su apoyo.





---

## ÍNDICES

---



INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO 1. LA FORMACIÓN DOCTORAL Y EL SECTOR PRIVADO.....</b>	<b>9</b>
1.1. Los científicos con el nivel más alto de formación académica.....	12
1.2. La formación doctoral.....	14
1.3. Los conocimientos y habilidades de los doctores.....	16
1.4. Los tipos de doctores.....	21
1.5. Qué motiva a los doctores para seguir una carrera en el sector privado.....	25
1.6. El mercado laboral de los doctores en el sector privado.....	28
<b>CAPÍTULO 2. LA INCORPORACIÓN DE DOCTORES A LAS EMPRESAS.....</b>	<b>33</b>
2.1. Estudios a nivel individual.....	37
2.1.1. Estudios a nivel individual que analizan a estudiantes de doctorado.....	37
2.1.2. Estudios a nivel individual que analizan las carreras de los doctores graduados.....	41
2.1.2.1. Estudios sobre la incorporación de doctores al sector privado.....	42
2.1.2.2. Estudios que analizan la productividad de los doctores que se incorporaron al sector privado...	50
2.1.2.3. Estudios que analizan los salarios de los doctores que se incorporaron al sector privado...	55
2.2. Los doctores en las empresas.....	62
2.2.1. Enfoques teóricos sobre la importancia de los doctores en las empresas.....	62
2.2.2. Factores que determinan la contratación de doctores en la empresa.....	70
2.2.3. Efectos de la contratación de doctores en la actividad innovadora de las empresas.....	77
2.2.3.1. Efecto en las estrategias de I+D.....	77
2.2.3.2. Efecto en los <i>inputs</i> y <i>outputs</i> del proceso innovador.....	80
2.3. El modelo de análisis y las hipótesis resultantes.....	104

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	115
3.1. La fuente de datos y la muestra a utilizar.....	107
3.2. Variables representativas de la contratación de doctores en las empresas.....	121
3.3. Variables representativas de la actividad innovadora de la empresa.....	127
3.4. Variables para el estudio de la contratación de doctores por las empresas.....	130
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	135
4.1. Análisis descriptivo.....	140
4.2. Resultados del análisis: factores que influyen en la contratación de doctores en las empresas.....	148
4.3. Resultados del análisis causal: efecto de la contratación de doctores en el proceso innovador en las empresas.....	153
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES.....	171
5.1. Resumen de la investigación y aportaciones del estudio.....	173
5.2. Conclusiones e implicaciones de la contratación de doctores y los efectos en el proceso innovador de las empresas.....	178
5.3. Limitaciones del estudio y futuras líneas de investigación...	184
BIBLIOGRAFÍA.....	187

## ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICOS

### CAPÍTULO 1.

Tabla 2.1. Estudios que analizan a estudiantes de doctorado.....	39
Tabla 2.2. Estudios sobre la incorporación de doctores a las empresas.....	43
Tabla 2.3. Estudios sobre la productividad de los doctores que se incorporaron a las empresas.....	51
Tabla 2.4. Estudios sobre los salarios de los doctores que se incorporaron al sector privado.....	56
Tabla 2.5. Estudios sobre las características estructurales de las empresas que contrataron doctores.....	72
Tabla 2.6. Variables que influyen en la probabilidad de contratar doctores en las empresas.....	76
Tabla 2.7. Estudios sobre los efectos en las decisiones estratégicas de las empresas que contrataron científicos.....	78
Tabla 2.8. Estudios sobre los efectos en los inputs de las empresas que contrataron científicos.....	82
Tabla 2.9. Variables utilizadas en la estimación del efecto en los inputs de la contratación de doctores en las empresas.....	83
Tabla 2.10. Estudios sobre los efectos en los outputs de las empresas que contrataron científicos.....	87
Tabla 2.11. Variables utilizadas en la estimación del efecto en los outputs de la contratación de doctores en las empresas.....	103

### CAPÍTULO 2.

Tabla 3.1. Tipos de variables utilizadas en el estudio.....	111
Tabla 3.2. Estructura temporal de los datos.....	117
Tabla 3.3. Distribución de la muestra por sector de actividad.....	118
Tabla 3.4. Distribución de la muestra por sector manufacturero y servicios.....	120
Tabla 3.5. Distribución de la muestra por localización del personal total de I+D.....	121
Tabla 3.6. Variable representativa de la contratación de doctores en las empresas.....	122
Tabla 3.7. Distribución de la muestra de acuerdo con el sector de actividad y la contratación de doctores al 2008.....	123
Tabla 3.8. Distribución de la muestra por localización del personal total de I+D y de doctores contratados por las empresas.....	126
Tabla 3.9. Variables representativas de la actividad innovadora de las empresas para la estimación de los input.....	128

### CAPÍTULO 3.

Tabla 3.10. Variables representativas de la actividad innovadora de las empresas para la estimación de los outputs.....	130
Tabla 3.11. Variables representativas de las empresas que contrataron doctores.....	134

### CAPÍTULO 4.

Tabla 4.1. Fases de la investigación y técnicas estadísticas empleadas en la validación de las hipótesis.....	140
Tabla 4.2. Estadísticos descriptivos de las variables del estudio.....	141
Tabla 4.3. Contraste de igualdad de medias en el conjunto de variables resultado antes del emparejamiento.....	143
Tabla 4.4. Contraste de igualdad de medias en el conjunto de variables de exógenas antes del emparejamiento.....	145
Tabla 4.5. Matriz de correlaciones.....	147
Tabla 4.6. Resultados y Efectos Marginales del Modelo Probit para el estudio de las variables que influyen en la propensión a contratar doctores.....	150
Tabla 4.7. Contraste de igualdad de medias en el conjunto de variables exógenas después del emparejamiento.....	157
Tabla 4.8. Contraste de igualdad de medias en el <i>propensity score</i> antes y después del emparejamiento.....	158
Tabla 4.9. Efecto de la contratación de doctores en los inputs del proceso innovador.....	162
Tabla 4.10. Efecto de la contratación de doctores en los outputs del proceso innovador.....	167
Tabla 4.11. Las Hipótesis confirmadas y los efectos significativos de la contratación de los doctores en las variables de la actividad innovadora de las empresas.....	169
Figura 2.1 Modelo de la investigación.....	105
Gráfico 4.1 Propensión de las empresas a contratar doctores antes del emparejamiento.....	154
Gráfico 4.2 Propensión de las empresas a contratar doctores después del emparejamiento.....	155

---

## **INTRODUCCIÓN**

---





La contratación de doctores en las empresas ha adquirido importancia en los últimos años gracias al reconocimiento de que el conocimiento científico puede ser fuente de ventaja competitiva para las empresas y un factor clave en el crecimiento económico. En este contexto, se ha señalado que los doctores son el eje central de la producción de conocimiento científico desarrollado principalmente en las universidades y tienen un rol clave en los procesos de transmisión de ese conocimiento a las empresas. Recientemente, se ha apuntado que gracias a su formación no solo transmiten conocimiento, sino también las habilidades adquiridas durante la formación que les permiten desempeñar distintos roles a lo largo del proceso innovador de las empresas. Esas habilidades estarán relacionadas con su capacidad para monitorear e identificar adelantos científicos, acercar a las empresas a redes científicas, solucionar problemas que surgen en los procesos de investigación e integrar y explotar conocimiento científico con valor comercial. Estas habilidades son cada vez más estimadas para su trabajo en el sector privado y llegan incluso a ser más valoradas que el conocimiento específico.

Así las cosas, el análisis de los efectos de la contratación de doctores en las empresas se ha convertido en un tema cada vez más importante por su implicación directa en el desempeño innovador. En la literatura, el efecto de la contratación se ha analizado sin un marco teórico que permita explicar bajo qué condiciones las empresas pueden obtener ventajas de la contratación de doctores en su actividad innovadora. Si

bien la literatura justifica el rol de los recursos humanos altamente cualificados en la innovación empresarial, no sienta las bases para el estudio del impacto que puede tener su formación en el desempeño innovador de la empresa. Es por ello que los estudios que analizan el efecto de la contratación de científicos en las empresas no emplean un marco teórico unificado que facilite el entendimiento de cómo se produce su interacción en las empresas.

La literatura que analiza la relación entre los doctores y el sector privado es muy heterogénea y se ha llevado a cabo en dos niveles de agregación: individual y de la empresa. Los estudios a nivel individual analizan los factores que guían la elección de los estudiantes de doctorado y los doctores graduados de seguir una carrera en el sector privado y su objetivo ha estado dirigido a revelar qué factores resultan determinantes para la movilidad hacia este sector. Los estudios a nivel de la empresa, bastante recientes, han tenido tres objetivos: definir el perfil de empresas que contratan doctores, determinar el efecto de la contratación en la elección que hacen las empresas de las estrategias para desarrollar actividades de I+D y describir el efecto de la contratación en el proceso innovador. Los últimos estudios tienen una gran importancia porque permiten establecer la contribución real de estos recursos humanos a la actividad innovadora de la empresa. A pesar de su relevancia, la evidencia empírica es escasa y se centra en analizar los efectos de la contratación en los *outputs* del proceso innovador, especialmente en sectores altamente tecnológicos donde la intervención

de los científicos en la actividad innovadora deja un rastro de papel; esto es, su efecto se ha analizado principalmente en patentes y publicaciones. El rol de los doctores en la distribución que hacen las empresas de recursos para la I+D o en los *inputs* del proceso innovador no se han analizado exhaustivamente. En consecuencia, la evidencia empírica actual nos deja una percepción limitada de la influencia de los doctores en el proceso innovador. De este modo, esta investigación tiene como objetivo general ampliar el conocimiento del efecto de la contratación de los doctores en la actividad innovadora de las empresas analizando conjuntamente su impacto en los *inputs* y en los *outputs* del proceso innovador.

Para alcanzar este objetivo general se han planteado una serie de objetivos específicos con el propósito de: evaluar la importancia de los doctores para el sector privado, analizar la evidencia empírica que estima los efectos de los doctores en la actividad innovadora de las empresas y proponer un modelo para la evaluación de sus efectos en los *inputs* y *outputs* del proceso innovador. En este último caso, la investigación propone un modelo de evaluación original que analiza los efectos de la incorporación de doctores teniendo en cuenta el perfil de las empresas contratantes.

Estos objetivos se consiguieron, por un lado, a través de una revisión de la literatura que estudia el efecto de los científicos en la innovación de la empresa y, por otro, analizando una muestra de empresas españolas

que incluyó empresas del sector manufacturero y del sector servicios. A diferencia de otras investigaciones, en esta la evaluación de los efectos se realizó en un amplio número de indicadores de los *inputs* y *outputs* del proceso innovador. En el primer caso, se tuvieron en cuenta la distribución que hacen las empresas de sus gastos en I+D en investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico; la intensidad en I+D y el gasto interno y externo en I+D. Y, en el segundo, se contemplaron la propensión a patentar y las ventas de productos innovadores. El uso de un amplio número de indicadores de la actividad innovadora supone una importante contribución a la literatura que analiza el efecto de los científicos en la actividad innovadora empresarial porque permite obtener información más precisa de sus roles a lo largo del proceso innovador. Para el análisis de estos efectos, el estudio empleó un método de análisis novedoso que supera los problemas metodológicos que afectan a esta investigación y permite estimar los efectos causales de la contratación de doctores.

Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos, la presentación de la investigación se ha estructurado en cinco capítulos que se describen a continuación. En el primer capítulo, se presenta la visión actual de la formación doctoral y su relación con el sector privado. Asimismo, se discuten los conocimientos y habilidades que adquieren los doctores durante su formación, las tipologías de doctores, los cambios recientes en la formación doctoral hacia un enfoque más cercano al sector privado y las motivaciones de los doctores para incorporarse a este sector.

En el segundo capítulo, se profundiza en el análisis de los estudios realizados a nivel individual y a nivel de la empresa, examinando en este último nivel las teorías que justifican la movilidad de los científicos hacia el sector privado. Más adelante, se analiza la evidencia empírica que estudia los efectos de la contratación de doctores en las empresas. Por último, se presentan el modelo de investigación y las hipótesis a contrastar.

En el tercer capítulo, se expone la metodología de evaluación para identificar los factores que influyen en la contratación de doctores y los efectos de esta contratación en los *inputs* y *outputs* del proceso innovador. Además, se presenta la fuente de datos a analizar y se describen la muestra y los tipos de variables utilizadas en el estudio.

En el cuarto capítulo, se ofrecen los resultados de la investigación que comprenden: un análisis descriptivo de los datos, un análisis confirmatorio para determinar las características de las empresas que influyen en la contratación de los doctores y un análisis econométrico para obtener el efecto de la contratación de los doctores en los *inputs* y en los *outputs* del proceso innovador.

En el quinto y último capítulo, se recogen las principales conclusiones del estudio, así como las implicaciones derivadas de los resultados para las empresas. Finalmente, se apuntan las limitaciones del estudio y se recomiendan futuras líneas de investigación.



---

**CAPÍTULO 1**  
**LA FORMACIÓN DOCTORAL Y EL**  
**SECTOR PRIVADO**

---





Este capítulo tiene por objetivo mostrar la visión actual de la formación doctoral y su relación con el sector privado, se estructura como sigue: en la primera parte se analiza la formación doctoral como nivel más alto de estudios y los cambios recientes en la formación doctoral que la acercan más al sector privado. A continuación, se presentan los conocimientos y habilidades adquiridos por los doctores durante su formación y se establecen las tipologías de doctores. En la segunda parte, se analiza qué motiva a los doctores a incorporarse al sector privado y las condiciones de su mercado laboral.

### **1.1. LOS CIENTÍFICOS CON EL NIVEL MÁS ALTO DE FORMACIÓN ACADÉMICA**

El grado de doctor está considerado como el nivel de estudios más alto otorgado por las universidades (Mertens y Robken, 2013). Se puede acceder a él después de haber cursado los estudios de Grado universitario o Licenciatura. La concesión del grado de doctor se otorga a aquellas personas que han realizado un largo proceso de documentación e investigación en un tema concreto y finaliza con la presentación de una aportación original y novedosa en su investigación. Con ello se refleja la doble naturaleza del doctorado como producto y como proceso de aprendizaje (Park, 2005). Por una parte, la elaboración de un producto final –la tesis doctoral– implica tener abundantes conocimientos sobre un área específica en la que se hace una contribución original e innovadora que amplíe el conocimiento existente hasta el momento. Por otra parte, llevar a cabo una investigación de manera independiente, también supone un aprendizaje en el desarrollo de procedimientos, capacidades, habilidades y conocimientos (Lee et al., 2010).

En el transcurso de su formación, los estudiantes de Doctorado desarrollan habilidades y experiencia en investigación que se ven incrementados con la acumulación de conocimientos durante el trabajo continuo (Lam, 2007). En el largo proceso de su investigación, son dirigidos por un tutor o director de tesis que los instruye y orienta para llevar a cabo su investigación. Estos actúan como sello de garantía de la investigación del doctorando, avalando que se realiza con altos

estándares de calidad (Lee et al., 2010). Además, durante su formación doctoral, socializan en contextos académicos participando en redes de investigación, difundiendo su investigación y complementando el conocimiento que poseen con el de otros investigadores (Murray, 2004; Dietz y Bozeman, 2005; Hess y Rothaermel, 2011).

Debido a que los doctores son el eje central en los procesos de producción del conocimiento en las universidades, su rol en las empresas está ligado a la transmisión del conocimiento generado y desarrollado en las universidades y a su absorción en la economía (Stern, 2004). Se ha señalado que su rol es especialmente importante en el desarrollo de aplicaciones comerciales que son desarrolladas como resultado de la relación entre las universidades y la industria (Baba et al., 2009). En estos procesos, no solo proveen conocimiento sino que también se encargan de acercar la ciencia a la industria a través de redes de colaboración (Murray, 2004).

Los individuos con grado de doctor son considerados por la población de los países industrializados como los encargados de resolver los principales problemas que afectan a la sociedad, ya que cuentan con los conocimientos, las habilidades y la cualificación adecuada para este propósito (Enders, 2002). Por este motivo, las economías más desarrolladas dedican recursos para generar capital humano que desarrolle conocimiento y habilidades que mejoren su capacidad innovadora y competitiva a nivel mundial (Cotec, 2012).

## **1.2. LA FORMACIÓN DOCTORAL**

Tradicionalmente, la formación doctoral ha estado dirigida a generar y ampliar el conocimiento –resolviendo y dando respuesta a incógnitas científicas–, que se divulga en la comunidad científica a través de publicaciones y conferencias. Esta formación se ha considerado un medio para seguir una carrera académica en las universidades y en centros de investigación (Thune, 2009). No obstante, datos de distintos países indican que hay un cambio de tendencia en la política universitaria, cuyo objetivo pasa por acercar la universidad a la empresa a través de distintos mecanismos, entre los que se incluyen: dar valor comercial al conocimiento que generan (Dietz y Bozeman, 2005; Stephan et al., 2007; Thune, 2009; Toole y Czarnitzki, 2010; Lam, 2011), desarrollar acuerdos de cooperación con empresas (Rosenkopf y Almeida, 2003; Rothaermel y Hess, 2007; Luo et al., 2009), fomentar la movilidad de investigadores hacia las empresas (Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2005; Zucker et al., 1998, 2002; Crespi et al., 2007; Lenzi, 2009; Sauermann y Cohen, 2010) o crear empresas con alto valor tecnológico (Corolleur et al., 2004; Stuart y Ding, 2006; Eckhardt y Shane, 2011; Rasmussen et al., 2014), entre otros.

Esta dimensión moderna de la educación busca acercar, por un lado, la formación científica y, por otro, el entrenamiento profesional, para que los nuevos egresados sean considerados más competitivos (Burgess, 1997; Leonard, 2000; Pole, 2000). A esto hay que añadir que muchas universidades están cambiando sus cursos de formación doctoral hacia el llamado modelo profesional (Kivinen et al., 1999), que ha introducido

cambios como: a) profundizar y ampliar el conocimiento y las habilidades de los estudiantes para seguir carreras en el sector privado (De Grande, 2009); b) facilitar y promover la incorporación al sector privado ante un mercado académico saturado (Enders, 2005); c) fomentar las actividades de transferencia de conocimiento entre la universidad y el sector privado (Stephan, 2007); d) realizar investigación y formación conjunta (Wallgren y Dahlgren, 2005). Del mismo modo, en muchos países los programas de Doctorado se han adaptado para poner énfasis en aspectos demandados por el sector como el desarrollo de habilidades en la gestión y el trabajo en equipo, habilidades de comunicación, y habilidades de solución de problemas y de negociación (Auriol, 2010). Como resultado de este acercamiento de la universidad a la empresa, los doctores han ido adquiriendo una visión comercial de su investigación (Lam, 2011) y unas competencias suficientemente amplias que les capacitan para elegir una carrera en el sector académico o en el empresarial (Van de Schoot et al., 2012).

Muchos de estos cambios se han podido implementar gracias a la cooperación universidad-empresa. Sin embargo, su éxito depende de múltiples factores, véanse: las necesidades de la sociedad (Gibbons et al., 1994), el cambio en la naturaleza del conocimiento (Enders, 1999), la creciente relación entre las universidades y la industria (Beltramo et al., 2001; D'Este y Patel, 2007), el tipo de empresas que componen el tejido industrial (Cotec, 2012), las estrategias de adquisición de conocimiento

del sector empresarial (Beret et al., 2003), el papel de la I+D en la economía y las políticas prioritarias del Estado (Enders y Weert, 2004).

Pero no solo las universidades se están acercando a las empresas, también ellas están acercando posturas a la universidad. Esto se produce con la creación de entornos académicos como estrategia para atraer a los doctores con alto rendimiento en la investigación. Es por ello que en algunos sectores se les proporciona la oportunidad de publicar e interactuar con la comunidad científica. En algunos casos, esta posibilidad de conectar con el mundo académico compensa el bajo salario que reciben los doctores que realizan funciones de investigación en las empresas (Stern, 2004). Estos entornos académicos mejoran la posición de las empresas dentro de redes que dan acceso al conocimiento científico y aumentan su prestigio como empresas activas en la investigación (Beltramo et al., 2001).

### **1.3. LOS CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES DE LOS DOCTORES**

En el seno de las universidades se crea y se desarrolla el conocimiento científico que se acumula con el paso del tiempo. En este proceso participan activamente los doctores a través de la investigación básica. No obstante, en las últimas décadas también generan conocimiento desde los proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico (Rosenberg y Nelson, 1994). En general, el conocimiento científico derivado de estas actividades de investigación es de naturaleza

tácita, lo cual dificulta su reproducción, su codificación y, eventualmente, su transferencia (Stephan, 2007). Es por ello que, cuando este conocimiento se transfiere a las empresas, requiere la participación activa de aquellos que lo poseen (Zucker et al., 2002b), pues los doctores no solo transmiten los conocimientos acumulados adquiridos durante la realización de su trabajo de investigación sino también las competencias y las habilidades (Oettl y Agrawal, 2008).

A pesar de que la incorporación de doctores a las empresas facilita la transferencia de conocimiento científico, este proceso no está exento de dificultades. La absorción de conocimiento en la empresa podría no ser automática y, en algunos casos, la incorporación puede tener efectos negativos en el proceso innovador. Esto se debe a la compleja y elevada dimensión tácita del conocimiento y a los numerosos factores que dificultan su eficiente incorporación dentro de la empresa (Kessler et al., 2000). Las empresas deben estar dispuestas a recibir el conocimiento, pero también han de estar dotadas de capacidad de absorción y de los mecanismos necesarios para organizar, asimilar, difundir y explotar el conocimiento de estos recursos humanos (Cohen y Levinthal, 1990).

Investigaciones recientes han enfatizado las habilidades que los doctores adquieren durante su largo proceso de formación y que han resultado claves para el trabajo en la academia y en el sector privado. Estas son:

- Habilidades analíticas generales. En el desarrollo de su investigación, agudizan sus habilidades para seleccionar información y analizar aquello que les pueda ser de utilidad en la resolución de problemas de investigación (Thune, 2009).
  
- Habilidades de cooperación y trabajo en equipos. La formación doctoral es un método de socialización profesional a través del cual los científicos académicos desarrollan sus conocimientos trabajando en equipos de investigación que son dirigidos por un investigador principal (Etzkowitz, 2003). A este respecto, la literatura ha mostrado que: 1) los científicos que colaboran en equipos de investigación tienen una mayor producción y calidad en sus investigaciones que aquellos científicos que las realizan por cuenta propia (Mangematin y Robin, 2003); 2) entre más diverso y mayor es el número de integrantes del grupo de investigación, mayor es el atractivo de las empresas por cooperar con ellos; 3) la falta de habilidades de cooperación puede limitar la incorporación de doctores a las empresas, independientemente de la calidad que puedan llegar a tener en la investigación, puesto que el trabajo en equipo resulta fundamental en los proyectos empresariales (De Grande et al., 2010).
  
- Habilidades para crear y formar parte de redes de conocimiento. Con el paso del tiempo, los doctores van formando sus propios grupos de investigación que se incorporan a redes académicas y



de investigación que facilitan el intercambio de ideas y nuevos descubrimientos (Lam, 2005).

- Habilidades para acceder a fondos públicos de investigación y atraer recursos. Para los científicos académicos es de vital importancia obtener financiación para el desarrollo de su investigación. Es por ello que adquieren habilidades y experiencia en el acceso a convocatorias públicas cuyas condiciones de acceso son similares a las requeridas en el sector privado (Etzkowitz, 2003).
- Habilidades de dirección y gestión de proyectos de investigación. Distintos autores han señalado que durante el desarrollo de proyectos de investigación se adquieren habilidades de gestión de recursos y personal que podrían ser útiles en el desarrollo de proyectos empresariales (Etzkowitz, 2003; Lee et al., 2010). Asimismo, se adquieren habilidades de liderazgo y de formulación de objetivos y estrategias.
- Habilidades para monitorear los adelantos científicos y tecnológicos. En su continua actividad investigadora, los científicos desarrollan habilidades que les permiten estar al tanto del avance científico y tecnológico. Esta habilidad resulta clave para el desarrollo de la capacidad de absorción de las empresas. En el sector privado, los científicos actúan como porteros o

*gatekeepers* que dejan pasar el conocimiento externo con potencial comercial (Zellner, 2003).

- Habilidades en la aplicación de tecnologías de la información y procesamiento de datos. Para el desarrollo de su actividad investigadora, los científicos adquieren habilidades en el manejo de sofisticadas tecnologías de la información para el procesamiento y el análisis de datos. Estas habilidades son cada vez más valoradas en el sector privado, debido a que apoyan parte de su proceso de toma de decisiones en las TIC. (Zellner, 2003).
  
- Habilidades en el manejo de mecanismos de difusión y protección del conocimiento tecnológico. Durante su trayectoria investigadora, los científicos adquieren habilidades de comunicación para la divulgación de resultados de investigación que se adquieren con la participación en redes y eventos científicos. De igual manera, aquellos que patentan adquieren experiencia en el sistema de patentes y en los mecanismos alternativos de protección del conocimiento (Stephan et al., 2007).
  
- Habilidades para solucionar problemas. La formación en investigación lleva implícita el desarrollo de habilidades para identificar problemas y resolverlos. Como resultado, se adquiere entrenamiento para separar los problemas en partes, analizarlos con

mayor facilidad y proponer nuevos patrones de interpretación (Usher, 2002; Lee et al., 2010).

En la literatura, existe un debate en relación con la utilidad de estas habilidades en el sector privado. Por un lado, Toole y Czarnitzki (2009) señalan que el alto grado de especialización y orientación académica puede ser un obstáculo en la incorporación a la empresa. Por otro, el estudio de Lee et al. (2010) indica que las habilidades y conocimientos generales adquiridos en la formación resultan ser muy apreciados en el sector privado. Habilidades como la solución de problemas o la capacidad de análisis se consideran más valiosas para el trabajo en el sector privado que las derivadas del conocimiento específico.

Entre las habilidades más valoradas por las empresas destacan las habilidades sociales y las prácticas, como el trabajo en equipo, la gestión de proyectos, las cualidades de liderazgo y las habilidades técnicas y analíticas (De Grande, 2009). Aquellos doctores que han colaborado con la empresa durante la formación doctoral adquieren ventajas adicionales para su incorporación en el sector privado (De Grande et al., 2010). No en vano, las habilidades y los conocimientos que poseen los doctores deben actualizarse continuamente para cumplir con las necesidades del sector productivo. Se ha señalado también que la presencia de científicos supone un sello de calidad para la empresa y brinda confianza a los *stakeholders*, lo que facilita la financiación externa (Corolleaur et al., 2004).

#### **1.4. LOS TIPOS DE DOCTORES**

En la literatura, se observa que no todos los científicos académicos desarrollan las mismas habilidades y conocimientos, dando origen a distintas tipologías de doctores en función de: la productividad que generan (Zucker y Darby, 1995; Stokes, 1997; Zucker et al., 1998, 2002; Rothaermel y Hess, 2007; Baba et al., 2009; Roach y Sauermann, 2010; Hess y Rothaermel, 2011; Subramanian et al., 2013), la calidad de su investigación (Mangematin, 2000; Tzabbar, 2009; Schiffauerova y Beaudry, 2011), sus gustos por la ciencia (Roach y Sauermann, 2010; Sauermann y Roach, 2014) y su interés por explotar solo las oportunidades científicas en entornos académicos, ignorando las oportunidades comerciales que se les presentan (Stokes, 1997; Toole y Czarnitzki, 2009; Subramanian et al., 2013).

La productividad y la calidad son probablemente los criterios más empleados para clasificar a los científicos. Esto ocurre porque durante su formación doctoral los estudiantes de Doctorado son los encargados de generar las dos terceras partes de la investigación realizada por las universidades. Un alto índice de productividad, reflejado en el número de artículos y citas, acerca a los científicos a seguir una carrera en el sector académico (Dietz y Bozeman, 2005). Por el contrario, los científicos con un número alto de patentes son más propensos a seguir carreras en las empresas (Zucker et al., 2002). En el estudio realizado por Zucker et al. (1998), se reveló que los científicos con elevada productividad fueron más visibles para las empresas.

Recientemente, la literatura ha identificado cinco grupos de científicos en función del tipo de productividad que generan y la calidad de su investigación (Zucker y Darby, 1995, 1996; Zucker et al., 1998, 2002a, 2002b; Rothaermel y Hess, 2007; Baba et al., 2009; Higgins et al., 2011; Hess y Rothaermel, 2011; Subramanian et al., 2013):

- **Científicos estrella.** Esta clasificación fue introducida por primera vez en la literatura por Zucker y Darby (1995) y ha sido utilizada en diversas publicaciones. Alude a científicos con elevados niveles de publicaciones y patentes. Este grupo tiene un gran impacto en la industria biotecnológica, farmacéutica y química (Zucker y Darby, 1996). En los estudios de Rothaermel y Hess (2007), Hess y Rothaermel (2011) y Almeida et al. (2011), se definen como aquellos científicos con más publicaciones y citas que la media –tres desviaciones estándar por encima de la media–. También se los describe como científicos con una elevada cantidad y calidad de patentes (Tzabbar, 2009; Schiffauerova y Beaudry, 2011). Baba et al. (2009), por su parte, consideran que son los científicos que tienen publicaciones por encima del promedio pero una productividad en patentes por debajo de la media. Finalmente, el estudio de Higgins et al. (2011) se aleja más de estas definiciones al identificarlos como aquellos científicos que han ganado un premio Nobel.

- **Científicos no estrella.** De acuerdo con Rothaermel y Hess (2007), Hess y Rothaermel (2011) y Subramanian et al. (2013), en este grupo se encuentran aquellos científicos que cuentan con un número de publicaciones por debajo de la media. Estos son más propensos a realizar actividades con fines comerciales cuyo objetivo es el desarrollo de nuevos productos y patentes. Son científicos con menos estatus y un perfil más bajo que los científicos estrella y, a menudo, forman parte de un grupo de investigación (Hess y Rothaermel, 2012).
  
- **Científicos Edison.** Estos científicos llevan a cabo investigación aplicada, orientada a la creación de productos y sistemas que satisfagan las necesidades de la sociedad en general (Stokes, 1997; Baba et al., 2009). Subramanian et al. (2013) incluyen en este grupo a los científicos que cuentan con patentes por encima del promedio y publicaciones por debajo del promedio obtenido por otros científicos.
  
- **Científicos Pasteur.** Este concepto fue introducido en la literatura por Stokes (1997) quien identifica en este grupo a aquellos que transfieren tecnología de las universidades al sector industrial. Son científicos orientados hacia el avance y la comercialización de sus descubrimientos, trabajando en el límite entre el conocimiento científico y el aplicado (Baba et al., 2009). Además, se caracterizan

por tener patentes y publicaciones por encima del promedio de los científicos con los que se comparan (Subramanian et al., 2013).

- **Científicos Bohr.** Realizan investigación básica y su trabajo está orientado al entendimiento y ampliación del conocimiento científico, con poco interés en los usos potenciales de los resultados de su investigación. Son científicos académicos convencionales (Stokes, 1997; Subramanian et al., 2013).

Podemos concluir que para las empresas los científicos Pasteur serían los de mayor utilidad porque saben vincular la ciencia y la tecnología (Baba et al., 2009), pueden desarrollar tanto investigación básica como aplicada y pueden generar innovaciones radicales e incrementales. Estos científicos son propensos a patentar y a publicar y, también, son capaces de enlazar la investigación básica con las necesidades industriales (Subramanian et al., 2013), incrementando la productividad en I+D de las empresas (Baba et al., 2009).

## **1.5. QUÉ MOTIVA A LOS DOCTORES A SEGUIR CARRERAS EN EL SECTOR PRIVADO**

El sector académico y el sector privado se caracterizan por tener distintas normas, además de perseguir objetivos e incentivos diferentes. El sector académico desempeña actividades de *open science*, recompensando la rápida difusión de los avances en el conocimiento científico y reconociendo

a la comunidad científica por el impacto de sus publicaciones (Partha y David, 1994). La investigación académica está más orientada a ampliar el conocimiento científico y rara vez obtiene resultados listos para su comercialización (Harryson et al., 2008; Kitagawa, 2011).

Por el contrario, la investigación realizada por las empresas está orientada generalmente a la producción y explotación del conocimiento científico a corto y medio plazo. Las empresas del sector privado se crean con expectativas de generar ganancias, ahorrar en costes y, normalmente, están dirigidas a obtener resultados a corto plazo. El objetivo fundamental en la industria es la creación de nuevos productos con alto valor comercial, donde el trabajo en equipo es esencial y los plazos para conseguir resultados monetarios son muy ajustados (Lee et al., 2010). Por lo tanto, debido a la alta competencia de los mercados y a la incertidumbre que genera la creación de nuevos productos, el sector industrial lleva a cabo un gran número de proyectos a la vez, de forma que los científicos pueden participar en el desarrollo de varios proyectos al mismo tiempo (Lee et al., 2010). Estas diferencias obligan a que los doctores tengan que elegir entre seguir una carrera en el sector académico o en el industrial.

