

DETERMINANTES DE LA CAPACIDAD DE LAS UNIVERSIDADES PARA DESARROLLAR PATENTES

FERNÁNDEZ LÓPEZ,
SARA*
OTERO GONZÁLEZ,
LUIS**
RODEIRO PAZOS,
DAVID***
RODRÍGUEZ
SANDIÁS,
ALFONSO****

Departamento de
Economía Financiera y
Contabilidad
Universidad de Santiago
de Compostela
* Correo e: efsfl@usc.es
** Correo e: eflaog@
usc.es
*** Correo e: edavid@
usc.es
**** Correo e: efars@
usc.es
Ingreso: 28/04/08
Aprobación: 08/09/08

Resumen

El objetivo de este trabajo es determinar los factores que influyen en la capacidad de las universidades públicas españolas para generar patentes. Para ello, se toma como base los datos de las 47 universidades presenciales, aplicando, en primer lugar, un análisis factorial que podrían influir en el desarrollo de patentes universitarias, que permite distinguir dos componentes, los que se utilizan posteriormente como variables independientes de la regresión logística binaria que busca estimar los factores determinantes del desarrollo de patentes por parte de las universidades. Como resultado se obtiene: cuanto mayor es la calidad de la investigación universitaria, la experiencia de sus oficinas de transferencia tecnológica y su dimensión, mayor es la probabilidad de que las universidades patenten.

Palabras clave: Universidades, transferencia de tecnología.

Abstract

The aim of this work is to establish the factors that influence the aptitude of the public Spanish universities to generate patents. For it, we took the information of 47 universities, applying, first, a factorial analysis that might influence the development of university patents, which allow two components to be distinguished, which are in use later as independent variables from the logistic binary regression that seeks to estimate the determinant factors for the development of patents by the universities. As a result, we can say that: as higher and better the research quality, the office experience about technological transfer and dimension, major is the probability of which the universities patent.

Key words: Universities, technological transference.

Introducción

El avance tecnológico es uno de los principales paradigmas en los que se basa el concepto de “nueva economía”. Entre las causas que la difusión del conocimiento y la tecnología han sido elevadas a este nivel, se encuentran los aumentos de productividad experimentados por aquellas regiones más activas en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) que, como consecuencia de las ventajas competitivas alcanzadas, han logrado aumentos en la producción industrial y el nivel de empleo (Saxenian, 1994; Cooke, 1996; Klofsten, *et al.*, 1999). A la hora de diseñar un sistema de innovación local o regional que propicie un desarrollo tecnológico elevado, intervienen, por un lado, una serie de condicionantes del entorno económico (la estructura productiva, el mercado laboral, la infraestructura o las características de la comunidad, entre otros), y por otro, una serie de agentes. Entre los últimos, se sitúan las universidades, los emprendedores, el gobierno local y las entidades de financiación (Salas, *et al.*, 2000).

La actividad científica desarrollada por las universidades las convierte en uno de los agentes más importantes de los sistemas nacionales de innovación (Díaz y Palma, 2004). Además, este papel se ha visto reforzado en los últimos años desde las administraciones públicas. La propia Ley Orgánica de Universidades (LOU) destaca esta labor: “La Universidad desarrollará una investigación de excelencia con los objetivos de contribuir al avance del conocimiento, la innovación y la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos y la competitividad de las empresas” (LOU, artículo 41.1.).

Por tanto, las universidades ya no tienen como únicas funciones la formación y la investigación, sino que además deben contribuir al crecimiento económico de las regiones en donde se ubican

(Branscomb, *et al.*, 1999). Para cumplir con esta tercera tarea, se ha de producir una transferencia de tecnología desde las universidades a la sociedad. Algunas de las posibles vías para llevar a cabo esta transmisión del conocimiento son los contratos de investigación, las patentes y/o la creación de empresas, alternativas que Louis, *et al.* (1989) consideran como distintos tipos de emprendimiento universitario¹.