Las motivaciones por las que los doctores se incorporan al sector privado son muy variadas. Desde las etapas más tempranas de su formación, los doctores toman decisiones que van forjando el camino que desembocará en su futura carrera profesional (Roach y Sauermann,



2010). De acuerdo con la literatura, hay seis razones que motivan a los doctores para seguir una carrera en el sector privado:

- Mayores ingresos económicos. En las últimas décadas, alcanzar objetivos académicos para obtener mejoras salariales y ascensos en el sector académico es cada vez más difícil. El caso contrario ocurre en el sector privado que se ha caracterizado por proporcionar a sus científicos salarios más elevados que el académico (Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2005; Lam, 2010; Roach y Sauermann, 2010).
- Acceso a equipos vanguardistas y mayores recursos. En el sector académico es cada vez más difícil obtener recursos para investigación y se invierte mucho tiempo en conseguir financiación (Hackett, 1990; Roach y Sauermann, 2010). En cambio, en el sector privado ocurre lo contrario. De acuerdo con Vallas y Kleinman (2008) y Roach y Sauermann (2010), el sector privado se ha vuelto más atractivo en lo referente a la dotación de equipos y la financiación de la investigación.
- Comercialización de su investigación. Los científicos que perciben que su investigación contiene elevado valor comercial y que combina escasez con elevadas dosis de conocimiento tácito intentan comercializarla en el sector privado para obtener retornos económicos del conocimiento (Zucker et al., 2002a; Fritsch y Krabel, 2012).

- Investigación en las últimas fases de la innovación (*downstream*). Los científicos que realizan investigación aplicada y desarrollo tecnológico se encontrarán más motivados para incorporarse al sector privado (Roach y Sauermann, 2010). De acuerdo con la literatura, los científicos en áreas más próximas a la industria, como la ingeniería y la química, regularmente participan en actividades de comercialización y de investigación en las últimas fases del proceso innovador y esto les motiva para continuar trabajando en el sector privado (Dietz y Bozeman, 2005; Bozeman y Gaughan, 2007; Ponomariov, 2008; Bekkers y Bodas Freitas, 2008; Boardman, 2008, 2009). Por el contrario, los científicos que valoran el gusto por ciencia y los aspectos relacionados con la seguridad en el empleo son significativamente menos propensos a preferir una carrera en empresas (Roach y Sauermann, 2010).
- Prestigio y estatus. Algunos autores han señalado que los científicos también obtienen prestigio y reconocimiento en el sector privado gracias a la aplicación de su investigación en el desarrollo de productos y procesos (Owen-Smith y Powell, 2001; Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2005; Lam, 2011; Perkmann et al., 2013).
- Saturación del mercado laboral. Cada vez más doctores trabajan fuera de las universidades, puesto que las fuentes de empleo en el sector académico no están creciendo proporcionalmente a la

producción de doctores (Mangematin, 2000; Beltramo et al., 2001; Mangematin y Robin, 2003; Dany y Mangematin, 2004; Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2005). Si bien es cierto que las perspectivas actuales del mercado laboral, en general, no son muy favorecedoras a causa de la crisis económica mundial, el desempleo de los doctores no va de la mano con el de la población en general y depende en menor medida de las fluctuaciones económicas (Shettle, 1997; Masso et al., 2009).

#### **1.6. EL MERCADO LABORAL DE LOS DOCTORES EN EL SECTOR PRIVADO**

Debido a que la academia no puede absorber a todos los doctores que produce, los recién egresados que desean incorporarse al sector académico tienen pocas oportunidades de conseguirlo (Mangematin, 2000; Beltramo et al., 2001; Mangematin y Robin, 2003; Dany y Mangematin, 2004; Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2005). En muchos de los casos, se encuentran con un contrato temporal y con la incertidumbre de no poder conseguir un puesto académico permanente (Huisman et al., 2002).

La información y el conocimiento sobre las trayectorias profesionales de los doctores en Europa son aún limitados. Sin embargo, algunos estudios revelan que, aunque la mayoría de los doctores están empleados en el sector académico, una proporción sorprendentemente alta se encuentra en otros

sectores y en ocupaciones diferentes a las de su investigación (Enders y Weert, 2004; Enders, 2002; Bornmann y Enders, 2004).

En general, los graduados con título de doctor que desean incorporarse al sector privado tienen que competir en el mercado laboral con personal de menor cualificación que la suya y su incorporación suele darse en edades más avanzadas y en actividades no relacionadas con sus estudios o que exigen niveles de cualificación más bajos (Auriol, 2010). Durante el proceso de selección y contratación en el sector empresarial, los doctores compiten por puestos de trabajo con graduados de másteres que cuentan con mayor experiencia en este sector. Con todo, los doctores tienen una mayor ventaja al conseguir ascensos más rápidos y de mayor nivel que los graduados universitarios (Enders, 2002).

Se ha señalado que en Europa las empresas normalmente prefieren emplear a investigadores sin título doctoral, ya que consideran que los doctores pueden estar demasiado especializados, lo que puede impedirles entender las necesidades del mercado (Toole y Czarnitzki, 2010). Una excepción la representa Alemania, donde existe el consenso social de que los doctores están capacitados no solo para resolver los grandes problemas sino también para dirigir el país (Enders, 2002). Esta postura se acerca a la de EE.UU., donde las empresas prefieren contratar la mano de obra más cualificada y por ello el sector privado es la principal fuente de empleo de los doctores (Stephan, 2007; Sumell et al., 2009).

El sector empresarial, compuesto principalmente por pequeñas y medianas empresas, sufre dificultades en la contratación de doctores a causa de su menor capacidad financiera y el elevado coste de este recurso humano. En el otro extremo se sitúan las grandes empresas con departamentos de I+D y con alto índice de actividad innovadora (Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2005). En general, los empresarios buscan en los doctores la habilidad de adaptar sus conocimientos a entornos de trabajo en la industria y la habilidad de transmitir el conocimiento externo al personal de la empresa (De Grande et al., 2010). En las empresas, los doctores ocupan puestos de trabajo que comprenden labores de investigación, dirección, gestión de proyectos, consultoría, desarrollo de servicios empresariales o ventas, entre otros (Lee et al., 2010).

En la actualidad, distintos países están tratando de encauzar la oferta de doctores hacia el sector privado a través del desarrollo de políticas y programas de inserción laboral de doctores a las empresas. Estos programas, además de incentivar la movilidad de los doctores, tratan de cambiar la imagen que tienen los empresarios y la sociedad en general de que los doctores solo están cualificados para desempeñar funciones académicas y se encuentran sobrecualificados para las empresas.

Estos programas se ven impulsados por el hecho de que países con altos índices de científicos en ciencias e ingeniería y altas tasas de movilidad parecen experimentar mayores incrementos de su productividad. Una alta producción de doctores contribuye al cúmulo de

conocimientos que repercute en beneficios para la sociedad (Casey, 2009). Esta repercusión se aprecia con mayor intensidad en empresas de alta tecnología concentradas en determinadas zonas geográficas (Sthepan, 2007).

Por lo que respecta a España, presenta índices bajos de contratación de doctores en el sector empresarial (Herrera y Nieto, 2015b) y una saturación del mercado laboral en el académico (Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2005). Esto se debe a que el conocimiento que poseen los científicos no es tan valorado y reconocido por el sector empresarial en este país (Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2005). Pese a esta limitación y la saturación que experimenta el mercado laboral académico, los doctores registran los índices más bajos de desempleo en comparación con personas de otros niveles educativos en España (COTEC, 2011).

A pesar de la saturación del mercado académico y del incremento de la motivación de las empresas por contratar doctores, los científicos recién egresados prefieren las carreras en el sector académico (De Grande et al., 2010). Aun así, ciertos estudios sugieren que es mayor el número de doctores que acaban trabajando en el sector privado que los que tenían previsto hacerlo (Roach y Sauermann, 2010).

---

**CAPÍTULO 2**  
**LA INCORPORACIÓN DE DOCTORES**  
**A LA EMPRESA**

---





Una vez analizada la formación doctoral, así como los conocimientos y habilidades que adquieren los doctores. En el segundo capítulo, se analizan las teorías que justifican la movilidad de los científicos al sector privado y los estudios empíricos sobre la incorporación de doctores a las empresas, los cuales se han realizado en dos niveles de agregación: el nivel individual y el nivel empresa. Un apartado está dirigido a presentar los estudios a nivel individual los cuales tienen por objetivo analizar los factores que determinan la elección de los estudiantes de doctorado y de los graduados doctores por seguir una carrera en el sector privado. En el siguiente apartado se presentan los estudios a nivel de la empresa, distinguiendo entre estudios que analizan el perfil de las empresas que contrataron doctores, los estudios que analizan el efecto de la contratación en las estrategias para llevar a cabo actividades de I+D y los estudios que analizan los efectos de la contratación en el proceso innovador. Por último, se presenta el modelo de investigación y las hipótesis a contrastar.

En la literatura existe consenso acerca de la importancia del conocimiento científico para la actividad innovadora empresarial (Zucker et al., 1998, 2002a; Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2005; Roach y Sauermann, 2010; Fritsch y Krabel, 2012; Tzabbar et al., 2013). Este conocimiento llega a las empresas a través de distintos medios que incluyen la movilidad de doctores hacia ellas.

Los estudios que analizan esta movilidad se han llevado a cabo en dos niveles: individual y empresarial. Los estudios a nivel individual en su mayoría analizan los factores que determinan la elección de los doctores de carreras en el sector privado (Enders, 2002; Bornmann y Enders, 2004; Stern, 2004; Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2005; Dietz y Bozeman, 2005; Roach y Sauermann, 2010; Mertens y Robken, 2013; Fritsch y Krabel, 2012; Canal, 2013; Sauermann y Roach, 2014). Los estudios a nivel empresarial se centran en dos aspectos: en primer lugar, qué determina la incorporación de doctores a las empresas (Herrera et al., 2010; García-Quevedo et al., 2011, 2012; Herrera y Nieto, 2015) y, en segundo lugar, qué efectos tiene su incorporación en la actividad innovadora empresarial (Deeds et al., 2000; Lacetera et al., 2004; Rothaermel y Hess, 2007; Rao et al., 2008; Tzabbar, 2009; Toole y Czarnitzki, 2009; Baba et al., 2009; Hess y Rothaermel, 2011; Herrmann y Peine, 2011; Ding, 2011; Al-Laham et al., 2011; Subramanian, 2012; Faems y Subramanian, 2013; Tzabbar et al., 2013; Subramanian et al., 2013). En este apartado se presentará y analizará la evidencia empírica en estos dos niveles.

## **2.1. ESTUDIOS A NIVEL INDIVIDUAL**

Los estudios empíricos realizados a nivel individual sobre la incorporación de los doctores a las empresas se han efectuado a nivel de estudiantes de Doctorado y de doctores graduados. Con respecto al primer grupo, se analizan principalmente los factores que influyen a la hora de seguir una carrera en el sector privado (Dany y Mangematin, 2004; Boardman y Ponomariov, 2009; Roach y Sauermann, 2010; Fritsch y Krabel, 2012).

En lo relativo al nivel de los doctores, se han analizado factores relacionados con la satisfacción y la independencia en la investigación (Sauermann y Stephan, 2010; Sauermann y Roach, 2014), la productividad científica (Dietz y Bozeman, 2005), el estatus laboral en la organización (Moguerou, 2001; Enders, 2002; Bornmann y Enders, 2004) y la localización geográfica de las empresas (Sumell et al., 2009). A continuación, se analizan los estudios empíricos a nivel individual, distinguiendo entre los estudios a nivel de estudiantes y los estudios a nivel de doctores graduados.

### **2.1.1. Estudios a nivel individual que analizan a estudiantes de Doctorado**

Los estudios empíricos a nivel de estudiantes de Doctorado tratan de determinar cuáles son los aspectos que influyen en el atractivo de los

estudiantes por seguir una carrera en el sector privado. Durante su formación, tienen poca información sobre los diferentes sectores –privado, público y académico– y un gran número de ellos no cuentan con planes de carrera al inicio de su formación doctoral (Dany y Mangematin, 2004). Es por ello que se ha señalado que este nivel de análisis podría no ser el más adecuado, debido a que existen factores que pueden influir en su elección por el sector de empleo (Mangematin, 2000; Fritsch y Krabel, 2012).

Ahora bien, es cierto que el punto de inflexión para tomar la decisión sobre la carrera profesional es la finalización de la formación doctoral, y aquellos científicos que consideran que la investigación que llevan a cabo posee alto valor comercial se sentirán más atraídos por el sector privado. Esto indica que estos científicos verán mayores oportunidades de explotar sus conocimientos en un entorno empresarial (Fritsch y Krabel, 2012).

La Tabla 2.1 recoge evidencia empírica de los estudios más recientes a nivel de estudiantes de Doctorado. Los objetivos y las principales contribuciones de estos estudios se exponen a continuación.

En un estudio realizado a 400 estudiantes de Doctorado de las áreas de ingeniería, ciencias biológicas y físicas de universidades de Estados Unidos, Roach y Sauermann (2010) analizaron el atractivo de los estudiantes de Doctorado por seguir una carrera en universidades, empresas establecidas y empresas de nueva creación. A diferencia de otros estudios, los autores examinaron el gusto por la ciencia de los estudiantes

Tabla 2.1. Estudios que analizan a Estudiantes de Doctorado

Autor	Objetivo	Período analizado	Muestra	Variable dependiente	Resultado
Roach y Sauerermann (2010)	Estudiaron el gusto por la ciencia y las preferencias de los estudiantes de doctorado por trabajar en el sector privado y el académico	2007	400 estudiantes EE.UU.	El atractivo de los estudiantes de doctorado por una carrera profesional: (1) en la universidad, (2) en una empresa establecida, (3) en la puesta en marcha de una empresa.	(1) Los estudiantes de doctorado con fuerte preferencia por los salarios, acceso a recursos para la investigación y por desarrollar la parte final de los proyectos de investigación, tienen preferencias por el sector empresarial. (2) Los estudiantes de doctorado con fuerte gusto por la ciencia, por la libertad de elegir sus proyectos de investigación y por el deseo de llevar a cabo investigación básica, tienen preferencia por un puesto en el sector académico.
Fritsch y Krabel (2012)	Estudiaron los factores que dan forma a las actitudes de los científicos por trabajar en el sector privado o por iniciar su negocio.	2007	1.127 estudiantes de doctorado y 1.204 investigadores postdoctorales Alemania	(1) El atractivo de trabajar en el sector privado. (2) El atractivo por emprender su negocio.	(1) Los científicos con experiencia previa en cooperación y que consideran que su investigación tiene alto potencial comercial, sienten gran atractivo por trabajar en el sector privado. (2) Las patentes están positivamente relacionadas con el atractivo por emprender su propio negocio.

\* Los estudios muestran la tendencia general encontrada en los resultados.

y las preferencias sobre los atributos laborales relacionados con el sector académico y el empresarial. El estudio concluyó que los estudiantes de Doctorado que se sentían atraídos por el sector industrial mostraron un gusto débil por la ciencia y preferían salarios altos, el acceso a recursos y deseaban llevar a cabo investigación y desarrollo en las fases finales del proceso innovador. Este perfil contrasta con el de estudiantes de Doctorado que mostraron habilidades para publicar, el deseo de llevar a cabo investigación básica y libertad para escoger proyectos de investigación. Estos últimos prefirieron seguir carreras en el sector académico. No obstante, el estudio señaló que debido a la escasez de puestos de trabajo en el mundo académico podrían verse forzados a seguir carreras en la industria.

Fritsch y Krabel (2012), en su estudio sobre el caso alemán, ampliaron las investigaciones realizadas anteriormente analizando el atractivo por el sector empresarial y por el deseo de emprender un negocio no solo de los estudiantes de Doctorado sino también de los doctores graduados que realizaban investigación postdoctoral. Los autores descubrieron que trabajar en el sector empresarial es una idea más atractiva para los estudiantes de Doctorado que para los investigadores postdoctorales. El estudio también reveló que aquellos científicos que consideraron que su investigación era idónea para su comercialización mostraban un alto atractivo por trabajar en el sector privado, al igual que aquellos que contaban con experiencia en este sector. También se demostró que la propensión a patentar de los

científicos estaba positivamente relacionada con el atractivo de emprender su propio negocio, pero no con el de trabajar en el sector privado. Por último, los científicos con experiencia laboral en el sector privado mostraron una alta propensión a continuar en él. En resumen, se vislumbra que el contacto previo con la industria fue determinante; mientras que un alto índice de publicaciones no lo fue.

### **2.1.2. Estudios a nivel individual que analizan las carreras de los doctores graduados**

A diferencia de los estudios anteriores, la evidencia a nivel de doctores graduados es más extensa y su enfoque de análisis difiere ampliamente en las características de los modelos y en los objetivos de investigación. Por esta razón, los estudios se agrupan en 3 categorías con la finalidad de facilitar su análisis.

La primera incluye los estudios que analizaron la incorporación de los doctores a las empresas como eje central de la investigación (Mangematin, 2000; Mangematin et al., 2000; Moguerou, 2001; Enders, 2002; Dany y Mangematin, 2004; Sumell et al., 2009; Lee et al., 2010). La segunda categoría reúne los estudios que analizaron la productividad en patentes y publicaciones de los doctores que se incorporaron al sector privado (Zucker et al., 2002; Dietz y Bozeman, 2005; Crespi et al., 2007; Lenzi, 2009; Sauermann y Cohen, 2010). La tercera categoría agrupa los

estudios que analizaron los salarios de los doctores que se incorporaron al sector privado (Stern, 2004; Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2005; Recotillet, 2007; Mertens y Rübken, 2012; Canal, 2013; Sauermann y Roach, 2014).

En el siguiente subapartado, se presentan cronológicamente los estudios de la primera categoría. Los referentes a la segunda y la tercera categoría se describen más adelante.

#### 2.1.2.1. Estudios sobre la incorporación de doctores al sector privado

Gran parte de los estudios en este grupo analizaron los factores que influyen en la decisión del doctor de incorporarse a este sector. Utilizaron como variable dependiente, en primer lugar, el tipo de afiliación que tiene el doctor con la empresa –contrato indefinido, contrato temporal o desempleado– y, en segundo lugar, su estatus laboral. En general, los estudios se realizaron en muestras reducidas y homogéneas de científicos en áreas de ingeniería (Mangematin, 2000) y ciencias sociales (Mangematin et al., 2000) que en el momento de la investigación estaban trabajando en el sector empresarial o se encontraban en busca de empleo.

En la Tabla 2.2 se recogen los estudios de este grupo y, a continuación, se presentan los principales resultados obtenidos.



Tabla 2.2. Estudios sobre la incorporación de doctores a las empresas

Autor	Objetivo	Período analizado	Muestra	Variable dependiente	Resultado
Mangematin (2000)	Analizó los criterios de contratación de los doctores en el sector privado y académico.	1984-1996	400 doctores menores de 35 años, del área de ingeniería  Francia	(1) Doctores con trabajo indefinido en el sector privado. (2) Doctores con trabajo indefinido en el sector académico. (3) Doctores con contrato de duración determinada y desempleados.	(1) Los doctores que durante su formación doctoral participaron en cooperación con el sector privado facilita su incorporación a este sector. (2) Los doctores que se incorporaron al sector académico revelaron unos altos índices de publicaciones.
Mangematin, Mandran y Crozet (2000)	Analizaron los factores que determinaron la contratación de doctores en el sector privado y académico.	1984-1996	201 doctores del área de ciencias sociales  Francia	(1) Doctores con contrato permanente en el sector académico. (2) Doctores con contrato permanente en el sector público y privado. (3) Doctores con contrato temporal y desempleados.	(1) Los doctores son formados para realizar investigación académica y no investigación en general. En este sentido, a los doctores se les dificulta encontrar trabajo en el sector privado, ya sea en puestos relacionados a la investigación o fuera de ella.
Moguérou (2001)	Analizó las competencias de los científicos con formación doctoral y cómo influyen en el mercado laboral.	1994-1999	1,785 doctores del área de ciencias biológicas, química, astronomía, geología, informática, ingeniería y electrónica, menores de 35 años  Francia	(1) Doctores con trabajo permanente en puestos de alto nivel en el sector público, privado y académico. (2) Doctores con trabajo permanente en puestos de bajo nivel. (3) Doctores con trabajo temporal. (4) Doctores desempleados.	(1) Los doctores revelaron tener bajas perspectivas en el mercado laboral en general. (2) Los doctores que durante su formación doctoral trabajaron en el sector privado cuentan con menor dificultad para conseguir empleo en este sector. (3) Las empresas estarán más interesadas en los doctores que posean un grado en ingeniería, principalmente por las competencias que poseen.

Tabla 2.2. Continuación

Autor	Objetivo	Periodo analizado	Muestra	Variable dependiente	Resultado
<b>Enders (2002)</b>	Analizó como influyeron la formación doctoral en la transición de una carrera profesional.	1979-1990	2.244 doctores de las áreas de biología, económicas, ingeniería, filología alemana, matemáticas y ciencias sociales	(1) Empleo de los doctores dentro o fuera del sector académico y la investigación. (2) El nivel jerárquico del puesto. (3) Ingresos. (4) Nivel de satisfacción con su carrera profesional.	(1) Los doctores tienen mayores ventajas para conseguir empleo y obtener elevados puestos jerárquicos que los graduados universitarios. (2) La formación de los padres y los antecedentes socioeconómicos son determinantes para el acceso al doctorado sin embargo, no influyen en su carrera profesional.
<b>Dany y Mangematin (2004)</b>	Analizaron los planes de carrera profesional que tienen los doctores y la legitimidad de las promesas de empleabilidad en el sector académico y privado.	1988-1998	652 doctores del área de ciencias biológicas  Francia	Empleo de los doctores en el sector académico y privado.	(1) Los doctores parecen no tener bien definidos sus planes de carreras adaptando su carrera en función de las oportunidades que se les presentan. (2) Las promesas de empleabilidad son más reales y legítimas en el sector privado. (3) La colaboración previa con el sector privado tiene efecto positivo en la contratación de doctores.
<b>Sumell, Stephan y Adams (2009)</b>	Analizaron los factores que influyeron en la incorporación de doctores al sector privado en la misma área metropolitana o comunidad autónoma donde realizaron su formación doctoral.	1997-1999	10,121 doctores  EE. UU.	(1) Contratación del doctor en la misma comunidad autónoma donde realizó su doctorado. (2) Contratación del doctor en la misma zona metropolitana donde realizó su doctorado.	(1) Los doctores de las áreas de agricultura, ingeniería, química, informática y de ciencias es más probable que abandonen su comunidad en busca de trabajo. (2) Las áreas metropolitanas con elevado índice de patentes y gasto en I+D son más propensas a retener a los doctores recién egresados.

Tabla 2.2. Continuación

Autor	Objetivo	Periodo analizado	Muestra	Variable dependiente	Resultado
Lee, Miozzo y Laredo (2010)	Analizaron en que medida las competencias adquiridas durante el doctorado son consideradas valiosas en las carreras profesionales.	1998-2001	102 doctores de las áreas de ingeniería y física  Reino Unido	Los tipos de carreras: (1) Doctores que trabajan en investigación en el sector público y en el sector académico.  (2) Doctores que trabajan en investigación y en producción en el sector manufacturero.  (3) Doctores trabajando en puestos no relacionados a la investigación.	En general, los diferentes tipos de habilidades y conocimientos adquiridos durante la formación son considerados como adecuados para que puedan desempeñar labores en investigación o fuera de ella tanto en el sector privado como en el sector académico. Encontrando un efecto positivo en las habilidades analíticas y en la capacidad de resolver problemas en doctores de las áreas de ingeniería y física.

\* Los estudios muestran la tendencia general encontrada en los resultados.

El estudio de Mangematin (2000) es uno de los primeros estudios empíricos sobre el mercado de trabajo de los doctores y su trayectoria profesional en el sector empresarial. El estudio incluye, para el caso francés, a doctores del área de ingeniería de la Universidad de Grenoble. El estudio concluyó que la calidad científica de los doctores influyó en gran medida en los criterios de contratación para el sector académico. Además, mostró que la incorporación de doctores a un puesto permanente en el sector privado, independientemente de que desempeñen funciones de investigación o no, está relacionada con la colaboración previa con este sector durante su formación doctoral.

Resultados similares fueron obtenidos por Mogue rou (2001), quien ratificó la influencia del contacto previo de los doctores con la industria que les proporciona competencias y conocimientos especialmente valiosos. En una muestra de doctores en Francia, el estudio analizó cómo influyeron las competencias adquiridas durante su formación. El autor concluyó que el ingreso de los doctores a puestos de trabajo en ciencia y tecnología estaba determinada por el área de conocimientos y por las perspectivas del mercado laboral. Las empresas estaban más interesadas en contratar doctores en ingeniería.

El trabajo realizado por Mangematin et al. (2000) para el caso francés, al igual que el primer estudio analizado en este apartado, empleó la misma fuente de datos: doctores egresados de la Universidad de Grenoble. Sin embargo, se centr  en doctores del área de ciencias

sociales, así como los factores que influyeron en sus carreras profesionales dentro y fuera de la universidad. Se concluyó que los doctores estaban capacitados para realizar investigación académica y no aplicada y, por lo tanto, tuvieron dificultades para encontrar trabajo fuera del sector académico. Como resultado, fueron incapaces de obtener valor de su formación doctoral en el sector privado.

En contraposición con los estudios anteriores, el de Enders (2002) analizó la formación doctoral y su impacto en las carreras profesionales en Alemania. Se examinó la influencia de cinco grupos de variables: 1) indicadores de antecedentes socioeconómicos –nivel de estudios y estatus profesional de los padres–; 2) indicadores de la formación previa; 3) indicadores del éxito profesional; 4) indicadores de la formación doctoral; 5) indicadores de la vida profesional. Se obtuvieron varias conclusiones: 1) las perspectivas de mercado laboral son claramente más favorables para los doctores de las áreas de ingeniería eléctrica y de ciencias económicas-empresariales y menos para los de las áreas de biología y filología alemana; 2) los doctores tuvieron una mayor ventaja en su incorporación al mercado laboral que los graduados universitarios de segundo ciclo; 3) los doctores tendrían un estatus laboral más alto y podrían obtener ascensos más rápido que los graduados universitarios; 4) los indicadores de los antecedentes socioeconómicos no tuvieron impacto en la decisión de los doctores de incorporarse a un sector en particular. Pese a ello, estos indicadores sí influyeron en la decisión de los graduados universitarios para decidirse a obtener el grado de doctor.

Dany y Mangematin (2004) entrevistaron a doctores recién egresados y a estudiantes de Doctorado del área de biología en Francia y analizaron sus preferencias por el sector industrial y el académico. La investigación reveló que los estudiantes de Doctorado contaban con poca información sobre las opciones profesionales, por consiguiente, no tenían bien definido su plan de carrera. Muchos de los doctores definieron la dirección de su carrera profesional en función de las oportunidades que se les presentaron. Para conducir su investigación, los autores analizaron la incorporación de los estudiantes a equipos de investigación y la relación de estos con las promesas de empleabilidad en la industria y en la academia. Los resultados fueron los siguientes: 1) el principal problema de las promesas de empleabilidad es su legitimidad y que estas son más reales en el sector privado que en el académico; 2) la colaboración con la industria durante su formación fue decisiva para conseguir empleo en este sector, permitiéndoles acumular conocimiento; 3) la formación que adquirieron los estudiantes de Doctorado en las universidades fue diseñada para trabajar en el sector académico, limitando su incorporación al sector privado.

El estudio realizado por Sumell et al. (2009), a diferencia de la evidencia revisada en este capítulo, tuvo en cuenta la influencia de la proximidad geográfica en la incorporación de los doctores a las empresas. En este caso, la variable dependiente tomó el valor de 1 cuando el doctor obtuvo un contrato laboral en una empresa ubicada en la misma región de la universidad donde cursó su formación doctoral y 0 en caso contrario. Se reveló que la presencia de una gran universidad no

garantizó las oportunidades suficientes de trabajo en el sector industrial para retener a todos los doctores de ingeniería y ciencias formados localmente y que solo el 30% de los doctores contratados por las empresas permanecen en la misma región. Asimismo, se concluyó: 1) los doctores de los programas de Doctorado mejor valorados son a menudo los que tienen mayor probabilidad de incorporarse a empresas de otras regiones; 2) las regiones más innovadoras, con mayores índices de patentes y de gasto en I+D, tienen mayor probabilidad de retener a los doctores egresados de las universidades cercanas.

Finalmente, en su estudio, Lee et al. (2010) examinaron en qué medida las competencias adquiridas en la formación doctoral son valiosas para elegir una carrera profesional en el sector empresarial o en el público. Se incluyeron 7 grupos de variables para determinar los conocimientos y habilidades obtenidos durante la formación doctoral: 1) conocimientos específicos; 2) conocimientos generales; 3) aplicación de tecnologías de la información; 4) capacidad de análisis; 5) habilidades de redacción; 6) habilidades de gestión de proyectos; 7) capacidad para resolver problemas. Los autores concluyeron que el sector industrial se ha convertido en la principal fuente de empleo para los doctores en el Reino Unido. Por su parte, los doctores de las áreas de ciencia e ingeniería contribuyen a la producción y absorción del conocimiento a través de diversas opciones de carreras y roles que ejercen en la economía, que van desde las ventas, la dirección y la consultoría hasta el desarrollo de *software*, entre otros. Las habilidades y conocimientos

adquiridos en la formación en general son eficaces y adecuados para que los doctores puedan desempeñar una carrera profesional en el sector académico y en el privado.

#### 2.1.2.2. Estudios que analizan la productividad de los doctores que se incorporaron al sector privado

Estos estudios analizaron la influencia de la productividad de los doctores en la movilidad hacia el sector privado. Este tipo de análisis ha recibido críticas en la literatura (Lenzi, 2009) principalmente por la naturaleza de sus datos y por el modo de identificar la movilidad del científico hacia el sector privado. En general, esta movilidad se establece a partir del estudio de los cambios en la filiación del científico en las patentes (Crespi et al., 2007; Lenzi, 2009; Sauermann y Cohen, 2010) y publicaciones (Zucker et al., 2002a), de manera que un cambio representa esta movilidad. Este método tiene la limitación de no poder identificar la fecha exacta de la movilidad del científico. La Tabla 2.3 recoge los estudios presentados en un orden cronológico. En general, se observa que los estudios coinciden en concluir que existe una fuerte relación entre la productividad individual, medida en términos de patentes, y la movilidad de los científicos (Zucker et al., 2002; Dietz y Bozeman, 2005; Crespi et al., 2007; Lenzi, 2009). Sin embargo, no hallaron consenso cuando se analizó la influencia de la productividad en las publicaciones y su relación con la movilidad (Zucker et al., 2002a; Dietz y Bozeman, 2005).



Tabla 2.3. Estudios sobre la productividad de los doctores que se incorporaron a las empresas

Autor	Objetivo	Periodo analizado	Muestra	Variable dependiente	Resultado
Zucker, Darby y Torero (2002)	Estudiaron la movilidad total o parcial de científicos académicos al sector privado.	1982-1994	327 científicos del área de biotecnología.	Movilidad de los científicos estrella a las empresas (determinada por el cambio en la filiación del científico en las publicaciones y patentes).	<p>(1) Los científicos estrella con alta calidad de capital intelectual realizaron movilidad laboral del sector académico al sector privado con mayor velocidad.</p> <p>(2) Los científicos estrella tienen mayores posibilidades de realizar movilidad si hay más empresas del sector de biotecnología en la región.</p> <p>(3) El tamaño de las redes científicas de las universidades incrementaron la movilidad de los científicos al sector privado.</p>
Dietz y Bozeman (2005)	Analizaron las carreras de los científicos en el sector industrial, académico y público y su relación con la productividad.	1972-1993	1,200 doctores de distintas áreas.  EE. UU.	Doctores trabajando en el sector industrial, académico y público.	<p>(1) A mayor productividad en publicaciones menor es la movilidad de los científicos al sector privado.</p> <p>(2) Los científicos que han dedicado su carrera profesional a la industria revelaron tener una mayor tasa de productividad en patentes.</p> <p>(3) Las subvenciones del gobierno están positivamente relacionadas a la productividad de publicaciones y negativamente relacionadas a la productividad en patentes.</p>

Tabla 2.3. Continuación

Autor	Objetivo	Periodo analizado	Muestra	Variable dependiente	Resultado
Crespi, Geuna y Nesta (2007)	Analizaron los diferentes factores que determinaron la movilidad de los científicos académicos.	1993-1997	230 científicos de las áreas de ingeniería eléctrica, mecánica, instrumentación y química	La movilidad laboral del científico a un puesto fuera del sector académico (determinada por el cambio de filiación del científico en las patentes).	(1) Los científicos académicos son más propensos de realizar movilidad al sector privado en los primeros años después de concedida una patente. (2) Los científicos académicos dependen fuertemente de las características tecnológicas de la nación para desarrollar su productividad.
Lenzi (2009)	Examinó los patrones de movilidad laboral de los científicos.	1990-2000	106 científicos  Italia	La movilidad laboral del científico al sector privado y académico (determinada por el cambio de filiación del científico en las patentes y comprobada en su curriculum vitae).	(1) El estudio reveló una relación positiva entre la movilidad de los científicos y la productividad. (2) Las patentes de los científicos raras veces condicionan sus trayectorias profesionales.

\* Los estudios muestran la tendencia general encontrada en los resultados.

Los estudios de Zucker y sus colegas (1998, 2001, 2002a, 2002b) han gozado de una amplia difusión gracias al uso del término “científico estrella” (*star scientist*) y a la importancia otorgada a los procesos de transferencia de conocimiento de la universidad a la empresa en el sector biotecnológico en Estados Unidos. En su estudio del 2002a, Zucker et al. realizaron un análisis de la movilidad de los científicos académicos hacia las empresas. La productividad de los científicos se midió con el número de citas recibidas de sus publicaciones. Se arrojaron las siguientes conclusiones: 1) la participación en redes científicas fuera del sector académico y su tamaño incrementaron la movilidad de los científicos; 2) los científicos académicos que contaban con una mayor calidad de capital humano y una elevada productividad presentaron un mayor índice de movilidad hacia las empresas de su región; 3) aquellos con mayores índices de productividad fueron más visibles para las empresas que buscaban contratar personal altamente cualificado.

El estudio de Dietz y Bozeman (2005), a excepción de otros estudios, analizó conjuntamente la influencia de la productividad en patentes y publicaciones de los doctores que trabajaban en los sectores industrial, académico y gubernamental. Uno de cada seis encuestados se encontraba trabajando en el sector industrial. Se concluyó lo siguiente: 1) los cambios de empleo del sector académico al privado, o viceversa, conducen a un aumento del número de publicaciones; 2) las subvenciones influyeron en la productividad de manera que aumentaron el número de publicaciones y

redujeron el de patentes; 3) los doctores que obtuvieron financiación de empresas consiguieron un índice mayor de patentes.

En el estudio de Crespi et al. (2007), se utilizaron datos de patentes de seis países de la Unión Europea: Francia, Alemania, Italia, Holanda, España y Reino Unido. Los autores identificaron la movilidad de los científicos cuando observaron que un científico tenía al menos dos patentes asignadas a organizaciones distintas. Se concluyó que los científicos con patentes de alto valor comercial tenían una alta probabilidad de movilidad hacia las empresas. Igualmente, se reveló que las características de los países influyeron en la movilidad y que los científicos más jóvenes –con menos experiencia– mostraron tendencia a cambiar de empleo después de la concesión de su patente.

Por su parte, el estudio de Lenzi (2009) ofrece importantes contribuciones a la evaluación de la movilidad de los científicos hacia las empresas. Empleó como fuente de datos, encuestas, *currículum vitae* e información de patentes (Patval). Los datos utilizados para el análisis fueron más exactos que los obtenidos por estudios anteriores, porque controlaron eficientemente el cambio de trabajo de los científicos académicos al encuestar a los científicos que tenían dos o más patentes. El autor concluyó que las opciones de movilidad de los científicos están impulsadas principalmente por factores individuales como su edad, la ubicación geográfica y la productividad, siendo este último el factor de mayor impacto en la propensión a cambiar de trabajo.

### 2.1.2.3. Estudios que analizan los salarios de los doctores que se incorporaron al sector privado

Para finalizar la revisión, en este grupo se incluyen estudios que analizaron los salarios de los doctores en el sector privado (Stern, 2004; Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2005; Recotillet, 2007; Mertens y Röbbken, 2013, Canal, 2013; Sauermann y Roach, 2014). Persiguen tres objetivos: 1) determinar la relación entre el salario y el interés por el trabajo en el sector privado; 2) comparar los salarios de los doctores por género; 3) comparar el salario de los doctores con el obtenido por graduados universitarios. La Tabla 2.4 presenta cronológicamente los estudios en este campo.

Stern (2004) analizó cómo influyeron los salarios de los doctores en biología en la decisión de incorporarse a trabajar en el sector privado. En su estudio para el caso estadounidense, el autor incluyó las ofertas de trabajo recibidas por el doctor procedentes de empresas establecidas y de nueva creación, la Administración Pública, los centros médicos, las universidades y las ofertas de postdoctorado. A pesar de la reducida muestra utilizada –107 doctores–, los resultados permitieron concluir que las ofertas de empleo de las empresas orientadas a la investigación están relacionadas con salarios más precarios y que los doctores con gusto por la ciencia prefirieron carreras orientadas a dar continuidad a la investigación.

Tabla 2.4. Estudios sobre los salarios de los doctores que se incorporaron al sector privado

Autor	Objetivo	Periodo analizado	Muestra	Variable dependiente	Resultado
Stern (2004)	Analizó la relación que existe entre los salarios y la orientación científica de los doctores incorporados al sector privado.	1998-1999	107 doctores del área de biología  EE. UU.	El salario de referencia asociado a cada oferta de empleo que recibieron los doctores.	(1) La orientación científica de las empresas que contrataron a doctores se encontró asociada a bajas compensaciones monetarias. (2) Los doctores con gusto por la ciencia prefirieron carreras orientadas a dar continuidad a la investigación.
Cruz-Castro y Sanz-Menéndez (2005)	Estudiaron los patrones de movilidad, los salarios y los resultados innovadores de los doctores que trabajaron en las empresas.	1997-2001	373 doctores de las áreas de ciencias naturales, ciencias médicas, ingeniería y ciencias agrícolas  España	El salario de los doctores.	(1) Los doctores que trabajaron en el sector privado no revelaron desajuste entre la formación doctoral y sus funciones en el trabajo. (2) Los doctores tanto hombres como mujeres tienen similares expectativas y preferencias por el sector privado. (3) Los doctores mujeres contratadas en las empresas ganan salarios más precarios y su progresión es menor que los doctores varones.
Recotillet (2007)	Evaluó la influencia del postdoctorado en los salarios de los científicos que se incorporaron al sector privado.	1999	685 doctores de las áreas de química, matemáticas, ciencias naturales, ingeniería y mecánica  Francia	(1) El salario que ganaron los científicos 3 años después de terminado su doctorado. (2) Los científicos con doctorado y postdoctorado que son contratados en el sector privado.	(1) Los científicos con postdoctorado revelaron un efecto negativo en su incorporación al sector privado. (2) No encontraron efectos significativos entre los salarios de los científicos con postdoctorado y su incorporación al sector privado.

Tabla 2.4. Continuación

Autor	Objetivo	Periodo analizado	Muestra	Variabile dependiente	Resultado
<b>Mertens y Röbbken (2012)</b>	Examinaron las diferencias de los salarios y las horas de la jornada laboral de los doctores comparándola con los graduados universitarios.	2006	11.319 doctores de las áreas de ciencias sociales, ciencia naturales, humanidades, economía, derecho e ingeniería  Alemania	El logaritmo del salario neto por hora.	(1) Los doctores de todas las áreas analizadas revelaron un efecto positivo en los ingresos, mostrando mayor significatividad en las áreas de economía y derecho. (2) Los doctores de las áreas de economía, derecho y ciencias sociales trabajan más horas que los graduados universitarios de las mismas áreas.
<b>Canal (2013)</b>	Estudió la satisfacción laboral de los doctores de los sectores académico, público y privado relacionándola con distintos intervalos de ingresos.	1990-2006	12.193 doctores de las áreas de ciencias naturales, médicas, sociales, agrícolas, ingeniería y humanidades  España	La satisfacción laboral por intervalos de salario.	(1) Los doctores revelaron un mayor grado de satisfacción laboral a contribuir con mejorar el bienestar de la sociedad. (2) Los doctores en general percibieron bajos ingresos y en muchos de los casos desempeñan funciones que no se ajustan directamente a las habilidades y competencias adquiridas en su formación. (3) Los doctores que trabajan en el sector público pueden no satisfacer sus deseos laborales e intelectuales.
<b>Sauermann y Roach (2014)</b>	Estudiaron el gusto que tienen los doctores por la ciencia y su relación con los salarios.	2010	1.927 doctores  EE. UU.	(1) El precio por publicar (2) Compensación mínima inicial para aceptar un trabajo que les permite publicar. (3) Compensación mínima inicial para aceptar un trabajo que no les permite publicar.	(1) Los doctores que asignaron valores más bajos a publicar son más propensos a buscar puestos laborales en I+D en la industria. (2) Los doctores con gusto por la ciencia, demandaron mayores salarios en los puestos que no les permitía publicar.

\* Los estudios muestran la tendencia general encontrada en los resultados.

Recotillet (2007) realizó un análisis del caso francés para determinar la relación entre la formación postdoctoral y los salarios de los científicos que se incorporan al sector privado. El estudio concluyó que los doctores en las áreas de ingeniería y ciencias que recibieron financiación del sector privado se sintieron más atraídos por él. Por otro lado, reveló que una cuarta parte de los doctores realizó un postdoctorado y de ellos solo un 20% se incorporó al sector empresarial. Por tanto, los resultados mostraron que la formación postdoctoral se adapta mejor al criterio de trabajo en el sector académico, ya que tenerla no fue determinante para incorporarse al sector privado.

Recientemente, el estudio de Mertens y Röbbken (2012) sobre el caso alemán analizó las diferencias en los salarios y la jornada laboral entre doctores y graduados universitarios, teniendo en cuenta las áreas de conocimiento. Los autores argumentaron que los doctores de diversas áreas obtienen capital intelectual específico de su área de conocimiento lo que les califica para ocupar diferentes puestos de trabajo y obtener diferentes niveles de ingreso en las empresas. Se utilizó como variable dependiente el logaritmo de salarios por hora. Además, el estudio incluyó variables empresariales como el tamaño de la empresa y el sector –servicios, producción y comercial–. Los resultados mostraron que: 1) los doctores en economía y derecho trabajaron más horas que los graduados universitarios; 2) los salarios de los doctores fueron mayores que los obtenidos por los graduados universitarios y aún más altos en el caso de los doctores en economía y derecho. Esto último ocurre porque estos



individuos son más propensos a ocupar puestos de dirección y gestión dentro del sector empresarial; 3) el tamaño de la empresa tuvo un efecto positivo sobre el salario de los doctores y trabajar en el sector de la producción mejoró ligeramente los salarios por hora de los doctores.

El estudio de Sauermann y Roach (2014) para el caso americano utilizó una perspectiva distinta, ya que analizó la relación entre el gusto que tienen los doctores por la ciencia y sus ingresos. Se compararon los salarios de los puestos de trabajo que permitían publicar con aquellos que no lo hacían. Como variable dependiente establecieron el precio por publicar, como la diferencia entre el salario que el doctor está dispuesto a percibir en un puesto de trabajo en la industria que le permite publicar frente a otro en el que esto no es posible. El estudio concluyó que los doctores con gusto por la ciencia le otorgaron un mayor valor a las publicaciones y demandaron mayores salarios en puestos de trabajo donde no se les permitía publicar. En cambio, los doctores con menor habilidad para publicar es más probable que busquen oportunidades de empleo en la industria.

En la última década en España se han realizado estudios sobre los salarios de los doctores, entre los que destacan los de Cruz-Castro y Sanz-Menéndez (2005) y Canal (2013). Cruz-Castro y Sanz-Menéndez (2005) analizaron los incentivos de los doctores por seguir una carrera en el sector empresarial frente a una en el académico, empleando datos procedentes del Programa IDE (Programa de Incorporación de Doctores en España). Se utilizaron dos grupos de indicadores: el primero incluyó

información de las características individuales y de las relacionadas con la trayectoria laboral y, el segundo, incluyó variables relacionadas con las empresas que incorporaron doctores. Los autores encontraron poca relación entre los factores económicos y la decisión de los doctores de incorporarse al sector empresarial. Asimismo, los resultados mostraron que los rendimientos económicos y las opciones de conseguir un trabajo en investigación en el sector privado son significativamente diferentes en función del género. Finalmente, se concluyó lo siguiente: 1) el sector académico está dejando de ser la principal fuente de trabajo para los doctores, que consideran que el sector privado es una opción de empleo estable y una forma de rentabilizar su inversión educativa; 2) la formación doctoral se ajusta a los requerimientos del trabajo de I+D en el sector privado; 3) las publicaciones y las patentes están positivamente relacionadas con la contratación de doctores en empresas con poca capacidad de absorción.

Canal (2013) analizó los ingresos y la satisfacción laboral de los doctores en el sector privado, público y académico, empleando la *Encuesta sobre Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología* del año 2006. Para poder medir la satisfacción laboral de los doctores, realizó una media aritmética de las respuestas sobre la satisfacción del trabajador respecto a los ingresos, la estabilidad laboral, la localización, las condiciones laborales, las oportunidades para promocionar, los retos intelectuales, la responsabilidad, la contribución a la sociedad, el estatus y el grado de independencia. Al relacionar la satisfacción laboral con los salarios obtuvo

como resultado que cuanto mayores son los ingresos mayor es la satisfacción en el trabajo. Sin embargo, el autor concluyó que los doctores que desempeñaron funciones principalmente administrativas y de gestión percibieron ingresos bajos y que sus funciones no se ajustaban directamente a las habilidades y competencias adquiridas en la formación doctoral. Es relevante mencionar que el componente de satisfacción laboral más valorado por los doctores de la muestra fue el deseo de contribuir a la mejora del bienestar de la sociedad, lo que va más allá de las condiciones laborales que las organizaciones les puedan brindar. Otro resultado revelador señala que los doctores en el sector público no lograron satisfacer sus deseos laborales e intelectuales y que la producción científica no generó satisfacción en el trabajador, lo cual refleja la poca estima que el mercado laboral y la sociedad tienen a la actividad científica en España.

En resumen, podemos concluir que los doctores que se incorporan a las empresas son científicos varones jóvenes, en la mayoría de los casos recién egresados de áreas de ingeniería, ciencias médicas y empresariales, interesados en percibir salarios elevados y acceder a recursos para su investigación. Durante su formación, han colaborado en investigación con el sector privado y desde etapas tempranas de su formación dirigen su investigación hacia la aplicación de su conocimiento y hacia el desarrollo tecnológico. De la misma forma, son doctores cuya investigación tiene un elevado valor comercial. En algunos casos, tienen concedida una o más patentes y desean rentabilizar su conocimiento.

## **2.2. LOS DOCTORES EN LAS EMPRESAS**

### **2.2.1. Enfoques teóricos sobre la importancia de los doctores en las empresas**

Las empresas, en su desafío diario por ser competitivas, no pueden desarrollar internamente todo el conocimiento que exige el continuo avance tecnológico (Gridley y Teece, 1997). En este contexto, las empresas se han visto en la necesidad de adquirir conocimiento externo, a través de distintas fuentes externas, como: a) licencias académicas, publicaciones y patentes (Lenzi, 2009); b) acuerdos de colaboración con otras empresas, gobiernos, institutos de investigación y universidades (Howells, 1999; Howells et al., 2003); y c) la movilidad parcial o total de científicos hacia el sector industrial (Zucker et al., 2002a). Las empresas acceden a estas fuentes de conocimiento para encontrar una solución a un problema específico (Zellner, 2002). En todas ellas, se requiere la participación de personal altamente cualificado. Sin embargo, se considera que la movilidad de científicos implica un mayor compromiso para la empresa (Zucker et al., 1998; Crespi et al., 2006; Thune, 2009; Faems y Subramanian, 2013).

La literatura señala que la contratación de científicos no es fácil y la transferencia de su conocimiento al sector empresarial supone costes de tiempo y dinero (Zellner, 2002). Kessler et al. (2000) explican que esta dificultad se produce porque la integración del conocimiento de los doctores no es inmediata debido a que requiere un tiempo de adaptación

al entorno comercial, durante el cual pueden surgir diversos factores que complican su integración en la base de conocimiento de la empresa.

A pesar de las dificultades, la literatura está de acuerdo en resaltar la aportación que los científicos contratados en las empresas hacen al progreso tecnológico (Zucker et al., 2002b; Zellner, 2003; Lam, 2007; Perkmann et al., 2011; García-Quevedo et al., 2012). Su importancia no solo radica en la transferencia del conocimiento y las habilidades que poseen, sino también en los roles que desempeñan en el proceso innovador (Lam, 2005; Rao et al., 2008; Baba et al., 2009; Toole y Czarnitzki, 2009; Subramanian, 2012; Tzabbar et al., 2013). Hay estudios que revelan que estos roles se desarrollan en las fases iniciales *–upstream–* y finales *–downstream–* del proceso innovador (Deeds et al., 2000; Rothaermel y Hess, 2007; Spithoven y Teirlinck, 2010; Subramanian et al., 2013; Herrera y Nieto, 2015). Por esta razón, la literatura ha utilizado un enfoque *upstream* y *downstream* del proceso innovador para entender y explicar las funciones que tiene el capital intelectual de las empresas en las diferentes fases de este proceso (Hess y Rothaermel, 2011). El rol que desempeñan los científicos en las etapas iniciales del proceso innovador se vincula con los procesos de generación y absorción del conocimiento, mientras que el rol de los científicos en las etapas finales del proceso innovador se asocia a la aplicación del conocimiento y al desarrollo tecnológico, que son aspectos relacionados con la explotación del conocimiento (Lavie y Rosenkopf, 2006). El trabajo de Herrera y Nieto (2015) identifica cinco roles de los doctores en el proceso innovador: 1) el rol de proveedores de

conocimiento, que deriva de su formación y su experiencia en la realización de investigación científica y tecnológica; 2) el rol integrador, ligado al concepto de la capacidad de absorción; 3) el rol conector, que permite a las empresas acceder a redes y comunidades de conocimiento científico; 4) el rol de solucionador de problemas que se presentan a las empresas en el desarrollo de innovaciones, en la mejora de productos o en la reducción de costes de producción; y 5) el rol orientado a la explotación del conocimiento y de oportunidades comerciales.

La existencia de estos roles ha contribuido a reforzar la idea de que los doctores son un recurso valioso y estratégico para las empresas, ya que poseen conocimientos y habilidades que son escasos y especializados, y, también, de difícil apropiación por otras empresas (Lam, 2005; Rao et al., 2008; Toole y Czarnitzki, 2009). En consecuencia, su incorporación en la empresa supone un elemento diferenciador frente a sus competidores (Tzabbar, 2009) y una ventaja competitiva (Agrawal, 2006).

Entender el origen diferenciador y estratégico de la contratación de doctores en las empresas innovadoras requiere del uso de distintos enfoques teóricos que expliquen la importancia de considerar las capacidades distintivas del capital humano. Uno de esos enfoques teóricos es **la Teoría de Recursos y Capacidades**, la cual proporciona las bases para el entendimiento del rol estratégico de estos recursos humanos y su trascendencia en las empresas.

El origen de la Teoría de Recursos y Capacidades, que se remonta a la década de los años 80, surge dentro de la literatura sobre Gestión Estratégica y su formulación se atribuye a Binger Wernerfelt (1984). Esta teoría plantea realizar un análisis interno de la organización basado en identificar el potencial de los recursos y las habilidades que poseen las empresas como soporte de la elección de estrategias de diferenciación para establecer ventajas competitivas.

En términos generales, esta teoría sostiene que las empresas presentan diferencias en cuanto a la dotación de recursos y capacidades a su alcance, siendo la heterogeneidad de los recursos humanos la que proporciona una identidad distinta a cada organización. Esta teoría destaca la relevancia de analizar los aspectos organizativos y de aprendizaje que dan lugar a capacidades colectivas que se obtienen mediante el desarrollo de rutinas organizativas (Navas y Guerras, 2002). Como resultado, el enfoque permite determinar las fortalezas y las debilidades de la organización.

La clasificación generalmente aceptada de los distintos recursos de la empresa diferencia los recursos tangibles de los intangibles. Los recursos tangibles se subdividen en físicos –máquinas, mobiliario, edificios, etc.– y financieros –dinero, derechos de cobro, etc. Dentro de los recursos intangibles están los recursos humanos y los no humanos –tecnológicos y organizativos– (Navas y Guerras, 2002). Entre ellos, el recurso humano es una de las fuentes de ventaja competitiva más importantes para la empresa en la actualidad.

Los recursos humanos son llamados a ser activos estratégicos, puesto que no se refieren a personas como tales, sino a sus conocimientos, experiencias, habilidades y capacidades, que explican cada vez más el éxito empresarial. Estas habilidades y capacidades son fuente de ventaja competitiva al cumplir las características que la teoría define; es decir, son recursos valiosos, escasos y difícilmente imitables o sustituibles por otras empresas.

**La Teoría de la Organización Basada en el Conocimiento** también atribuye a los científicos un rol diferenciador en las empresas. Una premisa básica de este enfoque indica que el conocimiento incorporado en los trabajadores o conocimiento tácito representa uno de los principales determinantes de las diferencias encontradas en el desempeño de las empresas (Teece, 1982; Kogut y Zander, 1992). Los grupos de científicos que trabajan en empresas se convierten en repositorios de conocimiento y de rutinas que no son fácilmente codificadas y son difíciles de transmitir e imitar (Teece et al., 1997). Como resultado, su conocimiento experto se convierte en fuente de innovación y ventaja competitiva.

Este enfoque también señala que los recursos humanos altamente cualificados son esenciales para las empresas que quieran adquirir habilidades organizativas dirigidas a recombinar conocimiento tecnológico de distintas fuentes. Esta recombinación es clave para conseguir ventajas competitivas y permite a las empresas obtener valor de la explotación de oportunidades que van más allá de sus trayectorias tecnológicas existentes



(Kogut y Zander, 1992). En este contexto, los doctores serían fundamentales para superar las dificultades que aparecen en los procesos de recombinação de conocimiento, ya que están en posición, por un lado, de reconocer y adoptar nuevo conocimiento (Cohen y Levinthal, 1990) y, por otro, de facilitar la conexión de la empresa con fuentes externas de conocimiento (Mowery et al., 1996). Este enfoque teórico también les atribuye a los científicos un rol determinante en los procesos de transferencia de conocimiento científico a las empresas, porque, gracias a su formación académica y al contacto con la comunidad científica, los doctores que trabajan en la industria facilitan el contacto y el entendimiento con el mundo académico y con las fuentes de conocimiento científico (Zucker et al., 1998, Lenzi, 2009).

Un naciente enfoque teórico denominado aprendizaje por la contratación *–learning by hiring–* resalta aún más la importancia de los científicos en los procesos de transferencia de conocimiento a las empresas. De acuerdo con este enfoque, la contratación de empleados altamente cualificados se considera una estrategia empleada por las empresas para obtener conocimiento desde fuentes externas (Almeida y Kogut, 1999; Rosenkopf y Almeida, 2003). Según Song et al. (2003), el estado del arte de las tecnologías es a menudo conocimiento tácito obtenido a través de la experiencia (Cohen y Levinthal, 1990) o el aprendizaje por el hacer *–learning by doing–* (Teece, 1982), lo que hace necesario contar con aquellos que lo poseen. El enfoque enfatiza el hecho de que ese conocimiento tácito es clave para el desarrollo de la

innovación y que la contratación facilita la difusión de ese conocimiento en la empresa (Singh y Agrawal, 2011). En este contexto, las empresas podrían apropiarse del conocimiento de otras a través de la contratación de su personal experto (Teece, 1982; Winter, 1987). Estudios en esta línea han mostrado que, cuando una empresa contrata científicos desde otras empresas o regiones, tiende a citar las patentes del antiguo empleador (Rosenkopf y Almeida, 2003). Esto es, las empresas construyen sobre el conocimiento previo de sus nuevos trabajadores. Igualmente, el enfoque indica que la contratación de personal experto expone a la empresa a nuevas ideas, prácticas y áreas de experticia (Song et al., 2003).

A pesar de la importancia que se atribuye a los científicos en los procesos de transferencia, en el enfoque también se ha advertido que solo la incorporación a la empresa no es garantía suficiente del aprovisionamiento de ese conocimiento tácito. Hay factores organizativos como el tamaño de la empresa o el hecho de seguir una trayectoria tecnológica dependiente *–path-dependent search–* que pueden facilitar u obstruir las habilidades de la empresa para asimilar el conocimiento que traen los nuevos trabajadores (Song et al., 2003).

El enfoque evolutivo del cambio tecnológico y el **enfoque sobre Sistemas Nacionales de Innovación (SIN)** también relacionan a los científicos en la empresa con el cambio tecnológico (Freeman, 1992; Patel y Pavitt, 1994; Freeman y Soete, 1997). A pesar de que también

reconocen la relevancia de los recursos humanos altamente cualificados en la transferencia de conocimiento entre los distintos agentes del sistema de innovación, el enfoque de los SIN es probablemente el único que establece una relación directa entre la contratación de científicos y el desempeño innovador de las empresas. En él se declara que no todos los científicos tienen conocimiento o *background* del mismo tipo y, por lo tanto, se observa una heterogeneidad en el conocimiento que ellos poseen y que tiene repercusiones en la actividad innovadora empresarial. Así, se ha demostrado que los científicos con conocimiento heterogéneo derivado de sus experiencias en distintos campos de investigación y universidades serían más útiles para las empresas a la hora de obtener innovaciones radicales (Herrmann y Peine, 2011). Sobre estos supuestos surge toda una corriente de estudios que analiza el impacto de esa heterogeneidad, llegando a establecerse que los doctores difieren no solo en términos de su disciplina, sino también de su productividad (Zucker et al., 2002), su gusto por la ciencia *–taste for science–* (Roach y Sauermann, 2010), su orientación investigadora (Baba et al., 2009) y su proximidad al conocimiento de la empresa (Tzabbar, 2009).

Aunque estos enfoques subrayan que la incorporación de doctores es esencial en los procesos de transferencia de tecnología y contribuyen a formar la capacidad de absorción de las empresas, no explican cómo las empresas pueden obtener ventajas de su incorporación en el proceso innovador. En conclusión, no hay un marco teórico que permita establecer bajo qué condiciones la contratación de doctores da lugar a

una significativa transformación de la actividad innovadora de las empresas. Las investigaciones recientes se dividen en dos grupos. El primero está dirigido a estudiar los factores que determinan la contratación de doctores; y el segundo, su efecto en la actividad innovadora de las empresas. A continuación, se analizan estos dos grupos de estudios y se presentan las hipótesis de la investigación.

### **2.2.2. Factores que determinan la contratación de doctores en la empresa**

El primer grupo de estudios es muy escaso a causa de la falta de un marco teórico que facilite el estudio de la demanda de doctores y a la ausencia de bases de datos que permitan analizar su contratación (Deeds et al., 2000; Rao et al., 2008; García-Quevedo et al., 2012). A pesar de ello, la evaluación de los factores que determinan la contratación resulta clave para identificar el mercado de trabajo de los doctores a través del perfil de empresas que los contratan y para determinar cuáles son los efectos que tiene su incorporación en los *inputs* y *outputs* del proceso innovador de las empresas.

Los estudios a nivel individual que han analizado las carreras de los doctores emplean algunas características empresariales para definir el perfil de empresas contratantes (Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2005; Mertens y Röbbken, 2013). Estos estudios concluyeron que poseer un

departamento de I+D en la empresa, el sector industrial y el tamaño eran determinantes en la movilidad hacia la empresa. Por lo que sabemos, solo cuatro estudios analizaron empíricamente los factores que influyeron en la contratación de científicos en el sector privado. La Tabla 2.5 recoge estos estudios, que en su mayoría tienen la peculiaridad de haber sido realizados con datos de empresas y de científicos altamente cualificados en España. Los estudios analizados más abajo se encuentran en el mismo apartado porque poseen características similares, entre las que podemos destacar, además de la identificación de características estructurales de las empresas, la utilización de la contratación de científicos o de doctores como variable dependiente y eje principal de la investigación.

El estudio realizado por Herrera et al. (2010) analizó la contratación de investigadores por las empresas y sus efectos en el proceso innovador de las mismas. Así, se reveló que las empresas contrataban estos recursos humanos para incrementar su base de conocimiento, generar una mayor capacidad de absorción y obtener beneficios económicos del conocimiento científico. La integración del conocimiento del investigador contratado no fue automática ni inmediata, puesto que los resultados comenzaron a manifestarse un tiempo después de la incorporación. Finalmente, se concluyó que las empresas de gran tamaño en sectores de alta tecnología y con un alto grado de organización en su actividad innovadora tuvieron una mayor propensión a contratar científicos.

Tabla 2.5. Estudios sobre las características estructurales de las empresas que contrataron doctores

Autor	Objetivo	Periodo analizado	Muestra	Variable dependiente	Resultado
Herrera, Muñoz-Doyague y Nieto (2010)	Analizaron la transferencia de conocimientos a través de la contratación de personal del sistema público de I+D a las empresas y sus efectos en los inputs y outputs del proceso innovador.	1999-2001	70 empresas.  España	El personal del sistema público de I+D contratado por las empresas.	(1) El conocimiento que aportan los científicos que son contratados por las empresas tiene un efecto positivo en los inputs y outputs del proceso innovador. (2) Estos efectos se producen en empresas de gran tamaño en sectores de alta y media tecnología y con alto grado de organización de su actividad innovadora. (3) El efecto de la contratación de científicos no es automático.
García-Quevedo, Mas-Verdú y Polo-Otero (2011)	Analizaron los determinantes de la demanda de empleados en I+D con diferentes niveles educativos en las empresas.	2004-2006	198 empresas de la Comunidad Valenciana.  España	El nivel educativo del personal en I+D contratado por las empresas.	(1) La demanda de doctores en las empresas está positivamente relacionada al esfuerzo en I+D, la existencia de un departamento de I+D y la contratación previa de un doctor. (2) Las empresas que tuvieron una estrecha cooperación con universidades mostraron una mayor propensión a contratar doctores para sus actividades de I+D.

Tabla 2.5. Continuación

Autor	Objetivo	Periodo analizado	Muestra	Variable dependiente	Resultado
García-Quevedo, Mas-Verdú y Polo-Otero (2012)	Analizaron los determinantes de la demanda de doctores en el sector privado.	2004-2006	198 empresas de la Comunidad Valenciana.  España	(1) Las empresas que prefieren personal de I+D con grado de doctor para sus futuras contrataciones. (2) Las empresas que consideran valiosa la contratación de un doctor.	(1) Las empresas que cooperaron con universidades tuvieron una mayor propensión a contratar doctores. (2) Las empresas que cuentan con personal con grado doctoral tienen una mayor probabilidad de realizar nuevas incorporaciones de doctores. (3) El esfuerzo en I+D, la existencia de un departamento de I+D y el gasto en el desarrollo de nuevos productos tienen un efecto positivo en la demanda de doctores.
Herrera y Nieto (2015)	Analizaron los factores determinantes de la contratación de doctores que llevan acabo actividades de I+D en las empresas.	2009	400 empresas  España	Nuevos doctores contratados en las empresas.	(1) Las empresas podrían estar motivadas a contratar doctores no sólo para generar y absorber conocimiento (investigación básica y aplicada) sino también para llevar acabo las últimas fases del proceso innovador (desarrollo tecnológico). (2) La contratación de doctores en las empresas es más valorada por la ventaja que le proporciona en cooperación, que por llevar a cabo I+D interna.

\* Los estudios muestran la tendencia general encontrada en los resultados.

Los estudios de García-Quevedo et al. (2011, 2012) son muy similares, porque utilizaron tres variables como claves para determinar la demanda de personal científico en las empresas: las actividades de I+D, la cooperación con las universidades y las características empresariales. Los datos utilizados en los dos estudios proceden de una encuesta realizada a empresas de la Comunidad Valenciana en el año 2007. El estudio de 2011 declaró que la demanda de doctores estaba positivamente relacionada con el esfuerzo en I+D, la existencia de un departamento de I+D y la contratación previa de doctores. Asimismo, las empresas que contaban con relaciones de cooperación con las universidades tuvieron una mayor probabilidad de incorporar doctores para sus actividades de I+D.

En el estudio de 2012, a diferencia del anterior, se incluyó la institución donde el investigador había realizado su tesis doctoral. Se mostró que: 1) la demanda de doctores estaba positivamente relacionada con la interacción de la empresa con las universidades; 2) la contratación de doctores incrementó la intensidad en las actividades de I+D de la empresa; 3) las empresas de sectores de alta y media tecnología preferían contratar doctores que hubieran realizado su formación en universidades, en lugar de en centros tecnológicos; y 4) las empresas que subcontrataron actividades de I+D fueron más propensas a contratar doctores procedentes de centros tecnológicos.



Frente a los estudios precedentes, en el realizado recientemente por Herrera y Nieto (2015) para el caso español se utilizó un enfoque *upstream* y *downstream* del proceso innovador para analizar qué contingencias de este proceso influyeron en la contratación de doctores. Con vistas a determinar los factores que en la parte inicial y final del proceso innovador influyeron en la demanda de doctores, se incluyó, entre otros, la cooperación en I+D, en concreto, cooperación aguas arriba o *upstream* –con proveedores, institutos privados de I+D, universidades, agencias públicas de I+D y centros tecnológicos– y cooperación aguas abajo o *downstream* –con clientes y competidores. Una de las conclusiones más importantes del estudio es que los doctores fueron empleados para llevar a cabo actividades de I+D, tanto en el inicio como en el final del proceso innovador. El conocimiento tecnológico y las habilidades que poseen los doctores fueron de gran utilidad para solucionar problemas y garantizar el éxito y la continuidad del proceso innovador de las empresas. Además, los resultados evidenciaron una clara conexión entre la contratación de doctores y la cooperación con agentes en el inicio y en el final del proceso innovador.

En resumen, se puede concluir que en general en estos estudios se incluyeron variables relacionadas con el tamaño y la edad de la empresa, el sector de actividad, indicadores de la actividad innovadora, la localización y la propensión a exportar. En la Tabla 2.6 se presentan las variables utilizadas en estos estudios y su influencia. Las empresas con mayor propensión a contratar doctores fueron empresas en sectores de alta y media tecnología, empresas de gran tamaño, empresas con un alto grado de organización en su

actividad innovadora –con departamentos de I+D–, empresas que cooperaron con las universidades, empresas que llevaron a cabo actividades de I+D y empresas localizadas cerca de parques tecnológicos.

**Tabla 2.6. Variables que influyen en la probabilidad de contratar doctores en las empresas**

Variables	Estudios				
	Cruz-Castro y Sanz-Menéndez (2005)	Herrera, Muñoz-Doyague y Nieto (2010)	García-Quevedo, Mas-Verdú y Polo-Otero (2011)	García-Quevedo, Mas-Verdú y Polo-Otero (2012)	Herrera y Nieto (2015)
Tamaño de la empresa		+	*	-	+
Edad Corporativa		*	*	*	*
Región	+	*			
Sector de Alta Tecnología		+			+
Sector de Media-Alta Tecnología		+	+	+	
Investigación Básica					+
Investigación Aplicada					+
Desarrollo Tecnológico					+
Cooperación	+		+	+	+
Subcontratación de I+D			+	+	
Departamento de I+D	*		+	*	
Patentes	*				
Gasto en I+D		*			
Participación de capital extranjero		*			
Esfuerzo en I+D			+	*	
Parque Tecnológico					+
Propensión a exportar		*			

Signos: (+) cuando la influencia de la variable fue positiva y significativa; (-) cuando la influencia de la variable fue negativa y significativa y (\*) cuando la variable se incluyó en el estudio pero no se observó relación significativa.