Tradicionalmente, para comercializar la tecnología desarrollada, las universidades han utilizado patentes (Siegel, *et al.*, 1999) que, de este modo, constituyen indicadores que permiten cuantificar los resultados del proceso de invención e innovación tecnológica desarrollados por las universidades y aplicables en el sector empresarial. Este sistema propicia que tanto las universidades como los investigadores puedan obtener beneficios económicos de la tecnología o productos desarrollados, mediante el cobro de una cantidad inicial por la cesión de la patente. Además, el investigador no debe destinar demasiado tiempo a tareas comerciales, concentrando sus esfuerzos en la investigación. (Lockett, *et al.*, 2003).

El objetivo de este trabajo es determinar tanto los factores que influyen en la generación de patentes por parte de las universidades como el perfil de las universidades públicas españolas más activas en esta materia. La metodología aplicada se basa en el número de patentes desarrolladas por las universidades, de la base de datos Espacenet. Se realiza un análisis factorial y se propone un modelo de regresión logística binomial que permite identificar algunos de los factores determinantes de la capacidad de las universidades para desarrollar patentes.

El esquema seguido se inicia con la revisión teórica de los estudios empíricos previos más recientes. Posteriormente, se establecen las hipótesis que se derivan de la revisión de la lite-

¹ En particular, estos autores distinguen cinco formas de emprendimiento universitario, si bien las tres primeras (el desarrollo de proyectos científicos de gran escala, la captación de financiación adicional y la obtención de fondos privados que avalen económicamente la investigación universitaria) pueden agruparse bajo los contratos de investigación.

ratura así como algunas adicionales. En el cuarto apartado se describe el análisis empírico y sus principales resultados, los cuales justificarían las conclusiones finales.

La transferencia de tecnología a través de las patentes universitarias

Los trabajos en este ámbito se pueden clasificar en cuatro categorías: 1) los que se centran en las características de las empresas que hacen uso de la tecnología universitaria, 2) los que adoptan la perspectiva universitaria, analizando las características y políticas que favorecen el desarrollo de la tecnología, 3) los que estudian la localización geográfica de los procesos de transferencia especialmente exitosos, y 4) los que analizan los canales de transferencia (Agrawal, 2001). Esta investigación pertenecería al segundo tipo.

En los últimos años, se han incrementado los estudios empíricos acerca del comportamiento de las universidades en la generación de patentes, centradas, fundamentalmente, en las experiencias de universidades estadounidenses (Milot, 2005)², han puesto de manifiesto algunos elementos que influyen en la transferencia de tecnología entre universidades y empresas, tales como la calidad de los centros, las relaciones existentes con el sector empresarial o los recursos de las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRIs), entre otros. En España las OTRIs³ son uno de los instrumentos más dinamizadores

para que se realice la transferencia de tecnología de las universidades a la sociedad, debido fundamentalmente a la escasa colaboración de las instituciones de educación superior con las empresas en actividades de I+D.

A su vez, estas investigaciones pueden agruparse en dos categorías en función de si la unidad de análisis es la universidad o los investigadores (departamentos o grupos de investigación, fundamentalmente). Comenzando con la primera categoría, uno de los trabajos pioneros fue el realizado por Henderson, *et al.* (1998), comparando las patentes universitarias con una muestra de un 1% de las patentes industriales estadounidenses durante el periodo 1965-98. Los autores señalan tres factores explicativos del desarrollo de patentes universitarias: el marco legal, consecuencia de las modificaciones legislativas que permitieron la presentación de patentes por parte de la Universidad, el incremento de recursos procedentes del sector empresarial destinados a apoyar la investigación, y el crecimiento del número de centros interfaz.

Posteriormente, Miyata (2000) realiza un trabajo similar, analizando los factores que determinan la capacidad de la universidad para generar resultados que estén próximos a la comercialización, sin necesidad de estar patentados. Él estudia la influencia de cuatro factores: el financiamiento privado de la investigación, la relación de la universidad con el gobierno local, la tradición de los vínculos con el sector empresarial y la calidad de la investigación realizada.

² Inicialmente, buena parte de estas investigaciones (Trajtenberg, *et al.*, 1997; Henderson, *et al.*, 1998; Mowery, *et al.*, 2002; Mowery y Ziedonis, 2002) analizaban la influencia de la Bayh-Dole Act (1980), que garantizaba la propiedad de las patentes financiadas con recursos públicos federales a las universidades, sobre el desarrollo de patentes universitarias. No obstante, el lugar preponderante que ocupan las universidades americanas en la literatura referida a la transferencia de tecnología no obedece sólo a las consecuencias de esta norma, sino que reside en la experiencia empresarial transmitida desde universidades como Stanford o el Massachusetts Institute of Technology (Milot, 2005).

³ Así, las OTRIs en España funcionan como **estructuras de intermediación** cuya labor es dinamizar las relaciones entre el mundo científico universitario y el de la empresa para el aprovechamiento de las capacidades de I+D y los resultados de la actividad investigadora universitaria. Su creación estuvo impulsada por la Secretaría General del Plan Nacional de I+D, con la puesta en marcha del primer Plan Nacional de I+D a finales de 1988. Desde ese momento, y especialmente con la puesta en marcha de la Red OTRI en 1997, las actividades de estas oficinas han evolucionado positivamente. Entre las funciones de las OTRIs se encuentra la gestión de las patentes de las universidades y su explotación por empresas interesadas.

Sus resultados muestran que los dos últimos aspectos resultan fundamentales.

Otros estudios que toman como unidad de análisis las patentes creadas por la universidad son los de Coupé (2003), Foltz, *et al.* (2000) y Owen-Smith y Powell (2003). Coupé (2003) considera que los gastos en I+D son la variable independiente fundamental en la generación de patentes, incorporando otras variables al análisis como el carácter público o privado de la institución, los alumnos matriculados o el número de profesores, como medidas de tamaño, y las donaciones recibidas por la institución. Teniendo en cuenta tanto el gasto en I+D como el personal implicado en estas actividades, Coupé (2003) afirma que la “producción” de I+D tiene unos rendimientos a escala crecientes y constantes⁴.

Por su parte, Foltz, *et al.* (2000) analizan 53 universidades que desarrollaron alguna patente en el área específica de la biotecnología agrícola durante el periodo 1991-98. Los autores establecen una función de producción de investigación que tiene como *inputs*: el capital humano (medido por la cantidad y calidad del personal que trabaja en la OTRI), el capital (fondos para la investigación procedentes de fuentes públicas y privadas), la infraestructura (medida a través de un ranking que refleja la posición de la universidad con respecto a sus iguales) y otras variables que intentan capturar la estructura económica del Estado en el que se ubica la universidad (como el Producto Interno Bruto (PIB) estatal destinado a agricultura). En su modelo inicial, hallan que el número de empleados de la OTRI, el rango de la universidad y los fondos públicos para financiación son variables significativas que mantienen una relación positiva con el número de patentes desarrolladas.

Otro trabajo con una orientación específica en el área de las ciencias de la salud es el Owen-Smith y Powell (2003). Ellos consideran dos

variables dependientes: por un lado, el número de citas recibidas por este tipo de patentes en un año dado y, por otro, una variable *dummy* que refleja la existencia de patentes con un elevado grado de impacto. Como variables independientes consideran cuatro grupos: 1) variables de control que hacen referencia a la región en la que está ubicada la universidad, a su carácter público o privado y a la existencia de una facultad de medicina; 2) variables que recogen la experiencia de la universidad en transferencia de tecnología; 3) la capacidad y el impacto investigador de la universidad; y 4) la posibilidad y potencial para trabajar en red, tanto con organismos públicos como con el sector empresarial. De acuerdo con estos autores, los elementos claves en la transferencia tecnológica son los contactos comerciales facilitados por el trabajo en red y la capacidad investigadora de la universidad, medida por su volumen de publicaciones.

Por su parte, también abundan los trabajos que toman como unidad de análisis los investigadores. Así, Carayol (2004) analiza dos cuestiones, por un lado cómo afectan los incentivos al comportamiento de los investigadores a la hora de patentar, y por otro, la organización colectiva de la investigación, llegando a la conclusión de que la edad tiene un efecto positivo y significativo sobre la labor patentadora.