### **2.2.3. Efectos de la contratación de doctores en la actividad innovadora de las empresas**

Como se ha indicado, el segundo grupo de estudios analizó el efecto de la contratación de científicos en la actividad innovadora empresarial, concretamente, en las decisiones estratégicas y en los *inputs* y *outputs* del proceso innovador. A continuación, se presentan estos estudios.

#### 2.2.3.1. Efecto en las estrategias de I+D

En general, este grupo de estudios analiza la influencia de los científicos en las estrategias de cooperación en I+D (Luo et al., 2009; Spithoven y Teirlinck, 2010; Teirlinck y Spithoven, 2013). Estos se enmarcan en la literatura de innovación abierta u *open innovation*, que justifica la relevancia del intercambio de conocimientos, habilidades y recursos entre agentes de Sistema de Innovación. Las empresas llevan a cabo alianzas estratégicas con el fin de acceder a nuevo conocimiento para el desarrollo de innovaciones (Luo et al., 2009; Spithoven y Teirlinck, 2010) y superar las limitaciones del proceso innovador (Teirlinck y Spithoven, 2013).

La influencia de los doctores en las estrategias de cooperación en I+D está justificada por dos razones: la primera tiene que ver con su capacidad para obtener ventajas del conocimiento externo; la segunda, con su rol conector en las empresas. Los doctores acercan a las empresas a fuentes de conocimiento científico. En la Tabla 2.7 se recogen cronológicamente los principales resultados y objetivos de los estudios.

Tabla 2.7. Estudios sobre los efectos en las decisiones estratégicas de las empresas que contrataron científicos

Autor	Objetivo	Periodo analizado	Muestra	Variable dependiente	Resultado
Luo, Kupot y Powell (2009)	Estudiaron la contratación de personal altamente cualificado en las empresas y la influencia en las alianzas estratégicas.	1988-1999	319 empresas biotecnológicas  EE. UU.	(1) Número de socios en alianza de I+D. (2) Número de socios en alianzas financieras.	(1) El personal científico tuvo un efecto de atracción tanto para alianza en I+D como financieras. (2) Los científicos ejercieron un efecto de señalización ayudando a atraer alianzas financieras y transmitiendo que con los científicos contratados desarrollan una mejor ciencia
Spithoven y Teirlinck (2010)	Analizaron la relación entre la cualificación del personal en I+D y las relaciones de cooperación y el intercambio de conocimiento.	2006-2008	645 empresas  Bélgica	(1) Acuerdos de colaboración. (2) Intercambio de conocimiento generado de los acuerdos.	(1) El nivel educativo del personal de I+D influyó positivamente en las empresas que participaron en relaciones de cooperación en investigación y en el intercambio de conocimiento. (2) La presencia de doctores en la empresa influyó en la capacidad de identificar y seleccionar a las relaciones de cooperación apropiadas.
Teirlinck y Spithoven (2013)	Estudiaron como influyeron los doctores en los acuerdos de cooperación en investigación y en las actividades de subcontratación de I+D.	2004-2006	140 empresas  Bélgica	(1) Acuerdos de cooperación en investigación. (2) Outsourcing en I+D	(1) Los resultados revelaron que el potencial del personal de I+D interna para asimilar y gestionar el conocimiento externo influyó en la propensión de las empresa a participar en acuerdos de cooperación en investigación o en outsourcing en I+D.

\* Los estudios muestran la tendencia general encontrada en los resultados.

El estudio de Luo, Koput y Powell (2009) analizó la contratación de personal altamente cualificado y su influencia en las alianzas estratégicas de las empresas. Los autores clasificaron las alianzas en dos tipos basándose en su actividad y su propósito: por un lado, las alianzas en I+D con empresas biotecnológicas, farmacéuticas, universidades e institutos de investigación sin fines de lucro; por otro, las alianzas financieras con sociedades de capital de riesgo y con grandes empresas biotecnológicas. Los resultados fueron los siguientes: 1) los científicos fueron determinantes para atraer tanto socios para actividades de I+D como socios financieros; 2) la producción científica desarrollada en la empresa influyó positivamente a la hora de atraer socios financieros; y 3) en las empresas con alianzas estratégicas previas, el efecto de los científicos para atraer socios disminuyó.

Por su parte, Spithoven y Teirlinck (2010) detallaron en su análisis los distintos niveles de formación que posee el personal científico dedicado a actividades de I+D en las empresas. Se consideraron cuatro niveles: doctorado, maestría, grado universitario y otros niveles de estudios por debajo del grado universitario. El análisis fue realizado a una muestra de 645 empresas de Bélgica. Se arrojó como conclusión principal que los científicos doctores dedicados a actividades en I+D influyeron positivamente en el intercambio de conocimiento y en la cooperación en investigación.

Recientemente, en el estudio realizado por Teirlinck y Spithoven (2013), se examinó la influencia de los doctores en la realización de acuerdos de cooperación en investigación y en las actividades de subcontratación –*outsourcing*– de I+D en pymes. Los autores diferenciaron a las empresas por su tamaño basándose en la definición europea de

microempresa –10-19 empleados–, pequeña empresa –20-49 empleados– y mediana empresa –50-249 empleados–; y se utilizaron datos recogidos por la OECD en empresas de Bélgica. El estudio concluyó que la presencia de doctores en micro- y pequeñas empresas influyó positivamente en la propensión a participar en cooperación en investigación y que las pequeñas empresas contrataron significativamente más doctores que las micro- y medianas empresas.

#### 2.2.3.2. Efectos en los *inputs* y *outputs* del proceso innovador

El interés por el efecto que tiene la contratación de doctores en el proceso innovador de las empresas ha aumentado recientemente. Este efecto viene determinado por la interacción entre el *stock* de capital humano, los flujos de conocimiento y la capacidad de aprovechar el conocimiento con fines comerciales (Al-Laham et al., 2011). El capital humano hace referencia al talento del personal científico que en su constante aprendizaje acumula conocimiento y las habilidades necesarias para la realización de las actividades innovadoras en las empresas (Zucker et al., 1998). Gracias a su contribución en la transformación de los *inputs* y en *outputs*, son llamados a ser la fuente principal del proceso de creación de valor para la empresa (Hatch y Dyer, 2004; Zollo y Singh, 2004). A esto hay que añadir que son un aspecto determinante en el desarrollo de nuevas capacidades para la transformación y la explotación del conocimiento tecnológico (Rosenkopf y Almeida, 2003; Rothaermel y Hess, 2007).

La literatura ha señalado que desempeñan roles clave en el proceso innovador que pueden ser determinantes en el éxito de la empresa. Por

ello, han surgido estudios que analizan su efecto en los *inputs* y *outputs* del proceso innovador. La investigación en los *inputs* está motivada por el análisis de la influencia de los doctores en el *stock* y los flujos de conocimiento que estimulan la innovación de las empresas. En cambio, la investigación en los *outputs* estudia la aplicación y explotación del conocimiento y su transformación en nuevos productos y patentes (Herrera et al., 2010; Al-Laham et al., 2011). A continuación, se analizarán los estudios en los *inputs* y *outputs* del proceso innovador.

### **Efecto en los inputs**

En la literatura es ampliamente aceptado el hecho de que el conocimiento es un factor determinante de la actividad innovadora de las empresas y que la contratación de doctores provee a las empresas no solo de nuevo conocimiento, sino también de las habilidades, recursos, competencias y capacidades para explotarlo y desarrollarlo (Tzabbar, 2009). De ahí que surja el interés por determinar cómo influyen los doctores en las actividades de I+D. Se espera que los doctores contribuyan a incrementar el *stock* de conocimiento de la empresa y también su transformación en bienes y servicios. Aunque se asume que la contratación altera las actividades de I+D, son pocos los estudios que analizan su efecto en estas variables. Por lo que conocemos, solo el de Herrera et al. (2010) examinó el efecto de la contratación de investigadores en la intensidad en I+D y en la distribución que hacen las empresas entre el gasto en I+D interno y el gasto en I+D externo (ver Tabla 2.8).

Tabla 2.8. Estudios sobre los efectos en los inputs de las empresas que contrataron científicos

Autor	Objetivo	Periodo analizado	Muestra	Variable dependiente	Resultado
<b>Inputs</b> Herrera, Muñoz-Doyague y Nieto (2010)	Analizaron la contratación de científicos en las empresas y su influencia en los inputs.	1999-2001	70 empresas.  España	El personal del sistema público de I+D contratado por las empresas.	(1) La contratación de doctores influyó positivamente en los inputs del proceso innovador, analizada en el estudio a través de la intensidad total en I+D.  (2) La contratación de científicos influyó positivamente en la intensidad en I+D interna y externa, en el mismo año de la contratación.

\*Los estudios muestran la tendencia general encontrada en los resultados



Con esta especificación, el estudio pretendía determinar si la contratación de investigadores estimulaba el desarrollo interno de tecnología frente a la adquisición externa. Los resultados revelaron que: 1) el año en el que realizaron la contratación de científicos en las empresas aumentó su intensidad total en I+D en 2,55 puntos porcentuales en comparación con empresas que no los contrataron; 2) la contratación de científicos influyó positivamente en la intensidad en I+D interna y externa el mismo año de la incorporación; 3) la intensidad en I+D interna crece en mayor proporción que la externa. En la Tabla 2.9 se muestran las investigaciones que analizaron la contratación de doctores en las empresas y los efectos los inputs.

Por tanto, se muestra que existe evidencia empírica para apoyar la hipótesis de que la contratación de doctores altera no solo la intensidad en las actividades de I+D, sino también el curso de estas. Por lo anterior en este estudio, se formula la siguiente hipótesis:

Hipótesis 1: La contratación de doctores en las empresas influye positivamente en los *inputs* del proceso innovador.

**Tabla 2.9. Variables utilizadas en la estimación del efecto en los inputs de la contratación de doctores en las empresas**

<b>Variable</b>	<b>Autor</b>
	<b>Inputs</b>
Intensidad en I+D	Herrera et al. (2010)

Para el contraste de esta hipótesis en este estudio, se emplearon los siguientes indicadores de los *inputs*: investigación fundamental, investigación aplicada, desarrollo tecnológico, intensidad en I+D, gastos internos en I+D y gastos externos en I+D.

### **Efecto en los outputs del proceso innovador**

Los estudios que analizan los efectos de la contratación de doctores en los *outputs* del proceso innovador surgen de la idea de que el desempeño innovador de una empresa depende parcialmente del valor de su capital humano (Hitt et al., 2001). Para poder desarrollar innovaciones en productos y servicios, las empresas necesitan construir capacidades internas de aprendizaje y capacidades para integrar, transformar y dar una aplicación práctica al *stock* de conocimiento acumulado (Kogut y Zander, 1992). Es por ello que invierten cada vez más en la adquisición, retención y formación de personal con elevado capital intelectual (Gardner, 2005).

En este contexto, la literatura señala que los doctores desempeñan distintos roles en el proceso innovador de las empresas que no solo radican en la transformación y explotación del *stock* de conocimiento, sino también en la solución de problemas que se les presentan en el transcurso del proceso innovador (Herrera y Nieto, 2015). Igualmente, la literatura vincula la contratación de doctores al desempeño en el proceso innovador y los resultados, gracias a que: 1) ejercen un efecto *spillover* – desbordamiento de conocimiento– positivo en los científicos con los que trabajan; 2) contribuyen al cambio en la dirección estratégica de las

políticas de investigación y de recursos humanos de la empresa; 3) fomenta la contratación de otros doctores (Lacetera et al., 2004).

El análisis del efecto de la contratación en los *outputs* del proceso innovador es más prolífico y su impacto se ha analizado en 3 tipos de *outputs*: publicaciones, patentes y productos innovadores. Las publicaciones son sin duda el indicador menos utilizado en comparación con las patentes (Ding, 2011). De ellas se han tenido en cuenta las solicitudes (Lacetera et al., 2004; Rothaermel y Hess, 2007; Toole y Czarnitzki, 2009; Faems y Subramanian, 2013), las citas (Furukawa y Goto, 2006) y las clases de patentes (Tzabbar, 2009; Subramanian, 2012). En el caso de los productos, la literatura ha analizado la influencia de la contratación de científicos en la generación de nuevos productos y en su grado de novedad (Deeds et al., 2000; Rao et al., 2008; Hess y Rothaermel, 2011), lo que ha conducido a que se haya examinado su efecto en innovaciones radicales o incrementales (Herrmann y Peine, 2011).

Tras la revisión, se observó que los objetivos de investigación de los estudios eran muy distintos, tanto que resulta difícil realizar comparaciones entre los resultados obtenidos. No obstante, la mayoría de los estudios han analizado el efecto en empresas de países como EE.UU. y en sectores de alta y media tecnología, concretamente, en empresas del sector biotecnológico (Deeds et al., 2000; Rao et al., 2008; Toole y Czarnitzki, 2009; Tzabbar, 2009; Al-Laham et al., 2011; Subramanian, 2012; Tzabbar et al., 2013; Subramanian et al., 2013), empresas de materiales avanzados (Baba et al., 2009) y empresas farmacéuticas (Lacetera et al., 2004;

Furukawa y Goto, 2006; Rothaermel y Hess, 2007; Herrmann y Peine, 2011; Hess y Rothaermel, 2011). La Tabla 2.10 recoge en orden cronológico los estudios que analizaron los efectos de la contratación de doctores en los *outputs* del proceso innovador. Más abajo, se presentan los estudios agrupados en función de la variable de interés analizada.

### **Efecto en las publicaciones de la empresa**

Por lo que sabemos, el estudio de Ding (2011) analizó directamente el efecto de la contratación de doctores en las publicaciones de la empresa. Este estudio analizó la influencia de los doctores en el seguimiento de estrategias de *open science* –ciencia abierta– de empresas de nueva creación. Estas estrategias están dirigidas a que las empresas difundan los resultados de investigación en publicaciones científicas. El autor utilizó como variable dependiente las publicaciones de 512 empresas del sector biotecnológico en EE.UU. Con el objetivo de identificar las empresas que llevaban a cabo estrategias de *open science*, empleó datos procedentes de la web del conocimiento ISI (Institute for Scientific Information). Se concluyó que: 1) los empresarios doctores influyeron significativamente en las prácticas de *open science* de las empresas; 2) los doctores cumplieron un efecto disuasivo reduciendo el riesgo de fracaso en el desarrollo de las actividades innovadoras.

Tabla 2.10. Estudios sobre los efectos en los outputs de las empresas que contrataron científicos

Autor	Objetivo	Periodo analizado	Muestra	Variable dependiente	Resultado
<b>Outputs</b> <b>Ding (2011)</b>	<b>Publicaciones</b> Analizó los efectos de las estrategias de ciencia abierta (open science) de empresas que contaban con doctores entre sus socios fundadores.	1969-2000	512 empresas de biotecnología.  EE, UU.	Las publicaciones científicas de la empresa.	(1) Los empresarios científicos con grado doctoral contribuyeron significativamente en la práctica de la ciencia abierta en la industria biotecnológica. (2) Las empresas creadas por doctores fueron más propensas a adoptar ciencia abierta que las empresas creadas por personas con otro tipo de formación académica.
<b>Lacetera, Cockburn y Henderson (2004)</b>	<b>Patentes</b> Analizaron cómo influyó la contratación de científicos estrella en la transformación estratégica y tecnológica de la empresa	1980-1994	21 empresas farmacéuticas.  EE, UU.	La adopción de la tecnología (número de solicitudes de patentes y publicaciones de la patente).	(1) La contratación de científicos tuvo efectos significativos en las capacidades organizativas internas en la industria farmacéutica y en la adopción de la ciencia para el descubrimiento de nuevos fármacos.
<b>Furukawa y Goto (2006)</b>	Investigaron los roles de los científicos en el proceso de innovación de las empresas Japonesas	1987-2002	10 empresas del sector farmacéutico.  Japón	Número de solicitudes de patentes.	(1) Los científicos en las empresas revelaron un gran número de publicaciones y no un gran número de patentes. (2) Los científicos tuvieron un efecto positivo en fomentar las solicitudes de patentes de sus co-autores.

Tabla 2.10. Continuación

Autor	Objetivo	Periodo analizado	Muestra	Variable dependiente	Resultado
Rothaermel y Hess (2007)	Analizaron como influyen los Científicos Estrella y los Científicos No Estrella en el resultado innovador de las empresas	1980-2001	81 empresas farmacéuticas.  EE. UU.	Resultado innovador (medido por solicitudes de patentes).	(1) Los "Científico No Estrella" ejercieron un efecto significativo sobre las patentes. Revelando que los científicos no estrella son los responsables del desarrollo de los fármacos y los científicos estrella son los encargados de dirigir la investigación hacia nuevas y prometedoras áreas.
Baba, Shichijo y Sedita (2009)	Analizaron el efecto en el rendimiento innovador que surge de la colaboración entre científicos de universidades y científicos del sector industrial.	1970-2006	455 empresas de materiales avanzados.  Japón	Productividad de I+D (Número de patentes registradas por la empresa).	(1) Las empresas que colaboraron con "Científicos Estrella" ejercieron un mínimo impacto en el resultado innovador. (2) Sin embargo, si la colaboración de las empresas es con "Científicos Pasteur", incrementó la productividad en I+D, aumentando las patentes registradas. (3) El tamaño de las empresas afectó positiva y significativamente en el rendimiento innovador de las empresas.
Toole y Czarnitzki (2009)	Estudiaron la contratación del personal científico y como contribuye su orientación científica y comercial al rendimiento innovador de las empresas	1983-1996	2727 empresas biomédicas.  EE. UU.	Número de patentes de las empresas y solicitudes de patentes.	(1) La orientación académica del capital humano científico limitó la transferencia y aplicabilidad del conocimiento en un entorno de comercialización. (2) La contribución de los científicos en las empresas, dependió de la combinación de su capital humano especializado y de la exploración de las oportunidades científicas.

Tabla 2.10. Continuación

Autor	Objetivo	Periodo analizado	Muestra	Variable dependiente	Resultado
Tzabbar (2009)	Exploraron las condiciones por las cuales la contratación de científicos tecnológicamente distantes revelaron un reposicionamiento significativo de los resultados tecnológicos.	1973-1999	456 empresas biotecnológicas.  EE. UU.	Reposicionamiento Tecnológico (Representadas por clases de patentes).	(1) La contratación de científicos tecnológicamente distantes incrementó el potencial de una empresa para explorar nuevas oportunidades. (2) La contratación de científicos permitió a las empresas diferenciarse de sus competidores a través de nuevas recombinaciones de conocimiento proporcionado por los científicos tecnológicamente distantes y por el conocimiento interno.
Al-Laham, Tzabbar y Amburgey (2011)	Analizaron como influyeron el stock y los flujos de conocimiento en el resultado innovador.	1973-1999	857 empresas biotecnológicas  EE. UU.	Número de Patentes	(1) Las empresas con un elevado nivel de conocimiento y experiencia de su capital humano tuvieron una mayor probabilidad de generar patentes. (2) Los flujos de conocimiento a través de alianzas estratégicas influyeron positivamente en el éxito innovador de la empresa.
Subramanian (2012)	Ampliaron el conocimiento de como el capital humano intelectual contribuyó a la innovación exploratoria dentro de las organizaciones.	1980-2000	222 empresas biotecnológicas  EE. UU.	Recombinación de la Innovación (Patentes por las clases tecnológicas que citan la patente).	(1) Los inventores puros y los científicos patentes de la empresa con conocimientos de diversas áreas tecnológicas (2) La mezcla de capital humano heterogéneo reforzó plenamente los ámbitos de la ciencia y la tecnología en las empresas.

Tabla 2.10. Continuación

Autor	Objetivo	Período analizado	Muestra	Variable dependiente	Resultado
Subramanian, Lim y Soh (2013)	Examinaron la heterogeneidad del capital humano científico de las empresas y las alianzas externas de I+D sobre el impacto innovador.	1990-2000	437 empresas biotecnológicas y farmacéuticas	Número de citaciones de patente.	(1) Los Científicos Punte, tuvieron un impacto positivo en las patentes cuando interactúan con otros científicos en la empresa. (2) Los Científicos Estrella tuvieron un efecto positivo y significativo en la citaciones de patentes.
Tzabbar, Aharonson y Amburgey (2013)	Analizaron la integración de las fuentes externas de conocimiento y las capacidades internas de las empresas.	1973-2003	456 empresas biotecnológicas	Integración del Conocimiento (la probabilidad de patentar).	(1) Las empresas con gran experiencia en la contratación de científicos con conocimiento distante pudieron aprovechar nuevas fuentes de información más rápido y mejor que las empresas con experiencia limitada. (2) Las empresas pudieron integrar el conocimiento de un científico distante más rápido que el conocimiento proveniente de una alianza de I+D.
Faemsy Subramanian (2013)	Evaluaron el impacto de la diversidad de recursos humanos en el desempeño tecnológico de la empresa.	2008	938 empresas de 21 sectores distintos	Número de solicitudes de patentes.	(1) La diversidad de recursos humanos en I+D no reveló efectos significativos en el rendimiento tecnológico. (2) El tamaño del grupo dedicados a la I+D tuvo un efecto positivo y significativo en el rendimiento tecnológico. Por lo tanto, el aumento de la fuerza de trabajo de I+D, incrementó las capacidades tecnológicas sostenibles y aumentó la capacidad de absorción de la empresa.



Tabla 2.10. Continuación

Autor	Objetivo	Periodo analizado	Muestra	Variable dependiente	Resultado
<b>Deeds, DeCarolis y Coombs (1999)</b>	<p>Nuevos productos</p> <p>Analizaron las capacidades de los científicos en el desarrollo de nuevos productos.</p>	1992	94 empresas biotecnológicas del sector farmacéutico.	Nuevos productos.	<p>(1) La calidad del equipo científicos de la empresa fue el ingrediente fundamental para el desarrollo de nuevos productos.</p> <p>(2) Un director con experiencia previa en la gestión de I+D fue claramente más beneficioso para la productividad de la empresa.</p>
<b>Rao, Chandy y Prabhu (2008)</b>	Examinaron los efectos de la legitimidad de las nuevas empresas que adquieren a través de la contratación de científicos y su influencia en las recompensas obtenidas de los nuevos productos.	1982-2002	165 empresas biotecnológicas.	Retribución de nuevos productos.	<p>(1) Que la legitimidad científica, que obtuvieron las empresas a través de la contratación de los científicos influyó positivamente en la retribución de nuevos productos, a diferencia de las empresas que no contrataron científicos.</p>
<b>Hess y Rothaermel (2011)</b>	Investigaron la combinación de recursos entre la contratación de científicos y las alianzas estratégicas y cómo influyeron estas en el rendimiento innovador de las empresas.	1973-2003	108 empresas farmacéuticas.	<p>(1) Desarrollo de nuevos productos (fármacos).</p> <p>(2) Citación de Patentes .</p>	<p>(1) La relación entre las alianzas downstream influyeron positivamente en el desarrollo de nuevos productos.</p> <p>(2) La relación entre los científicos estrella y las alianzas upstream son sustitutivas para el desarrollo del rendimiento innovador.</p>

Tabla 2.10. Continuación

Autor	Objetivo	Periodo analizado	Muestra	Variable dependiente	Resultado
Herrmann y Peine (2011)	Analizaron la influencia del conocimiento de los científicos en el desarrollo de nuevos productos y su grado de novedad.	1985-2004	3522 empresas farmacéuticas.  Alemania, Italia, Reino Unido, Francia, Japón, Suiza y EE. UU.	(1) Innovación de Productos Radicales. (2) Innovación de Productos Incrementales. (3) Imitación de Productos.	(1) El conocimiento heterogéneo de los científicos influyó positivamente en la innovación radical de productos. (2) Los científicos con conocimientos homogéneos influyeron en la innovación incremental de productos. (3) La contratación de científicos influyó negativamente en la imitación de productos.

\*Los estudios muestran la tendencia general encontrada en los resultados

### **Efecto en las patentes de la empresa**

Lacetera, Cockburn y Henderson (2004) analizaron cómo influyó la contratación de científicos estrella en la transformación estratégica y tecnológica de las empresas. Los autores identificaron a los científicos estrella como aquellos con más de 5 publicaciones por año. Para ello, utilizaron la base de datos del ISI (Institute for Scientific Information) que permitió identificar las publicaciones de los científicos y su afiliación a una empresa, así como datos procedentes de la Oficina de Patentes y Marcas de EE.UU. Se usó como variable dependiente un indicador de la adopción de la ciencia para el desarrollo de nuevos fármacos compuesta por las solicitudes de patentes y las publicaciones. En el caso de empresas farmacéuticas, se encontró una relación significativa entre la adopción de la investigación científica y la contratación de nuevos científicos. Asimismo, la contratación de científicos estrella tuvo efectos significativos en el resultado innovador de las empresas. Sin embargo, el impacto de estos científicos no es siempre el mismo y puede variar en distintos proyectos de investigación.

Al igual que en el estudio anterior, el de Furukawa y Goto (2006) utilizó datos de ISI (Institute for Scientific Information) y de la Oficina de Patentes y Marcas de Japón para analizar el rol de los científicos en el proceso innovador de empresas en la industria farmacéutica. Se declaró que los científicos con elevado índice de publicaciones y citaciones no cuentan con un gran número de patentes, pero promovieron las patentes de sus

coautores en la empresa. Además, los científicos cuyas publicaciones tenían alta calidad desempeñaron roles importantes en el proceso de innovación.

Generalmente, la literatura suele utilizar la denominación de científicos estrella para destacar el capital humano científico del resto de empleados de la empresa (Zucker et al., 1998, 2002b; Lacetera et al., 2004; Rothaermel y Hess, 2007). Los estudios suelen usar las bases de datos de GenBank y SCI (Science Citation Index) empleando distintos enfoques. Pese a ello, sobre la base de las publicaciones y las citas se suele identificar a los científicos como aquellos que: 1) contaban con un número de publicaciones científicas por encima de la media  $-3$  desviaciones estándar por encima-; 2) tenían publicaciones citadas por encima de la media  $-3$  desviaciones estándar por encima-; 3) cumplían los dos criterios anteriores.

Rothaermel y Hess (2007) analizaron la influencia de los científicos estrella y los científicos no estrella en el resultado del proceso innovador de las empresas. Los autores identificaron a los científicos estrella y determinaron la afiliación de los científicos a cada empresa a través de las patentes, utilizando la base de datos de la Oficina de Patentes y Marcas de EE.UU. La conclusión fue que los científicos no estrella influyeron positivamente en la obtención de patentes, a diferencia de los científicos estrella que no ejercieron un efecto significativo en esta variable. Por tanto, los científicos estrella son los encargados de dirigir la investigación hacia nuevas y prometedoras áreas de conocimiento –más publicaciones– y los científicos no estrella son los principales responsables del desarrollo de nuevos fármacos –más patentes.

En su estudio para el caso japonés Baba et al. (2009) examinaron el rendimiento innovador que surge de las colaboraciones entre científicos universitarios y científicos del sector industrial. La principal contribución del estudio procede del uso de las distintas tipologías de científicos: los científicos Pasteur<sup>1</sup>, los científicos estrella<sup>2</sup> y los científicos Edison<sup>3</sup>. Para identificar a los diferentes tipos de científicos, los autores analizaron datos de patentes y publicaciones entre los años 1970 y 2006. Se reveló que: 1) la colaboración entre la industria y los científicos Pasteur influyó significativamente en la productividad de la I+D incrementando el número de patentes; 2) las empresas que colaboraron con científicos estrella obtuvieron poco impacto en la productividad de la I+D; 3) el tamaño de las empresas influyó positiva y significativamente en el rendimiento innovador de las empresas.

Toole y Czarnitzki (2009) estudiaron empresas biomédicas que contrataron científicos y analizaron cómo contribuyó su orientación científica y comercial al rendimiento innovador. Los resultados mostraron que las empresas biomédicas cuyo capital humano se orientó hacia la explotación de oportunidades científicas mejoraron significativamente el rendimiento de las tareas orientadas a la investigación y que, cuando el capital humano se orientó hacia la

---

<sup>1</sup> Científicos Pasteur: son aquellos científicos que cuentan con publicaciones y patentes por encima del promedio.

<sup>2</sup> Científicos estrella: son aquellos científicos que cuentan con publicaciones y citas por encima del promedio y con patentes por debajo del promedio.

<sup>3</sup> Científicos Edison: son aquellos científicos con patentes por encima del promedio y publicaciones por debajo del promedio.

explotación de oportunidades comerciales, mejoró significativamente el rendimiento en patentes. La orientación del capital humano dirigido hacia oportunidades científicas y comerciales podría influir en las estrategias de incursión de las empresas en nuevos sectores de base tecnológica.

El estudio de Tzabbar (2009) para el caso de empresas biotecnológicas en EE.UU analizó la contratación de científicos tecnológicamente distantes y su influencia en el reposicionamiento tecnológico de las empresas. El autor definió a los científicos tecnológicamente distantes como aquellos científicos que poseen conocimiento más allá de los límites tecnológicos de la empresa. Por su parte, el reposicionamiento tecnológico se determinó con un análisis *cluster* de 407 clases de patentes agrupadas en 22 vectores tecnológicos. El estudio relacionó las patentes de la empresa con un vector tecnológico y analizó los cambios de vector. Finalmente, se resolvió que: 1) la contratación de científicos tecnológicamente distantes incrementó el potencial de la empresa para explorar nuevas oportunidades científicas; 2) el efecto de la contratación estaba limitado a la presencia de uno o unos pocos científicos estrella; 3) la contratación de científicos permitió a las empresas acceder a competencias externas y superar los problemas asociados con la innovación; 4) la contratación de científicos tecnológicamente distantes hizo posible que las empresas se diferenciaron de sus competidores a través de nuevas recombinaciones entre el conocimiento externo –proporcionado por los científicos– y el conocimiento interno que poseía la empresa.

Al-Laham et al. (2011) analizaron cómo influyeron el *stock* de conocimiento –contratación de científicos– y los flujos de conocimiento –alianzas estratégicas– en el resultado innovador en una muestra de 857 empresas biotecnológicas de EE.UU. El estudio enfatizó la importancia de contratar científicos y de formar parte de alianzas de cooperación estratégica como dos mecanismos fundamentales para la obtención de conocimientos y el desarrollo de capacidades innovadoras. Los resultados revelaron que: 1) las empresas con elevado nivel de capital intelectual tenían una mayor probabilidad de generar patentes; 2) los flujos de conocimiento a través de alianzas estratégicas influyeron positivamente en el éxito innovador; 3) la interacción entre la contratación de científicos y las alianzas estratégicas influyó positivamente en el resultado innovador; 4) para optimizar sus resultados innovadores las empresas, deberán acceder con frecuencia a nuevo conocimiento a través de la contratación de científicos.

Una nueva clasificación de científicos surge del estudio de Subramanian (2012). Para identificarlos, este autor diferencia a los investigadores que realizaron investigación científica de los que realizaron actividades tecnológicas. En una muestra de 222 empresas biotecnológicas, se examinó la relación entre el capital humano intelectual y la investigación exploratoria dentro de las organizaciones. El estudio identificó y analizó tres tipos de capital humano intelectual: 1) los científicos puros, encargados exclusivamente de publicar avances científicos; 2) los inventores puros, dedicados exclusivamente a patentar

el resultado de las actividades tecnológicas; 3) los científicos puente, que son una combinación entre los que desarrollaron publicaciones y patentes. Los resultados mostraron que los inventores puros y los científicos puente, frente a los científicos puros, influyeron significativamente en el incremento de las patentes de la empresa, en especial, en aquellas que incluyeron conocimientos de diversas áreas tecnológicas. Además, la mezcla de capital humano heterogéneo reforzó plenamente las actividades científicas y tecnológicas de las empresas.

De la misma forma, el estudio de Subramanian, Lim y Soh (2013) empleó el concepto de científicos puente. Ahora bien, estos autores lo dividieron en tres categorías: 1) científicos Pasteur puente, aquellos con patentes y publicaciones por encima de la media; 2) científicos Edison puente, aquellos con patentes por encima de la media y publicaciones por debajo de la media; 3) otros científicos puente, aquellos con patentes por debajo de la media. También se incluyó a científicos estrella como aquellos con publicaciones por encima de la media, pero pocas patentes. Se examinó el efecto de la interacción entre la heterogeneidad del capital humano científico y las alianzas en I+D sobre el desempeño innovador y se empleó como variable dependiente el número de citaciones de las patentes. El estudio concluyó que: 1) los científicos puente Pasteur y Edison tuvieron un impacto positivo y significativo en las citaciones de patentes cuando interactuaban con otros científicos en la empresa; 2) los científicos Pasteur contribuyeron a fomentar las alianzas de I+D; 3) los científicos Edison puente desempeñaron un rol complementario en la



cooperación entre la universidad y la empresa; 4) la presencia de científicos estrella aumentó positiva y significativamente las citaciones de patentes.

Tzabbar et al. (2013) analizaron cómo se integró el conocimiento procedente de fuentes externas al *stock* de conocimiento de las empresas. Identificaron la presencia de integración cuando se obtuvieron patentes a partir de la combinación entre el conocimiento de un científico que formaba parte de la empresa y el de un nuevo científico contratado. Los resultados reflejaron que las empresas con una gran experiencia en la contratación de científicos con conocimiento distante aprovecharon mejor y más rápido nuevas fuentes de información que las empresas con experiencia limitada. Además, las empresas pudieron integrar el conocimiento de un científico distante más rápido que el conocimiento proveniente de una alianza en I+D.

Recientemente, el estudio de Faems y Subramanian (2013) analizó el impacto de la diversidad de los recursos humanos en el rendimiento tecnológico de la empresa. La diversidad se obtuvo teniendo en cuenta la titulación académica de los científicos que trabajaban en I+D, resultando 5 categorías: Doctorado, Maestría, Licenciatura, Postgrado e individuos sin titulación. Con el fin de medir el rendimiento tecnológico la empresa utilizó como variable dependiente las solicitudes de patentes. De esta forma, se manifestó que el tamaño del grupo de trabajadores dedicado a la I+D tuvo un efecto positivo y significativo en las patentes. En

consecuencia, el aumento de la fuerza de trabajo de I+D incrementó las capacidades tecnológicas y la capacidad de absorción de la empresa. Por otro lado, la diversidad de recursos humanos en I+D no tuvo efectos significativos en el rendimiento tecnológico.

### **Efecto en nuevos productos**

Deeds, DeCarolis y Coombs (2000) analizaron la influencia de la presencia de los científicos en el desarrollo de nuevos productos en empresas biotecnológicas del sector farmacéutico. Se descubrió que la calidad del equipo científico de la empresa y la experiencia influyeron significativamente, mientras que contar con muchos doctores en la dirección de proyectos influyó negativamente en el desarrollo de productos.

A diferencia de los estudios de este apartado, Rao, Chandy y Prabhu (2008) analizaron las estrategias de legitimidad de las empresas y su influencia en los retornos obtenidos de nuevos productos. Los autores argumentaron que las empresas pueden alcanzar legitimidad científica a través de la contratación de científicos, ya que transmiten a los *stakeholders* que la empresa puede desarrollar y aprovechar el conocimiento con base científica para el desarrollo de productos. El estudio utilizó como variable dependiente la retribución obtenida de los nuevos productos. Se concluyó que la legitimidad científica –medida como el % de doctores contratados– influyó positiva y significativamente; de

manera que los retornos de nuevos productos fueron más altos en empresas que contrataron científicos que en las que no los contrataron.

Hess y Rothaermel (2011) analizaron cómo dos fuentes de conocimiento, la contratación de científicos y las alianzas estratégicas I+D, influyeron en el rendimiento innovador de las empresas. Identificaron a los científicos estrella como aquellos con un ratio de publicaciones 3 desviaciones estándar por encima de la media. La información fue obtenida del ISI (Institute for Scientific Information) y las alianzas fueron clasificadas en: *upstream* o aguas arriba, orientadas a la investigación básica; y *downstream* o aguas abajo, orientadas a la explotación y aprovechamiento del conocimiento. Se utilizó como variable dependiente el desarrollo de nuevos fármacos y la citación de patentes. El estudio mostró que: 1) la relación entre los científicos estrella y las alianzas aguas abajo en el proceso innovador influyeron positiva y significativamente en el desarrollo de nuevos productos; 2) la relación entre los científicos estrella y las alianzas aguas arriba fueron sustitutivas y tuvieron un impacto distinto en el rendimiento innovador.

En el estudio de Herrmann y Peine (2011), se analizó la influencia de los diferentes tipos de conocimiento de los científicos en las empresas en la obtención de nuevos productos y su grado de novedad. Se realizaron entrevistas a 69 directores del Departamento de Recursos Humanos de empresas farmacéuticas para determinar la homogeneidad o la heterogeneidad de su personal científico. La homogeneidad del

conocimiento en las empresas se determinó utilizando un indicador compuesto que valoraba como conocimientos similares si los científicos provenían de las mismas universidades, países y áreas de conocimiento y los valores de esos indicadores se dividieron entre los científicos que trabajaban en la empresa. Para identificar la heterogeneidad del conocimiento científico, se restó el valor más alto del indicador de homogeneidad (119) al resultado del indicador de la homogeneidad. Las conclusiones fueron: 1) el conocimiento heterogéneo de los científicos facilitó la innovación radical; 2) los científicos con conocimiento homogéneo influyeron en la innovación incremental y 3) la contratación de científicos para el desarrollo de actividades de I+D influyó negativamente en las estrategias de imitación de productos.

La Tabla 2.11 recoge las variables empleadas por los estudios empíricos para estimar el efecto de la contratación de los doctores en los *outputs*. En la Tabla, se observa una fuerte concentración de los estudios que analizan el efecto en patentes o variables relacionadas con estas como un indicador del *output* del proceso innovador de las empresas. Los resultados han señalado que la contratación de científicos influyó de manera determinante en el incremento de esta variable.

**Tabla 2.11. Variables utilizadas en la estimación del efecto en los outputs de la contratación de doctores en las empresas**

Variable	Autor
<b>Outputs</b>	
Patentes	Lacetera et al. (2004); Furukawa y Goto (2006); Rothaermel y Hess (2007); Baba et al. (2009); Toole y Czarnitzki (2009); Tzabbar (2009); Spithoven y Teirlinck (2010); Herrera et al. (2010); Hess y Rothaermel et al. (2011); Subramanian (2012); Subramanian et al. (2013); Tzabbar et al. (2013); Faems y Subramanian (2013)
Nuevos productos	Deeds et al. (2000); Herrmann y Peine (2011); Hess y Rothaermel (2011)
Retornos de Nuevos Productos	Rao et al. (2008)

Sin embargo, el uso repetitivo de las patentes limita nuestro conocimiento sobre el efecto en otros tipos de medidas. Solo unos pocos estudios examinaron los efectos en variables como nuevos productos y/o los ingresos obtenidos de estos. El análisis de las patentes revela una serie de limitaciones. En primer lugar, se ha indicado que no todas las empresas patentan sus investigaciones como estrategia para que el conocimiento de su investigación no sea divulgado o de uso público. En segundo lugar, se ha argumentado que este tipo de actividades hace referencia principalmente a las empresas manufactureras y que excluye a empresas del sector servicios. Por lo anterior, hay evidencia que sugiere que la contratación de doctores tiene un efecto en los *outputs* del proceso innovador, de ahí que el estudio se proponga analizar la siguiente hipótesis:

Hipótesis 2: La contratación de doctores en las empresas influye positivamente en los *outputs* del proceso innovador.

Para contrastar esta hipótesis, el estudio utilizará una serie de indicadores que reflejan distintos *outputs* del proceso innovador como: el porcentaje de la cifra de negocio de productos nuevos para la empresa, el porcentaje de la cifra de negocio de productos nuevos para el mercado y la propensión a patentar. Estos indicadores fueron seleccionados basándonos en los estudios cuantitativos que analizaron los efectos de la contratación de doctores en las empresas y en variables seleccionadas en esta investigación que se relacionan con el proceso innovador de las empresas españolas, pero que no se han analizado con anterioridad.

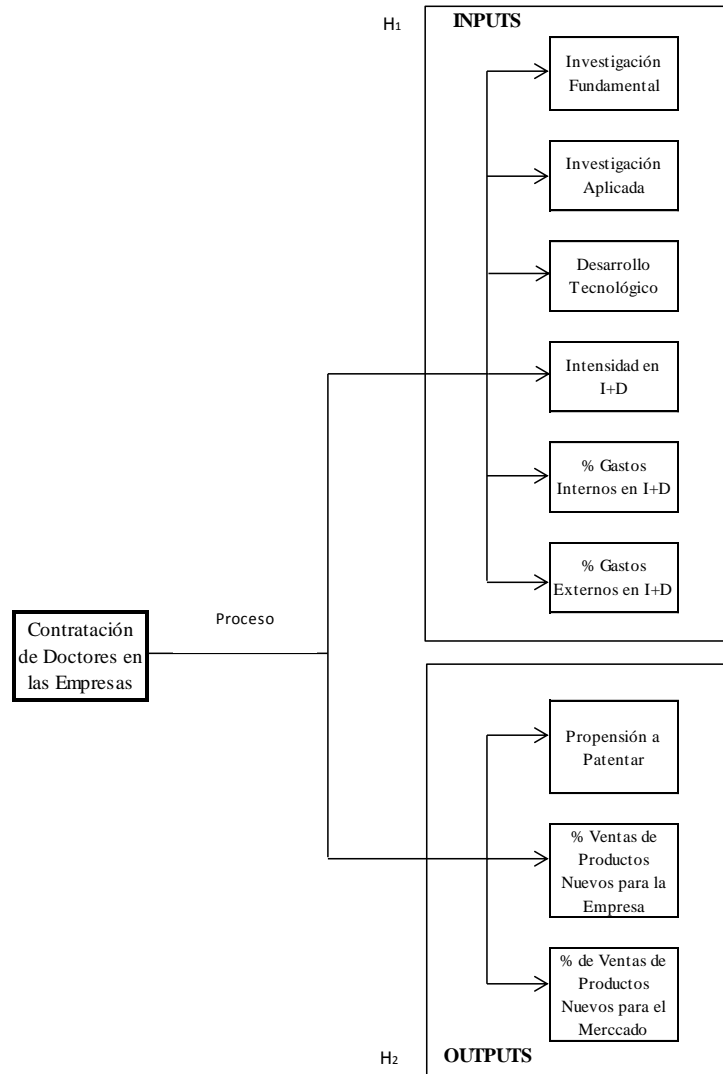
### 2.3. EL MODELO DE ANÁLISIS Y LAS HIPÓTESIS RESULTANTES

Para finalizar el capítulo, se han formulado las hipótesis del estudio sobre el efecto de la contratación de doctores en los *inputs* y *outputs* del proceso innovador de las empresas y se presenta el modelo y las hipótesis de investigación en la Figura 2.1.

El modelo de análisis trata de revelar la transmisión y la integración de conocimientos de los doctores a las empresas a través de los distintos roles o actividades que desempeñan estos científicos a lo largo del proceso innovador. Esta investigación se basa en dos hipótesis principales que tratan de determinar este efecto.

### Figura 2.1. Modelo de la investigación

Figura 2.1 Modelo de la Investigación



**H1:** La contratación de doctores en las empresas influye positivamente en los inputs del proceso innovador.

**H2:** La contratación de doctores en las empresas influye positivamente en los outputs del proceso innovador





---

**CAPÍTULO 3**  
**METODOLOGÍA**

---



En este capítulo se presenta la metodología de evaluación para identificar los factores que influyen en la contratación de doctores. En el capítulo se describe detalladamente el método y los supuestos a superar. A continuación, muestra la fuente de datos utilizada, se describe la muestra y se presentan los distintos tipos de variables utilizadas en el estudio.

En esta investigación se ha utilizado un método de emparejamiento no paramétrico denominado *Propensity Score Matching* (PSM) con el objetivo de determinar el efecto causal de la contratación de doctores en los *inputs* y *outputs* del proceso innovador de las empresas. Este fue propuesto por Rosenbaum y Rubin (1983) como un método de coincidencia que reduce el sesgo en la estimación de los efectos causales.

El PSM es una técnica estadística que intenta estimar el efecto de un tratamiento en variables de interés a través del emparejamiento entre observaciones tratadas y no tratadas de una muestra, dadas una serie de características observables. Para el emparejamiento, el método selecciona observaciones no tratadas que tienen características similares a las tratadas y, así, poder determinar los efectos del tratamiento como las diferencias encontradas en una variable de interés en los dos grupos. Una de las principales contribuciones del PSM es la solución del problema de dimensionalidad al sintetizar en una variable toda la información que determina la asignación al tratamiento. Esta técnica es de uso habitual en la investigación en medicina, de ahí el término de *tratamiento*. Sin embargo, en esta investigación, la contratación de doctores se considera el tratamiento y se evalúa su efecto en la actividad innovadora de las empresas a través de variables de interés representativas de los *inputs* y *outputs* del proceso innovador.

La aplicación del PSM está muy presente en la literatura y, en el ámbito de las ciencias sociales, se utiliza para evaluar el efecto causal de

programas de apoyo al empleo y la I+D. En el ámbito de la evaluación de la contratación de doctores, se empleó en el estudio de Herrera et al. (2010).

El PSM requiere tres grupos de variables para que se pueda realizar la estimación de los efectos causales en la investigación: una variable tratamiento –una variable binaria que indica la asignación al tratamiento–; variables resultado –sobre las que se estiman los efectos del tratamiento–; y variables exógenas –que influyen en la asignación del tratamiento. En la Tabla 3.1, se muestran los tres grupos de variables que se han utilizado en la investigación.

**Tabla 3.1. Tipos de variables utilizadas en el estudio**

<b>En el método</b>	<b>En el estudio</b>	<b>Denominación</b>
VARIABLES DE TRATAMIENTO	Variable binaria que indica si la empresa contrató o no doctores para trabajar en I+D	$D_i$
VARIABLES RESULTADO	VARIABLES REPRESENTATIVAS DEL PROCESO INNOVADOR DE LAS EMPRESAS	$Y_i$
VARIABLES EXÓGENAS	VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA CONTRATACIÓN DE DOCTORES EN LAS EMPRESAS	$X_{i(t-1)}$

La variable tratamiento  $D_i$  tomó el valor de 1 si la empresa contrató doctores y 0 en el caso contrario. La variable resultado  $Y_i$  o variable de interés adopta el valor correspondiente a medidas del *input* o el *output*

del proceso innovador de la empresa  $i$  bajo análisis. Finalmente, el vector de variables  $X_i$  recoge información sobre las características de las empresas que fueron determinantes en la contratación de doctores. El PSM calcula los efectos de la contratación de doctores en el proceso innovador de las empresas como la diferencia entre el resultado potencial de la variable  $Y_{i1}$ , si la empresa contrató doctores o estado factual, y el resultado hipotético  $Y_{i0}$ , si no se contrataron doctores o estado contrafactual. Si  $T$  es el efecto promedio del tratamiento sobre los tratados, su estimación se obtiene de la siguiente ecuación:

$$T = E(Y_i(1) | D_i = 1) - E(Y_i(0) | D_i = 0) \quad (1)$$

Debido a que la asignación al tratamiento no es aleatoria, es decir, hay factores  $X_i$  que determinan la contratación de doctores, y a que el valor de  $Y$  no puede observarse simultáneamente cuando se contratan y no se contratan doctores, el estado contrafactual se estima a partir de un grupo de control formado por empresas que no contrataron pero que tenían las mismas características que las empresas que contrataron.

El efecto causal en presencia de  $X$  se estimaría de la siguiente manera:

$$T = E(Y_i(1) | D_i = 1, X_i) - E(Y_i(0) | D_i = 0, X_i) \quad (2)$$

A causa de que el emparejamiento con un vector  $X$  de muchas variables es inviable, el PSM utiliza la propensión a contratar doctores

$P(X)$  o *propensity score* dadas unas características observables  $X_i$  como criterio de emparejamiento.

$$P(X_i) = P(D = 1|X) \quad (3)$$

Una de las principales ventajas de emparejar a partir de  $P(X_i)$ , a diferencia de  $X_i$ , es que las variables de cada empresa pueden llegar a tener una dimensión muy grande y  $P(X_i)$  es una variable escalar que las resume. Rosenbaum y Rubin (1983) revelaron que realizar emparejamientos en  $P(X_i)$  permite obtener resultados consistentes del tratamiento. De esta manera, el grupo de control estaría constituido por empresas que no contrataron doctores pero que tenían igual propensión a hacerlo. El método impone una región de soporte común en la que se excluyen empresas cuya propensión es igual a 0 –nunca contratarían doctores– y empresas cuya propensión es igual a 1 –siempre contratarían.

$$0 < P(D = 1|X) < 1 \quad (4)$$

Teniendo en cuenta lo anterior el efecto causal se estimaría así:

$$T = E_{P(X)|D=1} \{E[Y(1)|D = 1, P(X)] - E[Y(0)|D = 0, P(X)]\} \quad (5)$$

Donde  $E_{P(X)|D=1}$  es el valor esperado con respecto a la probabilidad de contratar  $P(X_i)$  condicionado a ser una empresa que contrata doctores. En este caso, el PSM estima la diferencia media en el valor de la variable resultado  $Y$  o variable de interés entre el grupo de empresas contratantes y el grupo de control que se encuentran en la región de soporte común.

Existen distintos métodos de emparejamiento que encuentran observaciones con una propensión, si no igual, próxima a contratar doctores en el grupo de control. Los métodos más habituales son el del vecino más cercano —*nearest neighbor matching*— y/o el de Kernel. En este estudio se ha utilizado el primer método por ser el más habitual. Consiste en buscar a cada empresa que contrató doctores una empresa en el grupo de control con la propensión a contratar más cercana. Según Bernal y Peña (2011), asumiendo que no hay empates, el vecino de control más cercano,  $C(i)$ , de la empresa  $i$  que contrató está dado por:

$$C(i) = \{j \in D = 0 \mid \arg \min_j \|P_i(X) - P_j(X)\|\} \quad (6)$$

Es decir, la diferencia entre la probabilidad predicha de contratar para una empresa que contrató y la probabilidad predicha de contratar para una empresa del grupo de control debe ser mínima. Usando el estimador de emparejamiento por vecino más cercano, el impacto promedio del programa sobre los tratados está dado por:

$$T = \left\{ \sum_{i=1}^I \text{Promedio} \left( (Y_i | D_i = 1) - (Y_{C(i)} | D_i = 0) \right) \right\} \quad (7)$$

Donde  $i$  es una empresa del grupo de tratamiento,  $I$  es el número de empresas en el grupo de tratamiento,  $(Y_i | D_i = 1)$  es la variable de resultado para la empresa del grupo de tratamiento,  $C(i)$  es el conjunto de vecinos más cercanos en el grupo de control  $i$  definido en (6) y, por tanto,  $(Y_{C(i)} | D_i = 0)$  es la variable de resultado para cada empresa más cercana a  $i$ .



La estimación de la propensión a contratar o *propensity score* se puede hallar a partir de modelos Probit o Logit. En este estudio, se ha utilizado un modelo Probit porque es el más frecuente en la literatura. Tanto el modelo Probit como el PSM fueron estimados empleando el Software estadístico STATA y los programas *pscore.ado* y *attnd.ado* desarrollados por Becker e Ichino (2002).

### **3.1. LA FUENTE DE DATOS Y LA MUESTRA A UTILIZAR**

El modelo propuesto en esta investigación para la evaluación del efecto de la contratación de doctores en las empresas se ha contrastado con datos procedentes del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC), realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). El panel está compuesto por datos de empresas españolas desde el año 2003 hasta la actualidad. Anualmente, recopila información sobre las actividades de innovación tecnológica de más de 11.000 empresas españolas. PITEC es un panel de datos de referencia nacional para el estudio de factores relacionados con la innovación empresarial. La base de datos incluye indicadores con información general de la empresa, actividades de I+D interna y externa, la cooperación con distintos socios, los objetivos de la innovación tecnológica, la transferencia de conocimiento, los derechos de propiedad intelectual, las innovaciones organizativas y la comercialización de innovaciones. Asimismo, la encuesta recoge información anual sobre el personal dedicado a actividades de I+D por nivel de titulación.

Las empresas se identifican a través de una variable llamada ACTIN. Esta variable facilita la identificación de la empresa desde su incorporación al panel, permitiendo analizar las fluctuaciones de las variables con el paso del tiempo. Cada año se incorporan al panel empresas de nueva creación y aquellas resultantes de una fusión, y se recuperan empresas que han dejado de participar en años anteriores.

Las empresas que integran el panel de datos de PITEC se seleccionan a partir de dos criterios principales: su tamaño, detallado por el número de trabajadores, y sus gastos en I+D. En sus inicios, PITEC surgió de dos poblaciones de empresas: la primera, compuesta por empresas de 200 o más trabajadores –grandes empresas– que llevaban a cabo o no actividades de I+D; y la segunda, compuesta por empresas que realizaban I+D interna. Para tener representatividad de distintos tamaños y tipos de empresas, el Panel incorporó en el 2004 dos poblaciones más: una compuesta por empresas con menos de 200 trabajadores, entre las que se incluían empresas pequeñas, medianas y pymes que no realizaban I+D interna, pero que entre sus actividades de innovación incluían la compra de servicios de I+D; otra formada por pymes que no realizaban gastos en I+D. Con las incorporaciones de las empresas mencionadas anteriormente, en el año 2005 PITEC recogió información de 12.124 empresas. Desde ese año la tasa de respuesta de la encuesta ha sido alta, manteniéndose por encima del 95%. La composición y evolución del panel de datos se atribuye principalmente a la respuesta de la encuesta por parte de las empresas y a las tasas de no colaboración. PITEC reúne a

empresas con distintas características que permiten analizar diversos enfoques de la actividad innovadora empresarial en España (PITEC 2010).

Para contrastar el modelo propuesto en este estudio, se ha empleado un rango de años que comprende el periodo entre 2007 y 2012. La elección del periodo analizado responde a la mayor disponibilidad de contratación de doctores porque es este periodo en el que las empresas reportaron más contratación. Esta estructura de dependencia temporal facilita analizar simultáneamente el impacto en los *inputs* y *outputs*. Así, en el estudio, la incorporación de doctores se analizó en el año 2008, las variables exógenas que determinaron esta contratación fueron medidas en 2007 considerando un retardo temporal de un año para reducir problemas de endogeneidad y las variables resultado se observaron en los años 2010, 2011 y 2012. Teniendo en cuenta que estas últimas variables reflejan un promedio de tres años, los efectos del 2010 corresponden a un promedio del valor en la variable de los años 2008, 2009, 2010. En la Tabla 3.2 se presenta la estructura temporal de los datos de los tres tipos de variables.

**Tabla 3.2. Estructura temporal de los datos**

<b>Variable</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Variables de Tratamiento ( $D_i$ )		X			
Variables de Resultado ( $Y_i$ )			X	X	X
Variables Exógenas ( $X_{i,t-1}$ )	X				

---

La muestra total de empresas en el año 2008 asciende a 11,182, de las cuales 281 contrataron doctores ese año. La población de empresas del panel abarca 43 divisiones sectoriales. Aunque en ese año no se disponía de la desagregación sectorial por códigos CNAE-2009, el diseño de registro de los ficheros más actuales incluye la clasificación CNAE-2009, que ha sido utilizada en esta investigación.

La distribución de la muestra por sector de actividad se aprecia en la Tabla 3.3 se puede observar que ningún sector aglutina más del 10% de las empresas de la muestra. También se aprecia que los sectores más representativos en la encuesta fueron: el comercio; la alimentación, tabaco y bebidas; y otras actividades profesionales, científicas y técnicas. Todas ellas ascienden al 21,73% de la muestra total, representando 2.430 empresas.

**Tabla 3.3. Distribución de la muestra por sector de actividad**

Sector	Número de Empresas	Porcentaje	CNAE-2009
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	142	1,27	01,02,03
Industrias Extractivas	59	0,53	05,06,07,08,09
Industrias del petróleo	3	0,03	19
Alimentación, bebidas y tabaco	743	6,64	10,11,12
Textil	219	1,96	13
Confección	94	0,84	14
Cuero y Calzado	68	0,61	15
Madera y corcho	104	0,93	16
Cartón y papel	111	0,99	17
Artes gráficas y reproducción	88	0,79	18
Química	574	5,13	20
Farmacia	156	1,40	21

Caucho y plástico	366	3,27	22
Productos minerales no metálicos	337	3,01	23
Metalurgia	160	1,43	24
Manufactureras metálicas	615	5,50	25
Productos informáticos, electrónicos y ópticos	282	2,52	26
Material y equipo eléctrico	273	2,44	27
Otra maquinaria y equipo	686	6,13	28
Vehículos de motor	268	2,40	29
Construcción naval	23	0,21	301
Construcción Aeronáutica y espacial	23	0,21	303
Otro equipo de transporte	29	0,26	30 (exc. 301,303)
Muebles	204	1,82	31
Otras actividades de fabricación	154	1,38	32
Reparación e instalación de maquinaria y equipo	116	1,04	33
Energía y agua	76	0,68	35,36
Saneamiento, gestión de residuos	91	0,81	37,38,39
Construcción	472	4,22	41,42,43
Comercio	874	7,82	45,46,47
Transporte y almacenamiento	251	2,24	49,50,51,52,53
Hostelería	192	1,72	55,56
Telecomunicaciones	53	0,47	61
Programación, consultoría y otras actividades	640	5,72	62
Otros servicios de informática y comunicaciones	282	2,52	58,59,60,63
Actividades financieras y de seguros	229	2,05	64,65,66
Actividades inmobiliarias	65	0,58	68
Servicios de I+D	289	2,58	72
Otras actividades profesionales y científicas	813	7,27	69,70,71,73,74,75
Actividades administrativas y servicios auxiliares	491	4,39	77,78,79,80,81,82
Educación	55	0,49	85 (exc. 854)
Actividades administrativas y servicios sociales	241	2,16	86,87,88
Actividades artísticas y recreativas	55	0,49	90,91,92,93
Otros servicios	116	1,04	95,96
<b>Total</b>	<b>11182</b>	<b>100,00</b>	

---

La Tabla 3.4 indica la distribución de empresas por sector manufacturero y sector servicios, siendo de 6420 y 4762 empresas respectivamente. El 2008 fue el primer año en el que el gasto en I+D realizado por las empresas del sector servicios ascendió al 51,8%, superando al ejecutado por el sector manufacturero que fue del 48,2%.

**Tabla 3.4. Distribución de la muestra por sector manufacturero y servicios**

Sector	Número de empresas	Porcentaje
Sector Manufacturero	6420	57,42
Sector Servicios	4762	42,58
Total	11182	100

Nota: Incluidas en sector manufacturero: agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y construcción.

El panel de datos de PITEC no recoge ninguna variable que haga referencia a la localización de la empresa. No obstante, para generarla es posible utilizar una variable con información referente a la localización del personal en I+D por comunidades autónomas.

La Tabla 3.5 indica que un 57,04% de las empresas de la muestra tiene su personal en I+D localizado en las comunidades autónomas de Cataluña, Madrid y País Vasco, con el 26,53%, 15,42% y 15,09% respectivamente. Se aprecia que aunque entre las tres comunidades autónomas reúnen más de la mitad del personal en I+D de toda España, Cataluña es la comunidad autónoma con mayor representatividad de empresas con personal en I+D de 1.433 trabajadores.

**Tabla 3.5. Distribución de la muestra por localización del personal total de I+D**

<b>Comunidad Autónoma</b>	<b>Número de empresas</b>	<b>Porcentaje</b>
Andalucía	284	5,26
Aragón	177	3,28
Asturias	102	1,89
Baleares	23	0,43
Canarias	35	0,65
Cantabria	61	1,13
Castilla y León	212	3,92
Castilla-La Mancha	89	1,65
Cataluña	1433	26,53
Comunidad Valenciana	579	10,72
Extremadura	41	0,76
Galicia	281	5,20
Madrid	833	15,42
Murcia	141	2,61
Navarra	218	4,04
País Vasco	815	15,09
La Rioja	77	1,43
Ceuta	0	0,00
Melilla	1	0,02
Total	5402	100,00

### **3.2. VARIABLES REPRESENTATIVAS DE LA CONTRATACIÓN DE DOCTORES EN LAS EMPRESAS**

Las variables para contrastar el modelo general sobre la evaluación de la contratación de doctores se describen a continuación conforme a las tres categorías definidas en la Tabla 3.2: 1) variables de tratamiento, que

representan la contratación de los doctores en las empresas; 2) variables resultado, que reflejan los efectos en los *inputs* y *outputs* del proceso innovador; 3) variables exógenas, que recogen información de las características de las empresas que contrataron doctores.

Para identificar a las empresas que contrataron doctores, se construyó una variable dicotómica que de acuerdo con la metodología es la variable tratamiento  $D_i$ . En la Tabla 3.6 se describe esta variable de tratamiento.

**Tabla 3.6. Variable representativa de la contratación de doctores en las empresas**

Variable	Medida
$D_i$	= 1 si la empresa contrató doctores en el año 2008 y cero en caso contrario

---

Un total de 1.190 empresas tenían contratados doctores en el año 2008, un 10.64% de la muestra. Para poder detallar los efectos de la incorporación de doctores en el proceso innovador de las empresas, era necesario identificar a las empresas que incorporaron estos recursos humanos en el año 2008. Debido a que PITEC no recoge información sobre la fecha de incorporación, se empleó el año 2007 para conocer la variación en la contratación. Por ello, se consideró que una empresa había contratado doctores si en el año 2007 el estatus de la variable



doctores era de 0 y en el año 2008, igual a 1. De esta forma se pudo comprobar que 281 empresas incorporaron doctores ese año.

La distribución de la contratación de doctores por sectores de actividad se aprecia en la Tabla 3.7. Las industrias del petróleo, confección, artes gráficas y reproducción, construcción naval, otro equipo de transporte, hostelería, actividades financieras y de seguros, actividades inmobiliarias, y actividades administrativas y servicios auxiliares no contrataron doctores. Estos representan el 11,14% de la muestra. Caso contrario ocurre en los sectores de programación, consultoría, otras actividades profesionales y científicas, e industria química, donde se requiere mano de obra más calificada, por lo que los doctores fueron más demandados para trabajar. Estos representan el 28,47% de la muestra, entre los que se impone el sector servicios con una contratación del 20,28%.

**Tabla 3.7. Distribución de la muestra de acuerdo con el sector de actividad y la contratación de doctores al 2008**

Sector	Empresas que no contrataron doctores		Empresas que contrataron doctores	
	Número de empresas	Porcentaje	Número de empresas	Porcentaje
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	136	1,25	6	2,14
Industrias Extractivas	56	0,51	3	1,07
Industrias del petróleo	3	0,03	0	0,00
Alimentación, bebidas y tabaco	726	6,66	17	6,05
Textil	214	1,96	5	1,78

Confección	94	0,86	0	0,00
Cuero y Calzado	67	0,61	1	0,36
Madera y corcho	103	0,94	1	0,36
Cartón y papel	110	1,01	1	0,36
Artes gráficas y reproducción	88	0,81	0	0,00
Química	551	5,05	23	8,19
Farmacia	143	1,31	13	4,63
Caucho y plástico	355	3,26	11	3,91
Productos minerales no metálicos	325	2,98	12	4,27
Metalurgia	154	1,41	6	2,14
Manufactureras metálicas	610	5,60	5	1,78
Productos informáticos, electrónicos y ópticos	267	2,45	15	5,34
Material y equipo eléctrico	265	2,43	8	2,85
Otra maquinaria y equipo	671	6,16	15	5,34
Vehículos de motor	265	2,43	3	1,07
Construcción naval	23	0,21	0	0,00
Construcción Aeronáutica y espacial	22	0,20	1	0,36
Otro equipo de transporte	29	0,27	0	0,00
Muebles	200	1,83	4	1,42
Otras actividades de fabricación	151	1,39	3	1,07
Reparación e instalación de maquinaria y equipo	114	1,05	2	0,71
Energía y agua	73	0,67	3	1,07
Saneamiento, gestión de residuos	90	0,83	1	0,36
Construcción	467	4,28	5	1,78
Comercio	858	7,87	16	5,69
Transporte y almacenamiento	248	2,28	3	1,07
Hostelería	192	1,76	0	0,00
Telecomunicaciones	51	0,47	2	0,71
Programación, consultoría y otras actividades	611	5,60	29	10,32
Otros servicios de informática y comunicaciones	276	2,53	6	2,14

Actividades financieras y de seguros	229	2,10	0	0,00
Actividades inmobiliarias	65	0,60	0	0,00
Servicios de I+D	271	2,49	18	6,41
Otras actividades profesionales y científicas	785	7,20	28	9,96
Actividades administrativas y servicios auxiliares	491	4,50	0	0,00
Educación	54	0,50	1	0,36
Actividades administrativas y servicios sociales	232	2,13	9	3,20
Actividades artísticas y recreativas	54	0,50	1	0,36
Otros servicios	112	1,03	4	1,42
Total	10901,00	100,00	281	100,00

---

En cuanto a la localización de doctores por comunidades autónomas, en la Tabla 3.8 se aprecia que un 58,72% del total empresas que contrataron personal en I+D se encuentra en 5 regiones: la primera, Madrid, con el 18,51%; la segunda, Cataluña, con el 17,44%; después, el País Vasco, con el 11,74%, y la Comunidad Valenciana, con el 11,03%; seguidas muy de cerca por Andalucía, con el 9,25%. Estas regiones agrupan más del 60% del personal dedicado a actividades de I+D en España y esto indica una fuerte dirección de las contrataciones hacia regiones con una mayor concentración de actividad innovadora. Destacan las comunidades con poca o ninguna presencia de empresas con doctores contratados como Ceuta, Melilla y Baleares. Con índices muy bajos tenemos a Canarias, La Rioja y Castilla-La Mancha.

**Tabla 3.8. Distribución de la muestra por localización del personal total de I+D y de doctores contratados por las empresas**

Comunidad Autónoma	Empresas que no contrataron doctores		Empresas que contrataron doctores	
	Número de Empresas	Porcentaje	Número de Empresas	Porcentaje
Andalucía	258	5,04	26	9,25
Aragón	165	3,22	12	4,27
Asturias	94	1,84	8	2,85
Baleares	23	0,45	0	0,00
Canarias	32	0,62	3	1,07
Cantabria	55	1,07	6	2,14
Castilla y León	199	3,89	13	4,63
Castilla-La Mancha	84	1,64	5	1,78
Cataluña	1384	27,03	49	17,44
Comunidad Valenciana	548	10,70	31	11,03
Extremadura	35	0,68	6	2,14
Galicia	261	5,10	20	7,12
Madrid	781	15,25	52	18,51
Murcia	133	2,60	8	2,85
Navarra	213	4,16	5	1,78
País Vasco	782	15,27	33	11,74
La Rioja	73	1,43	4	1,42
Ceuta	0	0,00	0	0,00
Melilla	1	0,02	0	0,00
Total	5121	100,00	281	100,00

### **3.3. VARIABLES REPRESENTATIVAS DE LA ACTIVIDAD INNOVADORA DE LA EMPRESA**

Para contrastar las hipótesis propuestas por el modelo de la investigación, recogidas en la Figura 2.1, se propone utilizar un conjunto de variables de la actividad innovadora de la empresa que recojan información de los *inputs* y *outputs* del proceso innovador empresarial. Se ha seleccionado un conjunto amplio de variables para superar las limitaciones que genera utilizar una sola variable y poder conocer a fondo la influencia de los doctores en aspectos más amplios de la actividad innovadora de las empresas. A continuación, se presentan y se definen las variables empleadas para medir los efectos en los *inputs* y *outputs* del proceso innovador.