Las patentes y las publicaciones no siempre están relacionadas. En general, los académicos se centran más en las publicaciones, sobre todo al inicio de su carrera, debido a la importancia en la promoción, aunque posteriormente, se reorienten hacia la generación de patentes. La dedicación a tiempo completo de los investigadores ejerce una influencia positiva, justificada por la enorme dedicación que requiere el proceso de generación de patentes. En este sentido, los profesores que tienen que cumplir con obligaciones docentes tendrían una menor probabilidad de

⁴ La introducción de las donaciones sigue dando como resultado rendimientos a escala crecientes pero no constantes.

desarrollar patentes. Igualmente, la calidad de la investigación y el porcentaje de fondos privados destinados tienen un efecto positivo.

En el caso español, existen varios trabajos, destacando, en primer lugar, tres que utilizan metodologías similares a los estudios previamente mencionados: Azagra (2001), Azagra, *et al.* (2001) y Acosta, *et al.* (2004), quienes toman como unidad de análisis los grupos/departamentos de investigación. Mientras el primero hace referencia exclusivamente a los de la Universidad Politécnica de Valencia, el segundo tiene en cuenta los existentes en las 10 universidades andaluzas (junto con alguno de los pertenecientes al gobierno autonómico y al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC).

Azagra (2001) y Azagra, *et al.* (2001) contrastan el efecto del tamaño y la financiación (pública y privada) de la investigación sobre el desarrollo de patentes universitarias. Los autores encuentran una relación negativa entre el tamaño de los grupos y el desarrollo de patentes, afirmando que los “departamentos con más personal son los que poseen una cultura más alejada de la investigación de invenciones comerciales”. Por su parte, el financiamiento público, contrario a privado, tiene un impacto positivo y significativo sobre la generación de patentes.

Acosta, *et al.* (2004) establecen tres hipótesis que relacionan la generación y el número de patentes con la dotación de recursos humanos del grupo de investigación, así como con la capacidad científica y el financiamiento externo

(público y privado). Estos autores hallan una relación positiva entre la capacidad científica del grupo, medida como el número de publicaciones internacionales, y la generación de patentes.

Por el contrario, los resultados de su trabajo muestran que la dotación de recursos humanos del grupo de investigación no es un elemento determinante. En relación con las fuentes de financiamiento, las que se encuentran ligadas a proyectos de investigación de carácter público, medidas por el número de contratos, no inciden en la propensión a patentar del grupo ni en el número de patentes. Sin embargo, la externa ligada al número de contratos privados de investigación con empresas afecta positivamente a la generación de patentes.

Por último, desde una perspectiva más descriptiva, Duran, *et al.* (2003) realizan, a partir de la información suministrada por la Oficina Europea de Patentes, un estudio exhaustivo sobre las patentes universitarias españolas desarrolladas durante el periodo 1988-02, analizando su potencial como indicador de los resultados del esfuerzo investigador.

Desde una perspectiva empresarial, Acosta y Coronado (2002) analizan las patentes solicitadas por 1,129 empresas en el periodo 1998-01. En su trabajo, tratan indirectamente la labor de las universidades en este ámbito, ya que demuestran que cuanto mayor es la cooperación empresa-universidad, mayor es la probabilidad de que se produzcan flujos de conocimiento en el ámbito empresarial.