Como se ha señalado en el apartado anterior, los efectos en los *inputs* son casi inexistentes. Por lo que sabemos, se han utilizado variables de la intensidad en I+D interna y externa para conocer el efecto que ejerce la contratación de doctores en el desarrollo interno y en la adquisición de tecnología externa (Herrera et al., 2010). A diferencia de los estudios realizados hasta ahora, aquí se ha evaluado el efecto sobre 6 indicadores: la investigación básica, la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico, la intensidad en I+D, los gastos internos en I+D, y los gastos externos en I+D, con el objetivo de conseguir una visión más amplia de la influencia de la contratación en los procesos de generación y obtención de conocimiento en las empresas.

En el caso de los tipos de investigación básica, aplicada y desarrollo tecnológico, se adhieren todas las actividades vinculadas con la investigación que se desarrollan en la empresa y se han incorporado en el estudio para conocer hacia qué tipo de investigación va destinado el esfuerzo de los doctores. Igualmente, se ha considerado la intensidad en I+D para analizar el efecto en el grado de compromiso que las empresas dedican a las actividades de I+D. Por último, pero no menos importante, se han incluido indicadores de la distribución que hacen las empresas entre gastos internos y gastos externos en I+D para analizar el impacto de los doctores en la generación interna de tecnología frente al desarrollo externo. En la Tabla 3.9 se presentan las medidas de estas variables.

**Tabla 3.9. Variables representativas de la actividad innovadora de las empresas para la estimación de los inputs**

<b>Variables</b>	<b>Medidas</b>
<i>Investigación Básica</i>	Porcentaje del gasto interno en I+D correspondiente a investigación básica
<i>Investigación Aplicada</i>	Porcentaje del gasto interno en I+D correspondiente a investigación aplicada
<i>Desarrollo Tecnológico</i>	Porcentaje del gasto interno en I+D correspondiente a desarrollo tecnológico
<i>Intensidad en I+D</i>	Gastos totales en I+D/Ventas Totales multiplicado por cien
<i>Gastos Internos en I+D</i>	Porcentaje del gasto interno en I+D del total de gastos en Innovación
<i>Gastos Externos en I+D</i>	Porcentaje del gasto externo en I+D del total de gastos en Innovación

Como se ha comentado en apartados anteriores, generalmente, los estudios utilizaron patentes para conocer el efecto de la contratación de doctores en la actividad innovadora de las empresas. Es ampliamente aceptado que esta variable es muy usada para observar el rendimiento innovador. Ahora bien, no refleja la magnitud total de los efectos de la contratación de los doctores en los *outputs*. Cabe destacar que los estudios que se realizaron sobre los *outputs* provienen principalmente de países con elevados índices de patentes como EE.UU., que contaba con un total del 30,7% de las patentes a nivel mundial en el año 2008. Por el contrario, España tenía en ese mismo año un 0,5% de las patentes a nivel mundial y un índice de 4,9 patentes por millón de habitantes (OCDE, 2011; COTEC, 2011). Con el fin de superar las limitaciones de este indicador, en esta investigación se han evaluado los efectos de la contratación de doctores en 3 indicadores: la propensión a patentar, el porcentaje de ventas de productos nuevos para la empresa y el porcentaje de ventas de productos nuevos para el mercado. A pesar de la baja propensión a patentar de las empresas españolas, el uso de este indicador es importante para determinar la relación entre la contratación de doctores y la explotación comercial del conocimiento. Para estimar con mayor precisión los efectos de la contratación de doctores en empresas que tienen actividades de I+D interna pero que no las llegan a patentar, en este estudio se ha analizado el efecto en el porcentaje de ventas correspondiente a productos nuevos para el mercado y el porcentaje de ventas de productos nuevos para la empresa. En la literatura, un producto nuevo para la empresa está asociado a una innovación incremental; uno

nuevo para el mercado, a una innovación radical. En la encuesta, el porcentaje de ventas corresponde al valor medio en 3 años. En informes del INE (2010), se estima que un 20,8% de las empresas españolas realizaron innovaciones de productos en el año 2008. La innovación de productos representó el 12,7% de las ventas de las empresas, pero, si hablamos exclusivamente de productos nuevos para el mercado, el porcentaje se reduce al 5,7%. En la Tabla 3.10, se recogen las medidas de las variables para contrastar los efectos de la contratación en los *outputs* del proceso innovador.

**Tabla 3.10 Variables representativas de la actividad innovadora de las empresas para la estimación de los inputs**

<b>Variables</b>	<b>Medidas</b>
<i>Propensión a Patentar</i>	El número de patentes de la empresa/ El número de empleados en I+D multiplicado por cien.
<i>% Ventas de productos nuevos para la empresa</i>	El porcentaje de Ventas de productos nuevos para la empresa de la Cifra Total de Ventas.
<i>% Ventas de productos nuevos para el mercado</i>	El porcentaje de Ventas de productos nuevos para el mercado de la Cifra Total de Ventas.

---



### **3.4. VARIABLES PARA EL ESTUDIO DE LA CONTRATACIÓN DE DOCTORES POR LAS EMPRESAS**

Las variables  $X_i$  empleadas para estimar la propensión de las empresas a contratar doctores o  $P(X_i)$  se han seleccionado de acuerdo con la evidencia empírica. Estas son: variables representativas de las características de las empresas, variables del entorno geográfico y variables relacionadas con las decisiones estratégicas. Estas variables se han incluido con un retardo temporal de un año, es decir, sus valores en 2007, con vistas a reducir posibles problemas de endogeneidad y a mejorar la calidad del emparejamiento.

Las variables representativas de las características de las empresas utilizadas en la investigación son: el tamaño, la edad, la pertenencia a un sector manufacturero de alta o media tecnología o al sector servicios intensivos en conocimiento. La variable tamaño se ha introducido en la investigación para determinar la capacidad de la empresa para obtener recursos. Esta variable está muy presente en la literatura sobre los estudios de innovación (Schumpeter, 1942; Cohen, 1995; Cohen y Kepler, 1996). Aquí se destaca que las empresas de mayor tamaño se benefician de recursos financieros adicionales y de la posibilidad de acceder a economías de escala para explotar con éxito el conocimiento externo (Kogut y Zander, 1993). Sin embargo, también se ha señalado que las empresas de menor tamaño son más flexibles a la hora de hacer movimientos estratégicos rápidos para adaptarse eficientemente a los cambios del mercado (Hitt et al., 1998). Esta flexibilidad permite

aprender y adaptar de forma más eficiente el conocimiento procedente de fuentes externas. En este estudio, se ha incluido el logaritmo del número de empleados. Por su parte, la edad es, junto con el tamaño, una de las variables más utilizadas en los estudios de innovación. Las empresas con mayor edad van desarrollando experiencia tanto en el mercado como en el desarrollo de las actividades innovadoras. La edad se determinó como la raíz cuadrada del número de años de la empresa. El estudio también ha empleado variables dicotómicas para determinar la pertenencia de la empresa al sector servicios intensivos en conocimiento o al sector manufacturero de alta y media tecnología. Se han elegido estos sectores por ser los que la literatura considera que demandan más recursos humanos en ciencia y tecnología. En este caso, la variable tomó el valor de 1 si la empresa pertenecía a alguno de los sectores tecnológicos señalados y cero en el caso contrario. Para determinar los sectores, se ha utilizado la clasificación de Eurostat, NACE Rev. 2.

El estudio también ha introducido una variable que indica la localización de la empresa, ya que la concentración de la actividad innovadora y el contexto innovador son uno de los principales determinantes de la movilidad de doctores (Hoisl, 2007). Las empresas ubicadas en parques científicos pueden beneficiarse del conocimiento de la zona (Casey, 2009). En esta investigación la variable tomó el valor de 1 si la empresa estaba localizada en un parque científico o tecnológico y 0 en el caso contrario.

Como un indicador de las decisiones estratégicas, hemos empleado la variable cooperación tecnológica porque la idea central de este indicador radica en que son mecanismos útiles para la adquisición de conocimientos y el aprendizaje (Hamel et al., 1989). En nuestro estudio, es una variable de conteo que está compuesta por valores que van de 0 a 12 socios. Para ello, de la encuesta se ha utilizado a tres socios principales: las universidades, los organismos públicos de investigación y los centros tecnológicos. El panel de datos cuenta con información de la localización del socio que puede ser del mismo país, de otros países de Europa, de EE.UU. y de China o India. La variable, por tanto, puede adquirir valores de 1 a 12. Un valor de 12, por ejemplo, indicaría que la empresa colaboró con los 3 tipos de socios en las 4 localizaciones diferentes. Además, se han considerado la investigación básica, aplicada y desarrollo tecnológico con valores del 2007, estas variables se han incluido porque aportan distintos valores estratégicos de la empresa (Herrera y Nieto, 2015).

El estudio ha considerado las subvenciones. La variable tomó el valor de 1 cuando la empresa recibió una subvención de la Administración Central o de las Comunidades Autónomas y Locales. En la Tabla 3.11 se describen estas variables.

**Tabla 3.11. Variables representativas de las empresas que contrataron doctores**

<b>Variables</b>	<b>Medidas</b>
<i>Tamaño de la Empresa (t-1)</i>	Logaritmo del número de empleados de la empresa en 2007.
<i>Edad de la Empresa(t-1)</i>	La raíz cuadrada del número de años de antigüedad de la empresa en 2007.
<i>Sector Manufacturero de Alta Tecnología (t-1)</i>	1 indica que la empresa pertenece a este sector (NACE Rev. 2 códigos: 21 fabricación de productos farmacéuticos 26 fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos).
<i>Sector Manufacturero de Media Tecnología (t-1)</i>	1 indica que la empresa pertenece a este sector (NACE Rev. 2 códigos: 20 industria química, 27 fabricación de material y equipo eléctrico, 28 fabricación de maquinaria y equipo, 29 fabricación de vehículos de motor, 30 fabricación de otro material de transporte, excluyendo 301, 303).
<i>Sector Servicios Intensivos en Conocimiento (t-1)</i>	1 indica que la empresa pertenece a este sector (NACE Rev. 2 códigos: 49 transporte terrestre, 50 transporte marítimo, 51 transporte aéreo, 52 almacenamiento, 53 actividades postales y de correos, 58 edición, 59 actividades cinematográficas, 60 actividades de radio y televisión, 71 servicios de arquitectura e ingeniería, 73 publicidad, 74 otras actividades científicas y técnicas, 77 actividades de alquiler, 78 actividades relacionadas con el empleo, 79 agencias de viajes, 80 actividades de seguridad e investigación, 81 servicios a edificios y jardinería, 82 actividades administrativas, 85 educación).
<i>Parque (t-1)</i>	1 indica que la empresa está ubicada en un parque científico o tecnológico.
<i>Cooperación Total (t-1)</i>	1-12 si la empresa cooperó con Universidades, con Organismos de Investigación y Centros Tecnológicos, por la localización del socio.
<i>Financiación de Administraciones Locales y Autonómicas (t-1)</i>	1 indica que la empresa recibió una subvención de estas Administraciones y 0 en caso contrario.
<i>Financiación de Administración del Estado (t-1)</i>	1 indica que la empresa recibió una subvención de esta Administración y 0 en caso contrario.
<i>Investigación Básica</i>	Porcentaje del gasto interno en I+D correspondiente a investigación básica en 2007
<i>Investigación Aplicada</i>	Porcentaje del gasto interno en I+D correspondiente a investigación aplicada en 2007
<i>Desarrollo Tecnológico</i>	Porcentaje del gasto externo en I+D del total de gastos en Innovación en 2007

---

**CAPÍTULO 4**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

---



Una vez determinados los métodos estadísticos utilizados en la investigación y después de haber seleccionado el grupo de variables correspondientes, se presentan los resultados del estudio, que se obtuvieron a partir de 3 tipos de análisis. En primer lugar: un análisis descriptivo de los datos que incluyó contrastes de igualdad de medias entre empresas que contrataron doctores y las que no contrataron. A continuación, se realizó un análisis confirmatorio para determinar los factores que influyen en la contratación de los doctores. Finalmente, se realizó un análisis econométrico para determinar el efecto causal de la contratación de los doctores en los inputs y en los outputs del proceso innovador de las empresas.

Después de definir la muestra a analizar, se procedió a contrastar el modelo propuesto para la evaluación del efecto de la contratación de doctores en el proceso innovador de las empresas. Los análisis se llevaron a cabo teniendo en cuenta, en primer lugar, si las empresas habían contratado doctores en el año 2008 o no y, en segundo lugar, que los efectos en las empresas se analizaron en tres años –2010, 2011 y 2012– para poder apreciar de una manera más amplia la contribución de los doctores a la actividad innovadora de las empresas. El proceso para la obtención de resultados se realizó en tres fases que se describen más abajo.

En la primera fase se realiza un análisis descriptivo de los datos considerando los tres grupos de variables en la investigación: la variable de tratamiento, que indica si las empresas contrataron doctores o no; variables resultado, representativas de la actividad innovadora de la empresa; y variables exógenas, que nos muestran características del perfil de las empresas que influyeron en la contratación de doctores. Primero, se presentan los estadísticos descriptivos de todas las variables mencionadas y, después, se da paso a los resultados que revelan similitudes y diferencias en los valores medios de estas variables entre el grupo de empresas que contrataron doctores y el grupo que no los contrató. A continuación, se realizó un análisis de correlación para medir la intensidad de asociación entre las variables del modelo.



En la segunda fase, se llevó a cabo un Modelo Probit en el que se observó la influencia de las variables exógenas en la propensión de las empresas a contratar doctores y se estimaron los efectos marginales con el fin de conocer la importancia relativa de las variables empleadas. De este modo, se obtuvo información de las características de las empresas que contrataron estos recursos humanos.

Por último, en la tercera fase, se efectuó la estimación del PSM en la que se empleó la técnica del vecino más cercano para realizar un emparejamiento entre el grupo de empresas que contrataron y el grupo que no contrató y con ello determinar el efecto causal de la contratación de doctores en la actividad innovadora, concretamente, en los *inputs* y en los *outputs* del proceso innovador.

En esta fase, también se incluyeron contrastes de igualdad de medias entre el grupo de empresas que contrataron o entre el grupo de empresas que no lo hicieron y el grupo de control. Para finalizar, se procedió a discutir los resultados obtenidos en los modelos descritos. La Tabla 4.1 resume las fases y las técnicas estadísticas empleadas en este capítulo.

**Tabla 4.1. Fases de la investigación y técnicas estadísticas empleadas en la validación de las hipótesis**

<b>Fases</b>	<b>Análisis</b>	<b>Metodologías</b>
<b>Fase I</b> Análisis Descriptivo	Estadísticos Descriptivos	Frecuencias, medias y desviaciones típicas
	Contraste de igualdad de medias entre empresas que contrataron doctores vs las que no contrataron antes del emparejamiento	Prueba <i>t</i> de student
	Las relaciones asociadas entre las variables del estudio	Matriz de correlaciones
<b>Fase II</b> Análisis Explicativo	Variables que influyen en la probabilidad de contratar doctores	Modelo Probit y efectos marginales
<b>Fase III</b> Análisis Causal	Contraste de igualdad de medias entre empresas que contrataron doctores vs grupo de control después del emparejamiento	Prueba <i>t</i> de student
	Estimación de los efectos en los inputs y outputs	Propensity Score Matching

#### 4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

En este apartado, se presentan los estadísticos descriptivos de las variables utilizadas en la investigación. La Tabla 4.2 recoge información de los tipos de variables empleadas, el número de observaciones, la media y la desviación típica de cada una de ellas. Las Tablas 4.3 y 4.4

muestran los resultados del contraste de medias entre las empresas que contrataron doctores y las que no los contrataron antes del emparejamiento. La Tabla 4.3 presenta estimaciones para las variables resultado en los años 2010, 2011 y 2012; y la Tabla 4.4, para las variables exógenas. Se empleó la prueba estadística *t* de *student* para el contraste de medias en los dos casos. Los resultados se presentan de forma descriptiva, ya que los análisis mencionados están encaminados a determinar un sesgo en la selección, derivado del hecho de que la contratación no es aleatoria en el conjunto de empresas, y justificar con ello la necesidad de utilizar un análisis confirmatorio y causal.

**Tabla 4.2. Estadísticos descriptivos de las variables del estudio**

Variable	Tipo de variable	Obs.	Media	Desviación Estándar
<b>Variable de Tratamiento</b>				
Contratación de Doctores	Dicotómica	11182	0,025	0,156
<b>Variables de la Actividad Innovadora</b>				
<b>2010</b>				
Investigación básica	Continua	10380	1,215	6,506
Investigación aplicada	Continua	10380	18,301	33,657
Desarrollo tecnológico	Continua	10380	23,547	38,076
Intensidad en I+D	Continua	10374	79,668	4763,005
Gastos internos en I+D	Continua	10380	34,471	42,255
Gastos externos en I+D	Continua	10380	6,604	18,238
Propensión a patentar	Continua	4470	3,074	11,210
% Ventas de productos nuevos para la empresa	Continua	10380	12,383	26,228
% Ventas de productos nuevos para el mercado	Continua	10380	6,023	21,953

<b>2011</b>				
Investigación básica	Continua	9977	1,212	6,623
Investigación aplicada	Continua	9977	17,710	33,415
Desarrollo tecnológico	Continua	9977	22,752	37,821
Intensidad en I+D	Continua	9957	32,792	1489,388
Gastos internos en I+D	Continua	9977	33,966	42,673
Gastos externos en I+D	Continua	9977	6,235	18,182
Propensión a patentar	Continua	4158	2,843	10,571
% Ventas de productos nuevos para la empresa	Continua	9977	9,433	23,288
% Ventas de productos nuevos para el mercado	Continua	9977	7,239	20,001
<b>2012</b>				
Tamaño de la empresa	Continua	11182	4,145	1,704
Edad de la empresa	Continua	10789	4,624	1,687
Sector manufacturero de alta tecnología	Dicotómica	11182	0,039	0,194
Sector manufacturero de media tecnología	Dicotómica	11182	0,311	0,463
Sector servicios intensivo en conocimiento	Dicotómica	11182	0,216	0,412
Subvenciones locales y autonómicas	Dicotómica	11594	0,208	0,406
Subvenciones de la administración del estado	Dicotómica	11594	0,186	0,389
Cooperación	Continua	11182	0,341	0,925
Empresas ubicadas en parques científicos	Dicotómica	11182	0,044	0,205

La Tabla 4.3 revela que existen diferencias significativas en la actividad innovadora de las empresas que contrataron doctores y en las que no los contrataron. Se destaca que las empresas que contrataron doctores mostraron una mayor inversión en investigación básica, aplicada y desarrollo tecnológico en el 2010, 2011 y 2012. En cuanto a los gastos internos y externos en I+D, fueron mayores en el grupo de empresas que contrataron doctores con una mayor tendencia al desarrollo interno de

tecnología frente a la adquisición externa. Asimismo, se descubrió que el porcentaje de ventas de productos nuevos para la empresa, así como el de productos nuevos para el mercado, fue más alto en las empresas que contrataron doctores.

**Tabla 4.3 Contraste de igualdad de medias en el conjunto de variables resultado antes del emparejamiento**

<b>VARIABLES RESULTADO</b>	<b><math>D_i = 1</math> Media</b>	<b><math>D_i = 0</math> Media</b>	
<b>2010</b>			
Investigación básica	3,067	1,173	***
Investigación aplicada	35,936	17,900	***
Desarrollo tecnológico	46,015	22,951	***
Intensidad en I+D	20,006	78,860	
Gastos internos en I+D	67,535	33,638	***
Gastos externos en I+D	10,706	6,505	***
Propensión a patentar	2,402	3,079	
% Ventas de productos nuevos para la empresa	15,645	12,342	**
% Ventas de productos nuevos para el mercado	15,164	8,917	***
<b>2011</b>			
Investigación básica	2,973	1,177	***
Investigación aplicada	32,000	17,415	***
Desarrollo tecnológico	42,762	22,196	***
Intensidad en I+D	17,189	33,091	
Gastos internos en I+D	61,313	33,273	***
Gastos externos en I+D	10,471	6,128	***
Propensión a patentar	2,142	2,878	
% Ventas de productos nuevos para la empresa	14,942	9,321	***
% Ventas de productos nuevos para el mercado	15,321	7,046	***

	2012		
Investigación básica	2,564	0,974	***
Investigación aplicada	32,218	16,933	***
Desarrollo tecnológico	43,819	22,093	***
Intensidad en I+D	20,593	13,288	
Gastos internos en I+D	66,377	33,015	***
Gastos externos en I+D	7,899	5,478	**
Propensión a patentar	1,794	2,509	
% Ventas de productos nuevos para la empresa	13,253	7,965	***
% Ventas de productos nuevos para el mercado	11,967	5,837	***
N	281	10901	

Si es igual a 1 la empresa i contrato doctores y 0 en caso contrario

*t* Nivel de significación de la prueba de t de student para el contraste de igualdad de medias entre variables continuas y dicotómicas.

\*\*\*=P<0.01; \*\*=P<0,05; \*=P<0,10.

Por lo que se refiere a los indicadores de la intensidad en I+D y a la propensión a patentar, aunque fueron mayores en el grupo de empresas que contrataron doctores, no se encontraron diferencias significativas.

La Tabla 4.4 muestra el contraste de medias teniendo en cuenta las variables exógenas que influyen en la contratación de doctores en las empresas. El análisis no mostró diferencias significativas en variables como el tamaño, la edad o la pertenencia al sector manufacturero de media tecnología. En conclusión, se podría decir que estas variables no son factores diferenciadores en la contratación de doctores. En cambio, sí lo fueron la pertenencia a un sector manufacturero de alta tecnología; la obtención de subvenciones de I+D Estatales, Autonómicas o Locales; la cooperación y la ubicación en parques científicos o tecnológicos.

**Tabla 4.4. Contraste de igualdad de medias en el conjunto de variables de exógenas antes del emparejamiento**

Variables Exógenas	$D_i = 1$	$D_i = 0$
	Media	Media <i>t</i>
<b>2007</b>		
Tamaño de la empresa +	4,278	4,142
Edad de la empresa +	4,355	4,636 ***
Sector manufacturero de alta tecnología	0,099	0,037 ***
Sector manufacturero de media tecnología	0,306	0,311
Sector servicios intensivo en conocimiento	0,171	0,217 *
Subvenciones Locales y Autonómicas	0,388	0,205 ***
Subvenciones de la Administración del Estado	0,331	0,182 ***
Cooperación	0,747	0,331 ***
Empresas ubicadas en parques científicos o tecnológicos	0,110	0,042 ***
Investigación Básica	1,733	1,082 *
Investigación Aplicada	36,851	21,252 ***
Desarrollo Tecnológico	46,470	27,721 ***
N	281	10901

$D_i$  es igual a 1 la empresa *i* contrato doctores y 0 en caso contrario

*t* Nivel de significación de la prueba de *t* de student para el contraste de igualdad de medias entre variables continuas

\*\*\*= $P < 0.01$ ; \*\*= $P < 0,05$ ; \*= $P < 0,10$ .

+ A la variable tamaño se le aplicó una transformación logarítmica y a la variable edad una de la raíz cuadrada

La Tabla 4.5 recoge la matriz de correlaciones de las variables empleadas en la estimación de la propensión a contratar doctores o *propensity score*. Los valores de correlación se sitúan por debajo de 0,60, con lo que se descarta un problema potencial de multicolinealidad. En la

investigación también se calculó el factor de inflación de la varianza (VIF) cuyo valor medio fue de 1,12, muy por debajo de los 10 puntos que indican riesgo de multicolinealidad.

Los valores más elevados en la matriz indican que el tamaño de la empresa está correlacionado con la edad. Además, se observó que tanto las variables de las subvenciones Autonómicas y Locales como las del Estado tienen una importante correlación entre ellas y también con la cooperación y el desarrollo tecnológico. Por último, se comprobó que la cooperación se encuentra correlacionada con la ubicación de las empresas en parques científicos o tecnológicos y con la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico.

Esta correlación nos indica que la localización de las empresas en parques científicos o tecnológicos puede llegar a facilitar los acuerdos de cooperación entre las empresas y que estos acuerdos de cooperación están más dirigidos a la aplicación y a la explotación del conocimiento.

Los resultados arrojados del contraste de igualdad de medias de la prueba *t* de *student* revelan que existen diferencias muy marcadas entre empresas y se verifica así el supuesto de un sesgo en la selección de la muestra. Con el fin de reducir este sesgo, se procede a construir un grupo de control para la estimación de los efectos de la contratación de doctores.



Tabla 4.5. Matriz de Correlación

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Doctores	1,000												
2. Tamaño de la empresa	0,012	1,000											
3. Edad de la empresa	-0,026*	0,345*	1,000										
4. Sector manufacturero de alta tecnología	0,050*	-0,022*	0,013	1,000									
5. Sector manufacturero de media tecnología	-0,002	-0,042*	0,118*	-0,135*	1,000								
6. Sector servicios intensivo en conocimiento	-0,018	0,106*	-0,066*	-0,106*	-0,352*	1,000							
7. Subvenciones locales y autonómicas	0,071*	-0,088*	-0,083*	0,040*	0,036*	-0,065*	1,000						
8. Subvenciones de la administración del estado	0,060*	0,034*	-0,020*	0,094*	0,002*	-0,051*	0,335*	1,000					
9. Cooperación	0,070*	0,064*	-0,021*	0,056*	-0,032*	-0,041*	0,315*	0,391*	1,000				
10. Empresas ubicadas en parques científicos o tecnológicos	0,052*	-0,054*	-0,132*	0,042*	-0,085*	0,046*	0,169*	0,174*	0,197*	1,000			
11. Investigación básica	0,016*	-0,026*	-0,020*	0,012	0,012	-0,033*	0,059*	0,093*	0,088*	0,049*	1,000		
12. Investigación aplicada	0,069*	-0,045*	0,013	0,087*	0,058*	-0,102*	0,199*	0,201*	0,199*	0,082*	0,062*	1,000	
13. Desarrollo tecnológico	0,073*	-0,033*	-0,013	0,085*	0,123*	-0,102*	0,218*	0,267*	0,185*	0,077*	-0,009*	-0,154	1,000
Media	0,025	4,145	4,624	0,034	0,311	0,216	0,208	0,186	0,341	0,044	1,092	21,597	28,061
Desviación Estandar	0,156	1,704	1,687	0,194	0,463	0,412	0,406	0,389	0,925	0,204	6,464	35,616	40,044
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	1	10,625	23	1	1	1	1	1	1	1	1	100	100

\* p<0,05.

## **4.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS: FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CONTRATACIÓN DE DOCTORES EN LAS EMPRESAS**

Para contrastar los factores que influyen en la propensión a contratar doctores, se empleó un Modelo Probit y se estimaron los efectos marginales. La Tabla 4.6 presenta los resultados de estas estimaciones. Se observó que el tamaño de la empresa, la pertenencia a un sector de alta tecnología, la localización en un parque científico o tecnológico, la obtención de subvenciones Autonómicas y Locales, la cooperación en I+D y la realización de actividades de investigación básica, aplicada y desarrollo tecnológico influyeron positiva y significativamente en la propensión a contratar doctores. Por el contrario, la edad de la empresa influyó negativa y significativamente. Estos resultados coinciden con los obtenidos en la literatura (Herrera et al., 2010; García-Quevedo et al., 2011; Herrera y Nieto, 2015).

Los efectos marginales confirmaron que las variables de mayor importancia fueron la pertenencia al sector manufacturero de alta tecnología y la ubicación de la empresa en un parque científico o tecnológico. La estimación de los efectos marginales mostró que las empresas dedicadas a la fabricación de productos farmacéuticos, informáticos, electrónicos y ópticos tenían mayor probabilidad de contratar doctores. Un cambio en esta variable incrementaría en 3,9 puntos porcentuales esta probabilidad. Estos resultados coinciden con los que se encuentran en la literatura donde se destaca que las empresas en sectores de alta tecnología tienen una elevada dependencia del

conocimiento científico y, por tanto, una mayor propensión a contratar doctores (Zucker et al., 1998; Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2005; Baba et al., 2009). Algunos estudios han demostrado que las empresas pertenecientes a sectores altamente tecnológicos tienen una mayor probabilidad de llevar a cabo actividades de I+D, lo que influye en la necesidad de ampliar su base de conocimiento, y han encontrado en la contratación de doctores una herramienta para conseguirlo (Toole y Czarnitzki, 2009; Subramanian et al., 2013). Otra de las variables con mayor importancia relativa en la propensión de las empresas a contratar doctores fue la localización de la empresa en un parque científico o tecnológico. Un cambio en esta variable aumentaría, *ceteris paribus*, en 3,5 puntos porcentuales la contratación de nuevos doctores. En esta línea, Stephan (2006) reveló que existe una relación muy fuerte entre la concentración de empresas en regiones altamente tecnológicas y la contratación de doctores en esas regiones. Los parques científicos y tecnológicos constituyen aglomeraciones de empresas demandantes de conocimiento que cuentan con infraestructuras adaptadas para llevar a cabo investigación (Siedschlag et al., 2013). En ellas se requieren continuos flujos de conocimiento para el desarrollo de productos y servicios nuevos y se demanda constantemente mano de obra cualificada. La localización de las empresas en regiones altamente tecnológicas es una de las principales fuentes de conocimiento (Almeida, 1996), puesto que facilita la movilidad de científicos, permitiéndoles el acceso a los conocimientos desarrollados por otras empresas (Almeida y Kogut, 1999).

**Tabla 4.6 Resultados y Efectos Marginales del Modelo Probit para el estudio de las variables que influyen en la propensión a contratar doctores**

Variables	Coeficiente		dy/dx	
	2007	(Error Estándar)		
Tamaño de la empresa	0,075	***	0,004	***
	(0,019)			
Edad de la empresa	-0,067	***	-0,003	***
	(0,021)			
Sector Manufacturero de Alta Tecnología	0,480	***	0,039	***
	(0,121)			
Sector Manufacturero de Media Tecnología	-0,045		-0,002	
	(0,070)			
Sector Servicios Intensivo en Conocimiento	-0,061		-0,003	
	(0,083)			
Subvenciones Locales y Autonómicas	0,121	*	0,007	*
	(0,069)			
Subvenciones de la Administración del Estado	0,072		0,004	
	(0,075)			
Cooperación	0,179	***	0,009	***
	(0,032)			
Empresas ubicadas en Parques Científicos o Tecnológicos	0,440	***	0,035	***
	(0,119)			
Investigación Básica	0,009	***	0,005	***
	(0,004)			
Investigación Aplicada	0,008	***	0,001	***
	(0,001)			
Desarrollo Tecnológico	0,006	***	0,001	***
	(0,001)			
Log Likelihood			-1028,805	
Pseudo R2			0,138	
Prob. > $\chi^2$			0,000	
Número de empresas que contrataron doctores			281	
Número de empresas que no contrataron doctores			7354	
N			7635	
Correctamente clasificados			96,33%	

dy/dx estima el cambio discreto de una variable dicotómica de 0 a 1.

\*\*\*=P<0.01; \*\*=P<0,05; \*=P<0,10.

En la literatura, el tamaño de la empresa se ha asociado positivamente con el acceso a mayores recursos, la facilidad de llevar a cabo un mayor número de proyectos, una mayor experiencia en actividades de I+D y una mayor capacidad de absorción (Luo et al., 2009). Estas empresas tendrían mayores recursos económicos para contratar y retener al personal altamente cualificado (Hoils, 2007). Por ello, es habitual pensar que tienen una mayor propensión a atraer científicos con grado de doctor (Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2005). Hoisl (2007), Herrera et al. (2010) y Herrera y Nieto (2015) revelaron en sus estudios que el tamaño de las empresas influyó positiva y significativamente en la movilidad de científicos hacia las empresas. Este estudio confirma, para el caso español, la influencia positiva.

Los resultados arrojados por el análisis estadístico muestran que la edad de la empresa influye negativa y significativamente en la contratación de doctores en las empresas. Esto podría considerarse contrario a los resultados obtenidos por otros estudios, en los que se manifiesta que la edad de la empresa se asocia a la acumulación del *stock* de conocimiento y, por lo tanto, aumenta la probabilidad de estas empresas de contratar doctores (Rao y Drazin, 2002). Sin embargo, las empresas de mayor edad tienen procesos de innovación más rutinarios y su capacidad de adaptación a los nuevos procesos de innovación se reduce. En esta línea, las empresas de reciente creación cuentan con sistemas de innovación más flexibles (Tushman y Romanelli, 1985) y presentan una mayor probabilidad de innovación (Huergero y Jaumandreu,

2004), como resultado serían más propensas a contratar doctores. En los estudios para el caso español, no se encontró evidencia significativa entre la edad de las empresas y la contratación de doctores (Herrera et al., 2010; García-Quevedo et al., 2011, 2012; Herrera y Nieto, 2015). En nuestro estudio se confirma que la edad de la empresa influye negativamente en esta contratación.

Los resultados arrojados por el estudio muestran que las subvenciones Autonómicas y Locales tuvieron una influencia positiva y significativa en la contratación de doctores en las empresas. Los estudios sobre el efecto de las políticas de innovación han demostrado que las empresas que obtienen subvenciones públicas aumentan la contratación de personal en I+D (Busom, 2000). En consecuencia, se puede decir que la ayuda pública puede facilitar la contratación de recursos humanos en ciencia y tecnología. No obstante, las variables que relacionan a las empresas con el sector manufacturero de media tecnología y el sector servicios intensivos en conocimiento no mostraron influencia significativa en la contratación.

En cuanto al resultado obtenido de la variable cooperación, este estudio coincide con el alcanzado en la mayoría de los estudios sobre la contratación de doctores. En general, la cooperación influye positiva y significativamente en la propensión a contratarlos. Al respecto, García-Quevedo et al. (2012) declararon que las empresas con acuerdos de cooperación son más propensas a contratar doctores porque estos acercan

a la empresa a fuentes de conocimiento valioso, especialmente, a fuentes de conocimiento científico. Algunos estudios señalan que las empresas que cooperan con centros de I+D y universidades y que utilizan las investigaciones de estas organizaciones como fuentes de información tienen una propensión mayor a contratar doctores (Beltramo et al., 2001).

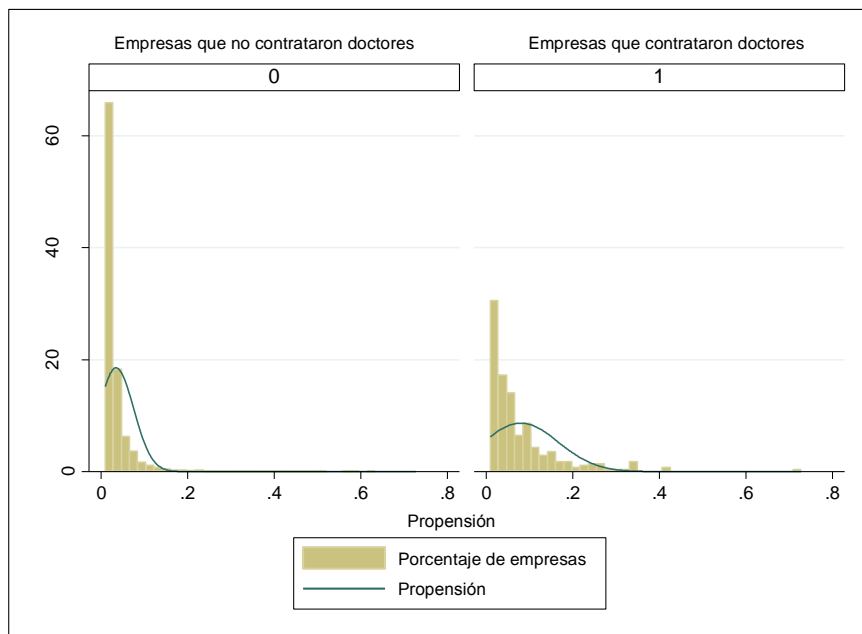
Por último, como cabría esperar, los resultados muestran la influencia de las actividades de I+D. Estas actividades aportan conocimiento con distinto valor estratégico. A pesar de que se supondría una mayor influencia de las actividades de investigación, el desarrollo tecnológico también demanda estos recursos humanos.

#### **4.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS CAUSAL: EFECTO DE LA CONTRATACIÓN DE DOCTORES EN EL PROCESO INNOVADOR DE LAS EMPRESAS**

La estimación del efecto de la contratación de doctores en el proceso innovador de las empresas se realizó de acuerdo con la ecuación (2), que requiere la construcción de un grupo de control formado por empresas que no contrataron doctores. Este grupo de control se constituye para identificar dentro de la muestra general cuáles son las empresas que no contrataron doctores y se parecen más a las del grupo que sí los contrató. Para la elección de este grupo se utilizó como criterio de emparejamiento la propensión a contratar doctores. Esta propensión se obtuvo con la ecuación (4). En el Gráfico 4.1 se muestran las diferencias entre la

propensión de las empresas que contrataron y las que no contrataron doctores en la muestra general. Como se puede observar, la propensión a contratar estos recursos humanos es distinta en los dos grupos de empresas.

**Gráfico 4.1. Propensión de las empresas a contratar doctores antes del emparejamiento**



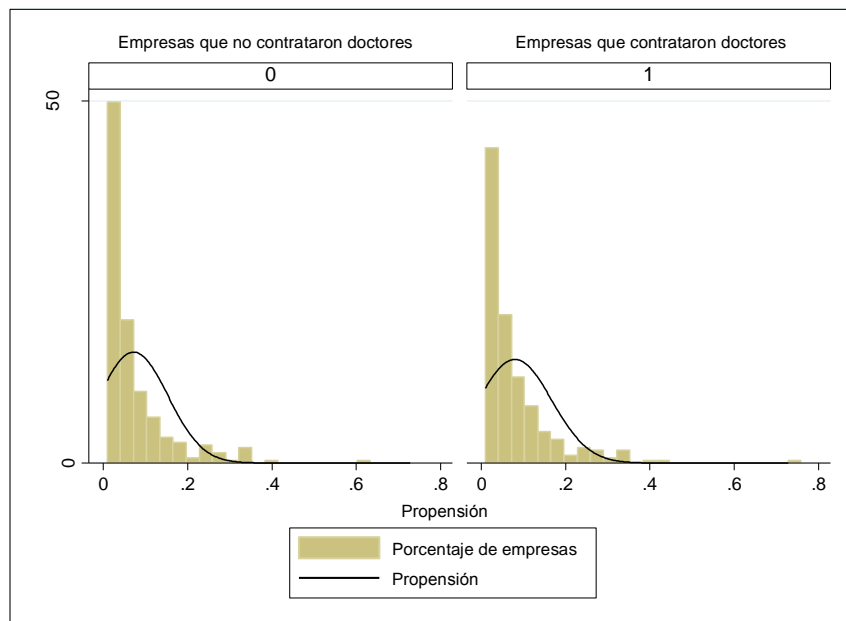
Una vez que cada empresa en la muestra tuvo estimada su propensión a contratar doctores, se procedió a realizar el proceso de emparejamiento. Este se llevó a cabo con el estimador del vecino más cercano –*Nearest Neighbor Matching*– de acuerdo con la ecuación (6) y



se estableció un área de soporte común de acuerdo a la especificación (7). En otras palabras, cada empresa que contrató doctores fue emparejada con una que no los contrató pero que tenía la misma propensión a hacerlo. Este grupo de empresas forma el grupo de control.

El Gráfico 4.2 muestra la propensión a contratar doctores del grupo de empresas que contrató y del grupo de control. Como se puede ver, las curvas de propensión son prácticamente idénticas, lo que revela la calidad del emparejamiento.

**Gráfico 4.2. Propensión de las empresas a contratar doctores después del emparejamiento**



Con el objetivo de demostrar la calidad del emparejamiento en términos numéricos, se realizó un test de igualdad de medias entre las variables exógenas y la propensión a contratar de los dos grupos de empresas antes y después del emparejamiento. Para este propósito se utilizó la prueba estadística *t* de *student*.

La Tabla 4.7 muestra los resultados de estas pruebas en el conjunto de variables exógenas después del emparejamiento. Se advierte que no existen diferencias significativas de la media de estas variables entre el grupo de empresas que contrataron doctores y el grupo de control. Por tanto, controladas las diferencias observables, se puede establecer que las diferencias encontradas en la actividad innovadora son la causa de la contratación de doctores. Igualmente, el número total de empresas del grupo de control es mayor que el del grupo que contrató doctores. Esta diferencia se atribuye al hecho de que el método de emparejamiento encontró más controles disponibles.

La Tabla 4.8 recoge los resultados del contraste de igualdad de medias del *propensity score* antes y después del emparejamiento aplicando la prueba *t* de *student*. En los resultados, se muestran las diferencias significativas existentes en términos de su propensión a contratar doctores antes del emparejamiento y la similitud entre los grupos después del emparejamiento, lo que evidencia la calidad del grupo de control.

**Tabla 4.7 Contraste de igualdad de medias en el conjunto de variables exógenas después del emparejamiento**

<b>VARIABLES EXÓGENAS</b>	<b><math>D_i = 1</math></b>	<b><math>D_i = 0</math></b>
	<b>Media</b>	<b>Media</b>
Tamaño de la empresa	4,463	4,578
Edad de la empresa	4,823	5,034
Sector manufacturero de alta tecnología	0,026	0,413
Sector manufacturero de media tecnología	0,259	0,277
Sector servicios intensivo en conocimiento	0,271	0,264
Subvenciones Locales y Autonómicas	0,227	0,194
Subvenciones de la Administración del Estado	0,194	0,174
Cooperación	0,379	0,380
Empresas ubicadas en parques científicos	0,043	0,058
Investigación básica	0,616	0,984
Investigación aplicada	21,868	18,992
Desarrollo tecnológico	21,318	26,269
N	278	283

$D_i$  es igual a 1 si la empresa  $i$  contrató doctores y 0 en caso contrario.

$t$  nivel de significación de la prueba de  $t$  de *student* para el contraste de igualdad de medias entre variables continuas y dicotómicas.

\*\*\*= $P < 0.01$ ; \*\*= $P < 0.05$ ; \*= $P < 0.10$ .

**Tabla 4.8. Contraste de igualdad de medias en el *propensity score* antes y después del emparejamiento**

Variables	$D_i = 1$	$D_i = 0$	
	Media	Media	
<b>Antes del emparejamiento</b>			
Propensity Score	0,080	0,035	***
N	278	7266	
<b>Después del emparejamiento</b>			
Propensity Score	0,080	0,072	
N	278	283	

$D_i$  es igual a 1 si la empresa  $i$  contrató doctores y 0 en caso contrario.

$t$  nivel de significación de la prueba de  $t$  de *student* para el contraste de igualdad de medias entre variables.

\*\*\*= $P < 0.01$ ; \*\*= $P < 0,05$ ; \*= $P < 0,10$ .

Después de comprobar la viabilidad del grupo de control y los supuestos metodológicos, se pasó a estimar los efectos de la contratación de doctores en las variables resultado del estudio. El estimador del efecto causal representa la diferencia entre las medias del grupo de empresas que contrataron doctores y el que no lo hizo. La contratación revelará un impacto positivo sobre estas variables si su valor es significativamente mayor que cero. Para realizar la evaluación de los efectos, se utilizó la ecuación (5). El valor de esta prueba ATT –efecto promedio del tratamiento– está sesgado hacia arriba por no haber tenido en cuenta que la media de la variable resultado del grupo de control no es el resultado de un proceso aleatorio, sino una estimación basada en el *propensity score* y el proceso de emparejamiento no paramétrico. Para remover este

sesgo se empleó el método Bootstrapping (Geene, 2000). A continuación, se contrastan las hipótesis del estudio y se exponen los resultados obtenidos sobre los efectos de la contratación de doctores en las empresas.

### **Efectos en los *inputs***

Para contrastar la hipótesis  $H_1$  del estudio, que analiza los efectos de la contratación de doctores en los *inputs* del proceso innovador de las empresas, se emplearon como indicadores de los *inputs* las inversiones de la empresa en investigación básica, investigación aplicada y el desarrollo tecnológico; la intensidad en I+D; los gastos internos en I+D y los gastos externos en I+D. En la Tabla 4.9 se recogen las estimaciones del efecto en estos indicadores.

Una de las principales aportaciones de la investigación radica en la variedad de indicadores utilizados para analizar los efectos en los *inputs*. En la literatura, solo se ha analizado el efecto de la contratación de científicos en la intensidad en I+D de las empresas, la que también se incluye en este estudio.

En general, se observó que la contratación de doctores tiene efectos positivos y significativos en los *inputs* del proceso innovador, con lo que se da validez a la hipótesis  $H_1$ . Teniendo en cuenta que la contratación de doctores se realizó en 2008, el efecto se analizó en 2010, 2011 y 2012. Al

considerar los tipos de actividades de I+D –investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico–, nuestros resultados indican que la contratación de doctores tuvo un efecto positivo y significativo en los tres indicadores. Estos resultados muestran que la contratación de doctores resulta determinante para el incremento de la inversión en I+D. Atendiendo a los tipos de I+D, la contratación de doctores supuso un mayor estímulo de las actividades de desarrollo tecnológico al ser la variable que presenta mayores diferencias. El desarrollo tecnológico fue 13,39 puntos porcentuales mayor en las empresas que contrataron doctores en 2010; 9,10 puntos porcentuales en 2011 y 13,60 puntos porcentuales en 2012. En cuanto a la investigación aplicada, también se observaron diferencias significativas con estimaciones más altas que en el caso de la investigación básica. Así, en el año 2010 la inversión en investigación aplicada fue 10,64 puntos porcentuales más alta en el grupo de empresas que contrataron doctores; 8,51 puntos porcentuales en 2011 y 9,21 puntos porcentuales en 2012. El efecto en la investigación básica, aunque positivo, supuso una diferencia muy baja y registró un incremento de 1,90 puntos porcentuales en 2010; 1,58 puntos porcentuales en 2011 y 1,70 puntos porcentuales en 2012. Estos resultados son muy positivos si se tiene en cuenta que los efectos de los doctores no solo se manifestaron en las actividades de investigación, sino también en el desarrollo tecnológico, demostrando que los doctores tienen implicaciones en distintas etapas del proceso innovador. Esto revela que fueron contratados para apoyar actividades de explotación de conocimiento más que de exploración.

El estudio también evidenció que la contratación de doctores influyó positiva y significativamente en la intensidad en I+D de la empresa a un nivel de significación del 10% en los años 2010 y 2012. Sin embargo, la correlación del sesgo a través del método de Bootstrap indicó que este resultado no era significativo en estos años, por lo que se procedió a descartar un efecto sobre esta variable. El análisis descriptivo ya reveló que no existieron diferencias significativas. Por consiguiente, no se detecta una diferencia en el compromiso de la empresa con las actividades de I+D; pero sí, en la distribución que hacen de esos recursos. De este modo, el resultado sobre la intensidad en I+D no coincide con el obtenido en el estudio de Herrera et al. (2010), en el que se declaró que la contratación de científicos influyó positiva y significativamente en la intensidad en I+D de las empresas.

Finalmente, se analizó el efecto de la contratación en la generación interna de tecnología y la adquisición externa. Se observó que los doctores tuvieron un mayor efecto en el desarrollo interno de tecnología. La diferencia porcentual es sensiblemente mayor en los gastos internos que en los externos. Los gastos internos en las empresas que contrataron doctores fueron 21,32 puntos porcentuales más altos en 2010; 14,68 puntos porcentuales en 2011 y 21,29 puntos porcentuales en 2012. Estos resultados son muy positivos considerando que en España son pocas las empresas innovadoras que desarrollan tecnología propia como fuente de ventaja competitiva. Además, el estudio reveló que la contratación no tuvo efectos significativos en los gastos externos en I+D, lo que indica

que la contratación de doctores no sería determinante para la adquisición externa de tecnología.

Al llevar a cabo un análisis comparativo de los efectos de los doctores en los tres años investigados, se concluyó que la magnitud del efecto de la contratación varía; los efectos más bajos fueron en el año 2011 en todos los indicadores analizados. Concretamente, los valores arrojados por los indicadores pudieron verse mermados por la reducción generalizada del gasto en I+D que viene reflejándose en la economía española desde el 2009 (COTEC, 2014).

**Tabla 4.9. Efecto de la contratación de doctores en los inputs del proceso innovador**

Variable Resultado	Empresas $D_i = 1$ Media	Empresas $D_i = 0$ Media	Efecto Causal	Test estadístico t-valor (bootstrap t-valor)	Número de emparejamiento
<b>2010</b>					
Investigación básica	3,067	1,172	1,895	2,538 ** (2,163) **	278
Investigación aplicada	35,936	25,301	10,635	3,257 *** (2,728) ***	278
Desarrollo tecnológico	46,015	32,630	13,385	3,746 *** (3,248) ***	278
Intensidad en I+D	20,006	12,718	7,288	1,847 * (0,732)	278
Gastos internos en I+D	67,535	46,212	21,323	6,295 *** (5,246) ***	278
Gastos externos en I+D	10,706	9,185	1,521	0,971 (0,643)	278



*La incorporación de doctores a las empresas y los efectos en el proceso innovador*

<b>2011</b>						
Investigación básica	2,973	1,392	1,581	2,165	**	278
				(1,945)	**	
Investigación aplicada	32,001	23,491	8,510	2,636	***	278
				(2,176)	**	
Desarrollo tecnológico	42,762	33,664	9,098	2,503	***	278
				(2,103)	**	
Intensidad en I+D	17,189	12,229	4,960	1,364		278
				(0,098)		
Gastos internos en I+D	61,313	46,646	14,667	4,070	***	278
				(3,270)	***	
Gastos externos en I+D	10,471	8,071	2,400	1,477		278
				(1,220)		
<b>2012</b>						
Investigación básica	2,564	0,871	1,693	2,715	***	278
				(2,436)	***	
Investigación aplicada	32,218	23,009	9,209	2,890	***	278
				(2,515)	***	
Desarrollo tecnológico	43,819	30,218	13,601	3,803	***	278
				(2,767)	***	
Intensidad en I+D	20,593	12,373	8,220	1,646	*	278
				(0,324)		
Gastos internos en I+D	66,377	45,086	21,291	5,812	***	278
				(4,829)	***	
Gastos externos en I+D	7,899	6,077	1,822	1,337		278
				(1,027)		

Di es igual a 1 la empresa i contrato doctores y 0 en caso contrario  
 \*\*\*=P<0.01; \*\*=P<0,05; \*=P<0,10.

### **Efecto en los *outputs***

Los resultados del efecto de la contratación de doctores en los *outputs* del proceso innovador de las empresas se recogen en la Tabla 4.10. La estimación de este efecto se ha llevado a cabo en los años 2010, 2011 y 2012 sobre indicadores como la propensión a patentar, el porcentaje de ventas de productos nuevos para la empresa y en el porcentaje de ventas de productos nuevos para el mercado.

Los resultados del modelo indican que la contratación de doctores en las empresas solo tuvo efectos positivos y significativos sobre la venta de productos nuevos para el mercado en los años 2011 y 2012. En 2011, el porcentaje de ventas de productos nuevos para el mercado de las empresas que contrataron doctores fue 4,80 puntos porcentuales más alto que el de las empresas que no los contrataron. En 2012, esa diferencia fue de 4,99 puntos porcentuales. En general, puede afirmarse que la contratación de doctores tiene efectos significativos en la explotación de conocimiento clave para el desarrollo de innovaciones radicales a corto y medio plazo. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Rao et al. (2008), que afirman que las ventas de productos nuevos fueron significativamente más altas en las empresas que contrataron científicos que en las que no los contrataron. Con esto, se pone de manifiesto la importancia capital de la contratación de doctores para el desarrollo de una venta competitiva sostenible. El estudio de Herrmann y Peine (2011) también plantea la necesidad de contratar a científicos con conocimientos

y habilidades especializadas en las empresas para poder desarrollar innovaciones radicales. Es más, si se contratan científicos con conocimiento tecnológicamente distante al que posee la empresa, esta puede desarrollar nuevas combinaciones de conocimiento e incrementar el potencial para explorar nuevas oportunidades científicas y tecnológicas (Tzabbar, 2009). La heterogeneidad del conocimiento científico favorece el desarrollo de estrategias de innovaciones radicales, pero, además, se requiere un enorme esfuerzo intelectual y una mente creativa que permita identificar nuevas combinaciones de conocimiento (Lundvall, 1992). Los estudios coinciden en que la contratación de doctores influye en el desarrollo de productos nuevos (Deeds et al., 1999; Hess y Rothaermel, 2011). Sin embargo, estos estudios no distinguen entre el efecto de la contratación de doctores en el desarrollo de productos nuevos para el mercado –innovaciones radicales– y de productos nuevos para la empresa –innovaciones incrementales–, a excepción del estudio de Herrmann y Peine (2011), que analiza las estrategias en el desarrollo de innovaciones radicales e incrementales a través de la contratación de científicos, sin especificar si estos poseen el grado de doctor.

Los resultados obtenidos sobre las ventas de productos nuevos para la empresa reflejan que la contratación de doctores no tuvo efectos significativos sobre esta variable. Por tanto, nos indica que los doctores no son contratados para llevar a cabo actividades relacionadas con la obtención de innovaciones incrementales. Estos resultados difieren de los alcanzados por Herrmann y Peine (2011), que revelan que la contratación

de científicos con conocimientos homogéneos o con conocimientos científicos básicos es necesaria para llevar acabo innovaciones incrementales de productos. Otros estudios argumentan que las aportaciones de los científicos para la innovación son muy distintas según sus capacidades, habilidades y conocimientos (Rothaermel y Hess, 2007; Baba et al., 2009; Subramanian, 2012).

Por ejemplo, se ha demostrado que los científicos de élite con mayor conocimiento y experiencia son los que dirigen a la empresa hacia nuevas áreas prometedoras de investigación, mientras que los científicos con menor conocimiento o experiencia contribuyen a la aplicación de este conocimiento o al desarrollo de patentes (Furukawa y Goto, 2006; Subramanian et al., 2013).

En nuestro caso, las empresas podrían contratar a personal con una menor cualificación para desarrollar este tipo de actividades de I+D. Esto se puede atribuir a que solo un reducido porcentaje de doctores trabaja en el sector privado en España, concretamente el 18,9% en el año 2009 (Encuesta sobre Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología 2009, INE), y los doctores pueden ser contratados para dirigir la investigación científica de las empresas en España, más que para el desarrollo de innovaciones incrementales.

**Tabla 4.10. Efecto de la contratación de doctores en los outputs del proceso innovador**

Variable Resultado	Empresas $D_i = 1$ Media	Empresas $D_i = 0$ Media	Efecto Causal	Test estadístico t-valor (bootstrap t-valor)	Número de emparejamiento
<b>2010</b>					
% Ventas de productos nuevos para la empresa	15,645	17,932	-2,287	-0,964 (-0,750)	278
% Ventas de productos nuevos para el mercado	15,164	13,603	1,561	0,711 (0,620)	278
Propensión a patentar	2,402	1,601	0,801	1,095 (0,676)	278
<b>2011</b>					
% Ventas de productos nuevos para la empresa	14,942	14,047	0,895	0,383 (0,315)	278
% Ventas de productos nuevos para el mercado	15,321	10,525	4,796	2,211 ** (1,711) *	278
Propensión a patentar	2,142	1,519	0,623	1,065 (0,652)	278
<b>2012</b>					
% Ventas de productos nuevos para la empresa	13,253	12,222	1,031	0,468 (0,399)	278
% Ventas de productos nuevos para el mercado	11,967	6,980	4,987	2,647 *** (2,183) **	278
Propensión a patentar	1,793	1,721	0,072	0,150 (0,075)	278

$D_i$  es igual a 1 la empresa  $i$  contrato doctores y 0 en caso contrario

\*\*\*= $P < 0.01$ ; \*\*= $P < 0.05$ ; \*= $P < 0.10$ .

Por lo que se refiere a la propensión a patentar, el estudio no arrojó efectos significativos sobre esta variable en ninguno de los tres años analizados. Esto puede deberse a la baja propensión a patentar que en general tienen las empresas en España. La literatura ha encontrado un efecto positivo en patentes porque la movilidad de personal científico hacia las empresas se ha estudiado en sectores de alta tecnología que recurren con frecuencia a este mecanismo de protección de conocimiento (Tzabbar, 2009; Al-Laham et al., 2011; Subramanian, 2012) y, en este caso, la investigación ha tenido en cuenta todos los sectores industriales.

La contratación de doctores mostró distintos resultados en los años analizados y se observa que en el año 2010 no se obtuvieron efectos significativos en ninguna de las variables analizadas en el estudio, aunque sí en años posteriores. Esto revela que los efectos que ejercen los doctores en los *outputs* no son inmediatos y se requiere más tiempo para que sean visibles y faciliten la obtención de ventajas competitivas.

A modo de resumen, en la Tabla 4.11 se recogen las hipótesis confirmadas sobre el efecto de la contratación de doctores en los *inputs* y *outputs* del proceso innovador de las empresas.

**Tabla 4.11. Las Hipótesis confirmadas y los efectos significativos de la contratación de los doctores en las variables de la actividad innovadora de las empresas**

Hipótesis	Variables	Relación obtenida		
		2010	2011	2012
H1	<u>Efectos en los Inputs</u>			
	Investigación básica	+	+	+
	Investigación aplicada	+	+	+
	Desarrollo tecnológico	+	+	+
	Intensidad en I+D			
	Gastos internos en I+D	+	+	+
	Gastos externos en I+D			
Hipótesis	Variables	Relación obtenida		
		2010	2011	2012
H2	<u>Efectos en los Outputs</u>			
	% Ventas de productos nuevos para la empresa			
	% Ventas de productos nuevos para el mercado		+	+
	Propensión a patentar			





---

**CAPÍTULO 5**  
**CONCLUSIONES**

---



### **5.1. RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN Y APORTACIONES DEL ESTUDIO**

El objetivo de este estudio era analizar la contratación de doctores y sus efectos en la actividad innovadora de las empresas. El análisis de estos aspectos se ha realizado estimando los efectos de la contratación en los *inputs* y *outputs* del proceso innovador.

En la primera parte de la investigación, se realizó una revisión de la literatura de los estudios que analizaron la incorporación de doctores al sector privado. Concretamente, se examinó la relación entre la formación doctoral y las necesidades del sector privado, donde se subrayan los conocimientos y habilidades que adquieren los científicos durante su formación doctoral y que son de gran importancia para este sector. Asimismo, se comenta la heterogeneidad de su conocimiento tácito y de las capacidades que poseen, y la repercusión de estos en la actividad innovadora empresarial. En esta línea, también se definieron las tipologías de doctores y se describieron sus roles en la empresa, haciendo hincapié en la idea de que son un recurso valioso y estratégico por los conocimientos y habilidades especializados que poseen. Esta revisión también incluyó los enfoques teóricos que justifican la importancia de la contratación de doctores y sus consecuencias en la actividad innovadora en las empresas. Para ello, se hizo referencia a la Teoría de los Recursos y Capacidades, la Teoría de la Organización Basada en el Conocimiento, el Enfoque Teórico del Aprendizaje por la Contratación y el Enfoque sobre los Sistemas Nacionales de Innovación. Pese a que estos enfoques

destacan el rol de estos recursos humanos en los procesos de transferencia de conocimiento científico a las empresas, que los reconocen como un elemento diferenciador estratégico y que resaltan su rol en la formación de la capacidad de absorción de las empresas, no prevén herramientas para valorar cómo las empresas pueden obtener ventajas competitivas de su incorporación. Por tanto, la evaluación de los efectos de la contratación de doctores carece de un marco teórico y conceptual que permita explicar cómo influyen en el proceso innovador de las empresas.

En ausencia de un marco teórico, se analizaron los estudios empíricos que habían examinado la relación entre los científicos y el sector privado. Estos estudios se llevaron a cabo en dos niveles de agregación: individual y de la empresa. Los estudios a nivel individual analizan en su mayoría los factores que determinan la elección de los estudiantes de doctorado y los doctores graduados de seguir una carrera en el sector privado. Estos estudios concluyeron que los estudiantes de doctorado que consideraron que su investigación era idónea para su comercialización, que deseaban llevar a cabo investigación en las fases finales del proceso innovador y que tenían atracción por salarios altos y por el acceso a recursos, tenían una mayor probabilidad de incorporarse al sector privado. Los estudios a nivel de la empresa se agrupan en tres tipos. Los primeros estudios analizaron los factores que determinan la contratación de doctores en las empresas. Estos estudios empíricos han resultado claves para identificar el perfil de empresas que contratan

doctores y su mercado de trabajo en el sector privado. Se reveló que las empresas con mayor propensión a contratar doctores eran grandes, pertenecían a sectores de alta y media tecnología, tenían un alto grado de organización en su actividad innovadora, cooperaron con universidades, llevaron a cabo actividades de I+D y se encontraban localizadas en parques científicos o tecnológicos. El segundo grupo de estudios analizó los efectos de la contratación de doctores en las estrategias empresariales, concretamente, la relación entre la contratación y la cooperación en I+D de las empresas. Estos estudios mostraron que los doctores tienen un rol conector que acerca a las empresas no solo a fuentes externas de conocimiento, sino también a fuentes externas de financiación. Como resultado de este rol, la presencia de doctores aumenta la propensión de las empresas a cooperar en I+D. El tercer grupo de estudios analizó el efecto de la contratación de los científicos en el proceso innovador de las empresas. En su mayoría, estos estudios han analizado el efecto de la contratación en medidas del *output* innovador como las patentes o el desarrollo de productos. Los estudios que analizan los efectos en los *inputs* del proceso son prácticamente inexistentes. En general, se puede decir que la contratación de doctores tiene un claro efecto en la productividad de la I+D, incrementando el número de patentes, y el desarrollo y el retorno de nuevos productos.

La revisión de esta literatura nos deja una visión incompleta de la influencia de los doctores en aspectos más amplios del proceso innovador. Esto se debe a que sus roles se han evaluado en sectores de

alta tecnología, donde el conocimiento se protege a través de patentes, y no en el conjunto de empresas innovadoras. Por otra parte, la investigación empírica carece de un estudio conjunto del rol de estos recursos humanos en los *inputs* y *outputs* del proceso innovador, ignorando con la exclusión del estudio en *inputs* su liderazgo en la planificación y su influencia en el curso de las actividades de I+D. Con el fin de superar estas limitaciones en la evidencia empírica, en esta investigación se han formulado dos hipótesis para ampliar el conocimiento sobre el efecto de los doctores en aspectos más amplios de la actividad innovadora de las empresas. Para el efecto, se consideró un amplio número de indicadores que fueron elegidos teniendo en cuenta la evidencia empírica analizada y el reflejo del comportamiento innovador de las empresas españolas. Por un lado, estos indicadores recogen información de los *inputs* del proceso innovador, como son: los distintos tipos de actividades de I+D, la intensidad en I+D, el gasto interno en I+D –generación– y el gasto externo en I+D –adquisición. Por otro lado, contienen información relacionada con los *outputs* del proceso innovador, tales como: la propensión a patentar, las ventas de productos nuevos para la empresa –innovación incremental– y las ventas de productos nuevos para el mercado –innovación radical.

Así, una de las principales aportaciones de la investigación radica en el análisis conjunto de los efectos en los *inputs* y en los *outputs* del proceso innovador. Otra aportación importante reside en la estimación de estos efectos teniendo en cuenta el perfil de las empresas que contrataron

doctores. Con ello, las estimaciones obtenidas del efecto causal estarían libres de problemas de endogeneidad y de sesgo en la selección de la muestra.

Generalmente, la evidencia empírica analizada no controla estos problemas metodológicos y obtiene estimaciones sesgadas del efecto real de la contratación en la actividad innovadora. Para superar este problema, en esta investigación se utilizó un método de emparejamiento no paramétrico denominado *Propensity Score Matching* (PSM). Este método estima el efecto de la contratación de los doctores en el proceso innovador de las empresas como la diferencia entre el resultado potencial del grupo de empresas que contrataron doctores –estado factual– y el resultado hipotético del grupo de empresas que no contrataron doctores pero que tenían la misma probabilidad de hacerlo –estado contrafactual. El emparejamiento se llevó a cabo con el estimador del vecino más cercano –*Nearest Neighbor Matching*–, que realiza los emparejamientos entre empresas que contrataron y que no contrataron doctores lo más parecidas posibles para así poder determinar los efectos de la contratación como las diferencias encontradas en la variable resultado en los dos grupos.

El modelo de investigación se contrastó con datos procedentes del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC), realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), que incluye información de empresas de

distintas características de las que se pueden analizar diversos enfoques de la actividad innovadora empresarial en España.

## **5.2. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DE LA CONTRATACIÓN DE DOCTORES Y LOS EFECTOS EN EL PROCESO INNOVADOR DE LAS EMPRESAS**

### **Factores que influyen en la contratación de doctores**

La primera parte del análisis empírico dirigido a analizar los efectos que determinan la contratación de doctores por las empresas ha permitido concluir que el tamaño de la empresa, la pertenencia a un sector de alta tecnología, la localización de la empresa en un parque científico o tecnológico, la obtención de subvenciones de las administraciones autonómicas y locales, la cooperación en I+D y la realización de actividades de investigación básica, aplicada y desarrollo tecnológico influyen positiva y significativamente en la contratación de doctores. Por el contrario, la edad de la empresa influyó negativa y significativamente. Estos resultados coinciden con los obtenidos en la literatura. Sin embargo, una estimación de los efectos marginales reveló que, para el caso español, la pertenencia al sector manufacturero de alta tecnología y la ubicación de la empresa en un parque científico o tecnológico fueron las variables de mayor importancia en la propensión a contratar doctores.



Estos resultados tienen importantes implicaciones para las empresas. Parece que la contratación tendría beneficios en empresas de gran tamaño que cuentan con recursos económicos suficientes para asumir los elevados costes que demanda la contratación de estos recursos humanos altamente cualificados. Los resultados también muestran que las empresas en disposición de contratar doctores son empresas con una clara orientación al desarrollo de actividades de I+D, buscando no solo la exploración de conocimiento —investigación básica—, sino también la explotación —desarrollo tecnológico. Igualmente, se observó que las empresas contratantes ya contaban con experiencia en I+D. Esto supone que la contratación de doctores no está dirigida a iniciar estas actividades por primera vez, sino a fortalecerlas.

Otra de las variables que tuvo un impacto importante en la contratación de doctores fue la ubicación de las empresas en parques científicos y tecnológicos. La concentración de la innovación en determinados espacios geográficos o localizaciones específicas se ha discutido ampliamente en la literatura. Estas concentraciones demandan recursos y en ellas hay importantes mecanismos de transferencia de conocimiento como la movilidad de trabajadores o la cooperación tecnológica. La literatura ha demostrado que los científicos resultan fundamentales para que el conocimiento sea aprovechado en esa aglomeración de la innovación, de ahí que las empresas localizadas allí demanden estos recursos humanos. Los resultados también demostraron que las empresas con acuerdos de cooperación en I+D también

demandaron doctores. En este estudio, la variable estaba compuesta por acuerdos de cooperación con universidades, organismos públicos de investigación y centros tecnológicos. En la cooperación con estos agentes, el rol de los doctores resulta clave para intercambiar conocimientos, compartir actividades de I+D, reducir el tiempo de los proyectos y compartir los costes asociados a la innovación. Además, los doctores son contratados para ampliar la capacidad de absorción de la empresa, de manera que puedan obtener provecho del conocimiento externo con potencial comercial.

Por último, se observó que las subvenciones de las administraciones autonómicas y locales influyeron en la contratación de doctores, lo que indica que la financiación pública fomenta el empleo de doctores y con ello contribuye a impulsar la innovación del tejido productivo. Este resultado es importante para la política pública porque, como se explicará más adelante, las empresas que contrataron doctores mostraron un mejor desempeño innovador.

#### **Efectos de la contratación de doctores en los *inputs* y *outputs* del proceso innovador de las empresas**

La segunda parte del análisis, dirigido a estimar el efecto de la contratación de doctores en la actividad innovadora de las empresas, evidenció efectos positivos y significativos en los *inputs* del proceso

innovador, principalmente sobre el nivel de recursos que las empresas destinan a las actividades de I+D, dando así validez a la hipótesis  $H_1$ .

Aunque el estudio consideró que la contratación se produjo en el año 2008, los efectos de la contratación fueron analizados en 2010, 2011 y 2012. Se eligieron estos años debido a que en la encuesta algunas variables de interés recogían el valor medio de 3 años, hecho que afectó especialmente a los resultados del efecto en los *outputs*. La estimación en estos 3 años permitió establecer que el efecto sobre los *inputs* no fue progresivo con el paso de los años e incluso disminuyó considerablemente en 2011. A pesar de ello, el efecto en *inputs* fue positivo y significativo durante los 3 años y mostró valores similares en 2010 y 2012.

A diferencia de otros estudios, en este se consideró el efecto de la contratación en la distribución que hacen las empresas de sus gastos en I+D entre investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico. Los resultados mostraron efectos positivos y significativos en las 3 variables. No obstante, se observó que el efecto fue mayor en las actividades vinculadas al desarrollo tecnológico, seguidas muy de cerca por las actividades en investigación aplicada. De este modo, podemos concluir que la contratación estimuló la inversión dirigida principalmente a la explotación y/o a aplicación del conocimiento, más que a la creación y/o ampliación de la base conocimiento de la empresa. Es importante mencionar que, aunque las empresas antes de contratar doctores ya

realizaban inversiones en I+D, tras la contratación la inversión en estas actividades aumentó, pasando a consolidarse como actividades estratégicas para la empresa. Esto indica que las empresas no contrataron doctores para iniciar sus actividades de I+D, sino más bien para consolidarlas, ampliando con ello su *stock* de conocimiento y sus habilidades para solucionar los problemas que surgen en el desarrollo de innovaciones. Así, los doctores aportaron conocimiento y también las habilidades para reducir el fracaso en el proceso innovador. En general, como se comentó en la revisión de la literatura, las empresas innovadoras contrataron doctores para dar continuidad a sus actividades de I+D y legitimar estas actividades ante sus *stakeholders*.

Finalmente, se analizó el efecto en la generación interna de tecnología y la adquisición externa. El estudio reveló que la contratación de doctores tuvo un mayor efecto en el desarrollo interno de tecnología y no tuvo efectos significativos en los gastos externos en I+D. Esto indica que los doctores son contratados como estrategia para generar conocimiento y desarrollar tecnología propia como fuente de ventaja competitiva para las empresas y no para la adquisición externa de conocimiento.

Los resultados también confirmaron que la contratación de doctores en las empresas tuvo efectos positivos y significativos sobre los *outputs* del proceso innovador, validado así la hipótesis  $H_2$ . El análisis mostró que estos efectos positivos se manifestaron sobre la venta de productos

nuevos para el mercado. Por consiguiente, se concluye que la contratación de doctores contribuyó a la transformación de conocimiento en productos con un elevado grado de novedad, ayudando con ello a la mejora significativa de la ventaja competitiva de la empresa. Tradicionalmente, los efectos en *outputs* se han analizado en patentes, lo que no refleja la transformación en productos. En cambio, esta investigación les atribuye a los doctores un rol importante en los procesos de transformación y comercialización. Es decir, su rol va más allá de la simple generación y absorción de conocimiento.

En un análisis *input-output*, se observa que, en el caso español, las empresas contrataron doctores para superar dificultades en la transformación del conocimiento –desarrollo tecnológico– en bienes y servicios con un alto grado de novedad –innovación radical. Al contrario de lo esperado, los doctores en España refuerzan los procesos de explotación de conocimiento más que los de exploración.

A pesar de que el indicador sobre el porcentaje de ventas de productos nuevos para la empresa no arrojó resultados significativos, refleja que la contratación de doctores no resultó determinante para obtener innovaciones incrementales. Estas podrían ser obtenidas por trabajadores con un menor nivel de cualificación, ya que se construyen sobre la base de conocimiento existente. Estos resultados concuerdan con los alcanzados por otros estudios que manifestaron que los investigadores

con grado de doctor contribuyen a la recombinación de distintas fuentes de conocimiento clave para obtener innovaciones radicales.

Por último, el estudio también mostró que no se encontraron efectos significativos en la propensión a patentar de las empresas, lo que se podría explicar por el bajo índice de esta propensión en el conjunto de empresas españolas.

### **5.3. LIMITACIONES DEL ESTUDIO Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

En este apartado se comentan las limitaciones del estudio y se presentan futuras líneas de investigación. La primera limitación del estudio se asocia con la disponibilidad de información para llevar a cabo la investigación. PITEC recoge información sobre la contratación de doctores, pero no sobre las características de los mismos. En consecuencia, no es posible establecer una relación entre la productividad de estos científicos y su influencia en las empresas ni tener en cuenta su orientación en la investigación. Estas dos características han dado lugar a una tipología de científicos con un efecto distinto en el desempeño innovador que no ha podido ser incluida en el análisis.

Otra importante limitación del panel de datos tiene que ver con la medida de muchas variables de interés que representan un promedio de 3 años, de manera que una variable en 2010 muestra su valor promedio de

los años 2008, 2009 y 2010, limitando así el análisis longitudinal de los datos.

A priori, estas limitaciones pueden derivar en futuras líneas de investigación. La información detallada del doctor incorporado permitirá establecer en qué medida su productividad u orientación investigadora resultan determinantes para el éxito de la empresa. Por otro lado, un análisis longitudinal haría posible establecer con mayor precisión en qué momento se hacen visibles los efectos de la contratación. Este estudio ya da cuenta de que es necesario un periodo de tiempo más prolongado.

Para finalizar, hay que resaltar la escasez de estudios que analizan la contratación de doctores en las empresas. Resulta necesario determinar cómo se produce esta incorporación, cómo afecta a las rutinas organizativas, qué problemas se producen en la incorporación de su conocimiento al *stock* de conocimiento o cómo se integran en el grupo de trabajadores de la empresa.





---

## **BIBLIOGRAFÍA**

---



- Agrawal, A. (2006). Engaging the inventor: Exploring licensing strategies for university inventions and the role of latent knowledge. *Strategic Management Journal*, 27(1), 63-79.
- Al-Laham, A., Tzabbar, D., & Amburgey, T. L. (2011). The dynamics of knowledge stocks and knowledge flows: Innovation consequences of recruitment and collaboration in biotech. *Industrial and Corporate Change*, 20(2), 555-583.
- Almeida, P. (1996). Knowledge sourcing by foreign multinationals: Patent citation analysis in the US semiconductor industry. *Strategic Management Journal*, 17(S2), 155-165.
- Almeida, P., Hohberger, J., & Parada, P. (2011). Individual scientific collaborations and firm-level innovation. *Industrial and Corporate Change*, 20(6), 1571-1599.
- Almeida, P., & Kogut, B. (1999). Localization of knowledge and the mobility of engineers in regional networks. *Management Science*, 45(7), 905-917.
- Auriol, L. (2010). Careers of doctorate holders: Employment and mobility patterns. *OECD Science, Technology and Industry Working Paper*.
- Baba, Y., Shichijo, N., & Sedita, S. R. (2009). How do collaborations with universities affect firms' innovative performance? the role of "pasteur scientists" in the advanced materials field. *Research Policy*, 38(5), 756-764.
- Becker, S. O., & Ichino, A. (2002). Estimation of average treatment effects based on propensity scores. *The Stata Journal*, 2(4), 358-377.
- Bekkers, R., & Bodas Freitas, I. M. (2008). Analysing knowledge transfer channels between universities and industry: To what degree do sectors also matter? *Research Policy*, 37(10), 1837-1853.
- Beltramo, J. P., Paul, J. J., & Perret, C. (2001). The recruitment of researchers and the organisation of scientific activity in industry. *International Journal of Technology Management*, 22(7), 811-834.

- Béret, P., Giret, J., & Recotillet, I. (2003). Trajectories from public sector of research to private sector: An analysis using french data on young PhD graduates. Trabajo presentado en el *15th Annual Meeting on Socio-Economics, SASE-Society for the Advancement of Socio-Economics, Aix-En-Provence, 26-28 Juin 2003*.
- Bernal, R. y Peña, X. (2011). *Guía práctica para la evaluación de impacto*. Bogotá, D.C., Colombia: Universidad de los Andes, Facultad de Economía, Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico (CEDE).
- Boardman, P. C. (2008). Beyond the stars: The impact of affiliation with university biotechnology centers on the industrial involvement of university scientists. *Technovation*, 28(5), 291-297.
- Boardman, P. C. (2009). Government centrality to university-industry interactions: University research centers and the industry involvement of academic researchers. *Research Policy*, 38(10), 1505-1516.
- Boardman, P. C., & Ponomariov, B. L. (2009). University researchers working with private companies. *Technovation*, 29(8), 574-574.
- Bozeman, B., & Gaughan, M. (2007). Impacts of grants and contracts on academic researchers' interactions with industry. *Research Policy*, 36(5), 694-707.
- Burgess, R. (1997). The changing context of postgraduate education and training in the UK. *Beyond the First Degree: Graduate Education Lifelong Learning and Careers*. SRHE/Open University Press, Buckingham.
- Busom, I. (2000). An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies. *Economics of Innovation and New Technology*, 9(2), 111-148.
- Canal Domínguez, J. F. (2013). Ingresos y satisfacción laboral de los trabajadores españoles con título de doctor. *Revista Española De Investigaciones Sociológicas (REIS)*, 144(1), 49-71.
- Casey, B. H. (2009). The economic contribution of PhDs. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 31(3), 219-227.

- Cohen, W. (1995), Empirical studies of innovative activity, en: Handbook of the economics of innovation and technological change, Ed: Stoneman, P., Oxford University Press, Oxford.
- Cohen, W. M., & Klepper, S. (1996). A reprise of size and R & D. *The Economic Journal*, 106, 925-951.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152.
- Corolleur, C. D., Carrere, M., & Mangematin, V. (2004). Turning scientific and technological human capital into economic capital: The experience of biotech start-ups in france. *Research Policy*, 33(4), 631-642.
- Crespi, G. A., Geuna, A., & Nesta, L. (2006). *Labour Mobility of Academic Inventors. Career Decision and Knowledge Transfer*. SPRU-Science and Technology Policy Research, University of Sussex, *Working Paper*, 139.
- Crespi, G. A., Geuna, A., & Nesta, L. (2007). The mobility of university inventors in europe. *Journal of Technology Transfer*, 32(3), 195-215.
- Cruz-Castro, L., & Sanz-Menendez, L. (2005). The employment of PhDs in firms: Trajectories, mobility and innovation. *Research Evaluation*, 14(1), 57-69.
- COTEC (2011), *Tecnología e innovación en España*, Informe 2011, Madrid, Fundación COTEC para la innovación tecnológica.
- COTEC (2012), *Tecnología e innovación en España*, Informe 2012, Madrid, Fundación COTEC para la innovación tecnológica.
- COTEC (2014), *Tecnología e innovación en España*, Informe 2014, Madrid, Fundación COTEC para la innovación tecnológica.
- D'Este, P., & Patel, P. (2007). University–industry linkages in the UK: What are the factors underlying the variety of interactions with industry? *Research Policy*, 36(9), 1295-1313.

- Dany, F., & Mangematin, V. (2004). Beyond the dualism between lifelong employment and job insecurity: Some new career promises for young scientists. *Higher Education Policy*, 17(2), 201-219.
- De Grande, H. (2009). Ready or not: different views about transferable skills of doctoral candidates in Flanders. In: *Higher education, partnership, innovation* (51–61). Budapest: Publikon Publishers/ID Research.
- De Grande, H., De Boyser, K., Vandeveldel, K., & Van Rossem, R. (2010). Transitions from academia to industry: How do doctorate holders fit in? *M&SS Working Paper*, 8.
- Deeds, D. L., DeCarolis, D., & Coombs, J. (2000). Dynamic capabilities and new product development in high technology ventures: An empirical analysis of new biotechnology firms. *Journal of Business Venturing*, 15(3), 211-229.
- Dietz, J. S., & Bozeman, B. (2005). Academic careers, patents, and productivity: Industry experience as scientific and technical human capital. *Research Policy*, 34(3), 349-367.
- Ding, W. W. (2011). The impact of founders' professional-education background on the adoption of open science by for-profit biotechnology firms. *Management Science*, 57(2), 257-273.
- Eckhardt, J. T., & Shane, S. A. (2011). Industry changes in technology and complementary assets and the creation of high-growth firms. *Journal of Business Venturing*, 26(4), 412-430.
- Enders, J. (1999). Doctoral training and further career: The case of germany. *I Kivinen, Osmo m.Fl.(Eds), Towards the European Model of Postgraduate Training, University of Turku, Working Paper*, 50.
- Enders, J. (2002). Serving many masters: The PhD on the labour market, the everlasting need of inequality, and the premature death of humboldt. *Higher Education*, 44(3-4), 493-517.

- Enders, J. (2005). Border crossings: Research training, knowledge dissemination and the transformation of academic work. *Higher Education*, 49(1-2), 119-133.
- Enders, J., & De Weert, E. (2004). Science, training and career: Changing modes of knowledge production and labour markets. *Higher Education Policy*, 17(2), 135-152.
- Etzkowitz, H. (2003). Research groups as quasi-firms': The invention of the entrepreneurial university. *Research Policy*, 32(1), 109-121.
- Faems, D., & Subramanian, A. M. (2013). R&D manpower and technological performance: The impact of demographic and task-related diversity. *Research Policy*, 42(9), 1624-1633.
- Freeman, C. (1992). Formal scientific and technical institutions in the national system of innovation. *En National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning* (169-187). London: Pinter Publishers.
- Freeman, C., & Soete, L. (1997). *The economics of industrial innovation*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Fritsch, M., & Krabel, S. (2012). Ready to leave the ivory tower?: Academic scientists' appeal to work in the private sector. *Journal of Technology Transfer*, 37(3), 271-296.
- Furukawa, R., & Goto, A. (2006). The role of corporate scientists in innovation. *Research Policy*, 35(1), 24-36.
- Garcia-Quevedo, J., Mas-Verdu, F., & Polo-Otero, J. (2011). R&D human resources in firms: What determines the educational level required? *Applied Economics Letters*, 18(16), 1537-1540.
- Garcia-Quevedo, J., Mas-Verdu, F., & Polo-Otero, J. (2012). Which firms want PhDs? an analysis of the determinants of the demand. *Higher Education*, 63(5), 607-620.

- Gardner, T. M. (2005). Interfirm competition for human resources: Evidence from the software industry. *Academy of Management Journal*, 48(2), 237-256.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1994). *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage Publications.
- Grindley, P. C., & Teece, D. J. (1997). Licensing and cross-licensing in semiconductors and electronics. *California Management Review*, 39(2), 8-41.
- Hackett, E. J. (1990). Science as a vocation in the 1990s: The changing organizational culture of academic science. *The Journal of Higher Education*, 241-279.
- Hamel, G., Doz, Y. L., & Prahalad, C. K. (1989). Collaborate with your competitors and win. *Harvard Business Review*, 67(1), 133-139.
- Harryson, S. J., Klikaite, S. y Von Zedtwich, M. (2008). How Technology-Based University Research Drives Innovation in Europe and China—Leveraging the Power of Proximity. *Journal of Technology Management in China*, 3(1), 12-46.
- Hatch, N. W., & Dyer, J. H. (2004). Human capital and learning as a source of sustainable competitive advantage. *Strategic Management Journal*, 25(12), 1155-1178.
- Herrera, L., Muñoz-Doyague, M. F., & Nieto, M. (2010). Mobility of public researchers, scientific knowledge transfer, and the firm's innovation process. *Journal of Business Research*, 63(5), 510-518.
- Herrera, L., & Nieto, M. (2015a). The determinants of firms' PhD recruitment to undertake R&D activities. *European Management Journal*, 33(2), 132-142.



- Herrera, L., & Nieto, M. (2015b). PhD careers in spanish industry: Job determinants in manufacturing versus non-manufacturing firms. *Technological Forecasting and Social Change*. In press.
- Herrmann, A. M., & Peine, A. (2011). When 'national innovation system' meet 'varieties of capitalism' arguments on labour qualifications: On the skill types and scientific knowledge needed for radical and incremental product innovations. *Research Policy*, 40(5), 687-701.
- Hess, A. M., & Rothaermel, F. T. (2011). When are assets complementary? star scientists, strategic alliances, and innovation in the pharmaceutical industry. *Strategic Management Journal*, 32(8), 895-909.
- Hess, A., & Rothaermel, F. T. (2012). Intellectual human capital and the emergence of biotechnology: Trends and patterns, 1974–2006. *Engineering Management, IEEE Transactions on*, 59(1), 65-76.
- Higgins, M. J., Stephan, P. E., & Thursby, J. G. (2011). Conveying quality and value in emerging industries: Star scientists and the role of signals in biotechnology. *Research Policy*, 40(4), 605-617.
- Hitt, M. A., Biermant, L., Shimizu, K., & Kochhar, R. (2001). Direct and moderating effects of human capital on strategy and performance in professional service firms: A resource-based perspective. *Academy of Management Journal*, 44(1), 13-28.
- Hitt, M. A., Keats, B. W., & DeMarie, S. M. (1998). Navigating in the new competitive landscape: Building strategic flexibility and competitive advantage in the 21st century. *The Academy of Management Executive*, 12(4), 22-42.
- Hoisl, K. (2007). Tracing mobile inventors-the causality between inventor mobility and inventor productivity. *Research Policy*, 36(5), 619-636.
- Howells, J. (1999). Research and technology outsourcing. *Technology Analysis & Strategic Management*, 11(1), 17-29.

- Howells, J., James, A., & Malik, K. (2003). The sourcing of technological knowledge: Distributed innovation processes and dynamic change. *R&D Management*, 33(4), 395-409.
- Huergo, E., & Jaumandreu, J. (2004). How does probability of innovation change with firm age? *Small Business Economics*, 22(3-4), 193-207.
- Huisman, J., de Weert, E., & Bartelse, J. (2002). Academic careers from a european perspective: The declining desirability of the faculty position. *The Journal of Higher Education*, 73(1), 141-160.
- Kessler, E. H., Bierly, P. E., & Gopalakrishnan, S. (2000). Internal vs. external learning in new product development: Effects on speed, costs and competitive advantage. *R&D Management*, 30(3), 213-224.
- Kitagawa, F. (2011) The industrial Doctorate–Career strategies and employer engagement in research training. *Centre for Learning and Life Chances in Knowledge Economies and Societies, Working Paper*, 27.
- Kivinen, O., Ahola, S., & Kaipainen, P. (1999). Towards the european model of postgraduate training. *University of Turku, Research Unit for the Sociology of Education, Working Paper*, 50.
- Kogut, B., & Zander, U. (1992). Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology. *Organization Science*, 3(3), 383-397.
- Kogut, B., & Zander, U. (1993). Knowledge of the firm and the evolutionary theory of the multinational corporation. *Journal of International Business Studies*, 24(4), 625-645.
- Lacetera, N., Cockburn, I. M., & Henderson, R. (2004). Do firms change capabilities by hiring new people? A study of the adoption of science-based drug discovery. *Advances in Strategic Management*, 21, 133-160.
- Lam, A. (2005). Work roles and careers of R&D scientists in network organizations. *Industrial Relations: A Journal of Economy and Society*, 44(2), 242-275.

- Lam, A. (2007). Knowledge networks and careers: Academic scientists in industry–university links\*. *Journal of Management Studies*, 44(6), 993-1016.
- Lam, A. (2010). From 'ivory tower traditionalists' to 'entrepreneurial scientists'? Academic scientists in fuzzy university-industry boundaries. *Social Studies of Science*, 40(2), 307-340.
- Lam, A. (2011). What motivates academic scientists to engage in research commercialization: 'Gold', 'ribbon' or 'puzzle'? *Research Policy*, 40(10), 1354-1368.
- Lavie, D., & Rosenkopf, L. (2006). Balancing exploration and exploitation in alliance formation. *Academy of Management Journal*, 49(4), 797-818.
- Lee, H., Miozzo, M., & Laredo, P. (2010). Career patterns and competences of PhDs in science and engineering in the knowledge economy: The case of graduates from a UK research-based university. *Research Policy*, 39(7), 869-881.
- Lenzi, C. (2009). Patterns and determinants of skilled workers' mobility: Evidence from a survey of Italian inventors. *Economics of Innovation and New Technology*, 18(2), 161-179.
- Leonard, D. (2000). Transforming doctoral studies: Competencies and artistry. *Higher Education in Europe*, 25(2), 181-192.
- Lundvall, B. (1992). *National innovation system: Towards a theory of innovation and interactive learning*. London: Pinter Publishers.
- Luo, X. R., Koput, K. W., & Powell, W. W. (2009). Intellectual capital or signal? the effects of scientists on alliance formation in knowledge-intensive industries. *Research Policy*, 38(8), 1313-1325.
- Mangematin, V. (2000). PhD job market: Professional trajectories and incentives during the PhD. *Research Policy*, 29(6), 741-756.

- Mangematin, V., Mandran, N. y Crozet, A. (2000). The careers of social science doctoral graduates in France: the influence of how the research was carried out. *European Journal of Education*, 35(1), 111-124.
- Mangematin, V., & Robin, S. (2003). The two faces of PhD students: Management of early careers of french PhDs in life sciences. *Science and Public Policy*, 30(6), 405-414.
- Masso, J., Eamets, R., Meriküll, J., & Kanep, H. (2009). Support for evolution in the knowledge-based economy: Demand for PhDs in estonia. *Baltic Journal of Economics*, 9(1), 5-30.
- Mertens, A., & Rübken, H. (2013). Does a doctoral degree pay off? an empirical analysis of rates of return of german doctorate holders. *Higher Education*, 66(2), 217-231.
- Mougérou, P. (2001). Knowledge diffusion, bridging institutions and the scientific labour market in the french innovation system. Trabajo presentado en *DRUID's Nelson and Winter Conference*,
- Mowery, D. C., Oxley, J. E., & Silverman, B. S. (1996). Strategic alliances and interfirm knowledge transfer. *Strategic Management Journal*, 17(S2), 77-91.
- Murray, F. (2004). The role of academic inventors in entrepreneurial firms: Sharing the laboratory life. *Research Policy*, 33(4), 643-659.
- Navas, J. E., & Guerras, L. Á. (2002). La dirección estratégica de la empresa. Teoría y aplicaciones. Madrid: S.L. Civitas Ediciones.
- OECD (2011), *Main science and technology indicators*, Paris: OECD Publishing.
- Oettl, A., & Agrawal, A. (2008). International labor mobility and knowledge flow externalities. *Journal of International Business Studies*, 39(8), 1242-1260.

- Owen-Smith, J., & Powell, W. W. (2001). To patent or not: Faculty decisions and institutional success at technology transfer. *The Journal of Technology Transfer*, 26(1-2), 99-114.
- Park, C. (2005). New variant PhD: The changing nature of the doctorate in the UK. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 27(2), 189-207.
- Partha, D., & David, P. A. (1994). Toward a new economics of science. *Research Policy*, 23(5), 487-521.
- Patel, P., & Pavitt, K. (1994). The continuing, widespread (and neglected) importance of improvements in mechanical technologies. *Research Policy*, 23(5), 533-545.
- Perkmann, M., King, Z., & Pavelin, S. (2011). Engaging excellence? effects of faculty quality on university engagement with industry. *Research Policy*, 40(4), 539-552.
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D'Este, P., Hughes, A. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. *Research Policy*, 42(2), 423-442.
- Pole, C. (2000). Technicians and scholars in pursuit of the PhD: Some reflections on doctoral study. *Research Papers in Education*, 15(1), 95-111.
- Ponomariov, B. L. (2008). Effects of university characteristics on scientists' interactions with the private sector: An exploratory assessment. *The Journal of Technology Transfer*, 33(5), 485-503.
- Rao, H., & Drazin, R. (2002). Overcoming resource constraints on product innovation by recruiting talent from rivals: A study of the mutual fund industry, 1986-94. *Academy of Management Journal*, 45(3), 491-507.

- Rao, R. S., Chandy, R. K., & Prabhu, J. C. (2008). The fruits of legitimacy: Why some new ventures gain more from innovation than others. *Journal of Marketing*, 72(4), 58-75.
- Rasmussen, E., Mosey, S., & Wright, M. (2014). The influence of university departments on the evolution of entrepreneurial competencies in spin-off ventures. *Research Policy*, 43(1), 92-106.
- Recotillet, I. (2007). PhD graduates with Post-doctoral qualification in the private sector: Does it pay off? *Labour*, 21(3), 473-502.
- Roach, M., & Sauermann, H. (2010). A taste for science? PhD scientists' academic orientation and self-selection into research careers in industry. *Research Policy*, 39(3), 422-434.
- Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. B. (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70(1), 41-55.
- Rosenberg, N., & Nelson, R. R. (1994). American universities and technical advance in industry. *Research Policy*, 23(3), 323-348.
- Rosenkopf, L., & Almeida, P. (2003). Overcoming local search through alliances and mobility. *Management Science*, 49(6), 751-766.
- Rothaermel, F. T., & Hess, A. M. (2007). Building dynamic capabilities: Innovation driven by individual-, firm-, and network-level effects. *Organization Science*, 18(6), 898-921.
- Sauermann, H., & Roach, M. (2014). Not all scientists pay to be scientists: PhDs' preferences for publishing in industrial employment. *Research Policy*, 43(1), 32-47.
- Sauermann, H., & Stephan, P. E. (2010). Twins or Strangers? Differences and Similarities between Industrial and Academic Science. *National Bureau of Economic Research. NBER Working Paper* No. 16113.
- Sauermann, H., & Cohen, W. M. (2010). What makes them tick? employee motives and firm innovation. *Management Science*, 56(12), 2134-2153.

- Schiffauerova, A., & Beaudry, C. (2011). Star scientists and their positions in the canadian biotechnology network. *Economics of Innovation and New Technology*, 20(4), 343-366.
- Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalism, socialism and democracy*. New York: Harper.
- Shettle, C. F. (1997). Who is unemployed? factors affecting unemployment among individuals with doctoral degrees in science and engineering. Arlington: *National Science Foundation, Division of Science Resource Studies, Special Report*, NSF 97-336.
- Siedschlag, I., Smith, D., Turcu, C., & Zhang, X. (2013). What determines the location choice of R&D activities by multinational firms? *Research Policy*, 42(8), 1420-1430.
- Singh, J., & Agrawal, A. (2011). Recruiting for ideas: How firms exploit the prior inventions of new hires. *Management Science*, 57(1), 129-150.
- Song, J., Almeida, P., & Wu, G. (2003). Learning-by-hiring: When is mobility more likely to facilitate interfirm knowledge transfer? *Management Science*, 49(4), 351-365.
- Spithoven, A., & Teirlinck, P. (2010). External R&D: Exploring the functions and qualifications of R&D personnel. *International Journal of Innovation Management*, 14(06), 967-987.
- Stephan, P. E., Gurmu, S., Sumell, A. J. y Black, G. (2007). Who's patenting in the university? Evidence from the survey of doctorate recipients. *Economics of Innovation and New Technology*, 16(2), 71-99.
- Stephan, P. (2006). Wrapping it up in a person: The mobility patterns of new PhDs. En: *Innovation Policy and the Economy* (71-98). Chicago: University of Chicago Press.
- Stern, S. (2004). Do scientists pay to be scientists? *Management Science*, 50(6), 835-853.

- Stokes, D. E. (1997). *Pasteur's quadrant: Basic science and technological innovation*. Washington, D.C.: Brookings Institution Press.
- Stuart, T. E., & Ding, W. W. (2006). When do scientists become entrepreneurs? the social structural antecedents of commercial activity in the academic life sciences. *American Journal of Sociology*, 112(1), 97-144.
- Subramanian, A. M. (2012). A longitudinal study of the influence of intellectual human capital on firm exploratory innovation. *Engineering Management, IEEE Transactions on*, 59(4), 540-550.
- Subramanian, A. M., Lim, K., & Soh, P. (2013). When birds of a feather don't flock together: Different scientists and the roles they play in biotech R&D alliances. *Research Policy*, 42(3), 595-612.
- Sumell, A. J., Stephan, P. E., & Adams, J. D. (2009). Capturing knowledge: The location decision of new Ph.Ds working in industry. In: *Science and engineering careers in the United States: An analysis of markets and employment (257-287)*. Chicago: University of Chicago Press.
- Teece, D. J. (1982). Towards an economic theory of the multiproduct firm. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 3(1), 39-63.
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533.
- Teirlinck, P., & Spithoven, A. (2013). Research collaboration and R&D outsourcing: Different R&D personnel requirements in SMEs. *Technovation*, 33(4), 142-153.
- Thune, T. (2009). Doctoral students on the university-industry interface: A review of the literature. *Higher Education*, 58(5), 637-651.
- Toole, A. A., & Czarnitzki, D. (2010). Commercializing science: Is there a university "brain drain" from academic entrepreneurship? *Management Science*, 56(9), 1599-1614.



- Toole, A. A., & Czarnitzki, D. (2009). Exploring the relationship between scientist human capital and firm performance: The case of biomedical academic entrepreneurs in the SBIR program. *Management Science*, 55(1), 101-114.
- Tushman, M., & Romanelli, E. (1985). Organizational evolution: Interactions between external and emergent processes and strategic choice. *Research in Organizational Behavior*, 8, 171-222.
- Tzabbar, D., Aharonson, B. S., & Amburgey, T. L. (2013). When does tapping external sources of knowledge result in knowledge integration? *Research Policy*, 42(2), 481-494.
- Tzabbar, D. (2009). When does scientist recruitment affect technological repositioning? *Academy of Management Journal*, 52(5), 873-896.
- Usher, R. (2002). A diversity of doctorates: Fitness for the knowledge economy? *Higher Education Research and Development*, 21(2), 143-153.
- Vallas, S. P., & Kleinman, D. L. (2008). Contradiction, convergence and the knowledge economy: The confluence of academic and commercial biotechnology. *Socio-Economic Review*, 6(2), 283-311.
- Van de Schoot, R., Yerkes, M. A., & Sonneveld, H. (2012). The employment status of doctoral recipients: An exploratory study in the netherlands. *International Journal of Doctoral Studies*, 7, 331-348.
- Wallgren, L., & Dahlgren, L. O. (2005). Doctoral education as social practice for knowledge development: Conditions and demands encountered by industry PhD students. *Industry and Higher Education*, 19(6), 433-443.
- Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 5(2), 171-180.
- Winter, S. (1998). Knowledge and competence as strategic assets. En: *The Strategic Management of Intellectual Capital* (165-187). Woburn, MA.: Butterworth-Heinemann.

- Zellner, C. (2002). Evaluating the social economic benefits of publicly funded basic research via scientists' career mobility. *Research Evaluation*, 11(1), 27-35.
- Zellner, C. (2003). The economic effects of basic research: Evidence for embodied knowledge transfer via scientists' migration. *Research Policy*, 32(10), 1881-1895.
- Zollo, M., & Singh, H. (2005). Deliberate learning in corporate acquisitions: Post-acquisition strategies and integration capability in US bank mergers. En: *Strategic Capabilities and Knowledge Transfer within and between Organizations* (306-346). Cheltenham UK, Edward Edgar Publishing.
- Zucker, L. G., & Darby, M. R. (1995). Present at the Revolution: Transformation of Technical Identity for a Large Incumbent Pharmaceutical Firm after the Biotechnological Breakthrough. *National Bureau of Economic Research. Working Paper*, 5243.
- Zucker, L. G., & Darby, M. R. (1996). Star scientists and institutional transformation: Patterns of invention and innovation in the formation of the biotechnology industry. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 93(23), 12709-12716.
- Zucker, L. G., & Darby, M. R. (2001). Capturing technological opportunity via japan's star scientists: Evidence from japanese firms' biotech patents and products. *The Journal of Technology Transfer*, 26(1-2), 37-58.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., & Armstrong, J. (1998). Geographically localized knowledge: Spillovers or markets? *Economic Inquiry*, 36(1), 65-86.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., & Armstrong, J. S. (2002b). Commercializing knowledge: University science, knowledge capture, and firm performance in biotechnology. *Management Science*, 48(1), 138-153.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., & Torero, M. (2002a). Labor mobility from academe to commerce. *Journal of Labor Economics*, 20(3), 629-660.