Cuadro 1
Estudios previos

UD. DE ANÁLISIS	AUTOR	Nº	PAÍS - PERÍODO	MÉTODO	PRINCIPALES RESULTADOS
Universidades	Henderson, <i>et al.</i> (1998)		Estados Unidos (1965-98)	Regresión MCO*	El marco legal de la investigación. Los recursos privados destinados investigación (+) El número de centros interfaz (+)
	Miyata (2000)	(69)	Estados Unidos	Regresión MCO	Calidad de la investigación (+) Tradición de los vínculos con el sector empresarial (+)
	Coupé (2003)		Estados Unidos (1969-94)	Poisson Binomial negativa	Gasto en I+D (+) Personal destinado a I+D (+)
	Foltz, <i>et al.</i> (2000)	(53)	Estados Unidos (1991-98) Biotecnología agrícola	Binomial negativa Zero Inflated Negative Binomial (ZINB)	Número de trabajadores de la OTRI (+) La infraestructura (+) Fondos públicos para investigación (+)
	Owen-Smith and Powell (2003)		Estados Unidos (1988 – 95). Ciencias de la salud	Logit binomial Binomial negativa	Contactos comerciales y empresariales (+) Capacidad investigadora (número de publicaciones) (+)
Investigadores	Agrawal y Henderson (2002)	Profesores (236)	Estados Unidos, (Massachusetts Institute of Technology), teniendo en cuenta dos departamentos. (1983-97)	Regresión MCO	Capacidad investigadora (número de publicaciones) (+)
	Carayol (2004)	Profesores (934)	Francia (Universidad Luis Pasteur) (1995 –00)	Poisson Zero Inflated Negative Binomial (ZINB)	Edad (+) Dedication a tiempo completo (+) Calidad de la investigación (+) Fondos privados destinados a investigación (+)
	Azagra (2001) Azagra, <i>et al.</i> (2001)	Grupos o centros de investigación (43)	España (Universidad Politécnica de Valencia)	Poisson Binomial negativa	Tamaño de los grupos de investigación (-) Financiación pública (+)
	Acosta, <i>et al.</i> (2004)	Grupos de investigación (1.146)	España : universidades andaluzas (10) + grupos de la junta de Andalucía + CSIC	Logit binomial Binomial negativa	Capacidad científica del grupo.(nº de publicaciones científicas + nº de aportaciones a congresos de carácter internacional) Financiación privada (nº de contratos de financiación privada).

* Mínimos Cuadrados Ordinarios

Cuestiones metodológicas

El análisis empírico toma como base a las 47 Universidades Públicas Presenciales Españolas (UPPE) existentes en 2002. Se ha utilizado información contenida en diferentes bases de datos, siendo fundamental *La Universidad Española en Cifras. Información académica, productiva y financiera de las universidades públicas de España*, publicación que periódicamente edita la Conferencia de Rectores de Universidades Españolas (CRUE) y cuya última edición hacía referencia al ejercicio 2002, por lo que la mayoría de las variables utilizadas son cifras relativas a ese año. En el resto de casos se especifica la fecha y la base de datos usada. La aplicación utilizada ha sido SPSS 12.0.

La mayor parte de los estudios empíricos realizados contrastan las hipótesis establecidas en el marco teórico mediante modelos de probabilidad condicionada y de regresión binomial negativa. No obstante, trabajos como el de Buesa, *et al.* (2004), aplicado a situaciones similares como son los sistemas regionales de investigación, utilizan, entre otras técnicas, el análisis factorial. En esta investigación se ha optado por emplear, en primer lugar, un análisis factorial que permita reducir el número de variables a utilizar, para, posteriormente, aplicar la regresión logística.

El desarrollo de *patentes universitarias*, variable analizada, se considera de dos formas:

- Por un lado se toma el número de patentes desarrolladas por las UPPE en el ejercicio 2003, extraído de la base de datos Espacenet, disponible a través de la Oficina Europea de Patentes (EPO). Se han considerado las patentes generadas por la universidad en el ejercicio posterior a aquel en el que se dispone de indicadores de gestión universitaria.
- Por otro lado, se utiliza una variable dicotómica que toma los valores 1 para aquellas universidades que han desarrollado patentes en el ejercicio 2003 y 0 para aquellas que no lo han hecho o que, aun teniendo una paten-

te en ese año, no tenían ninguna en los dos ejercicios previos.

Como variables independientes se han seleccionado un conjunto de factores que, según la literatura existente, determinarían el desarrollo de patentes por parte de las universidades. Las variables utilizadas así como las hipótesis establecidas se resumen en el cuadro 2. Estas variables se pueden agrupar en diferentes categorías:

- 1) *Recursos financieros para investigación.* En principio, cabe esperar que aquellas universidades receptoras de importantes recursos financieros destinados a investigación los traduzcan en resultados tales como patentes. Se han utilizado diferentes variables relativas a los recursos financieros recibidos por las universidades, en particular, se han tenido en cuenta: las ayudas a la investigación, los proyectos de investigación, la financiación básica, la financiación aplicada y la financiación I+D total, distinguiendo el componente público y privado dentro de cada partida. Resulta importante realizar esta distinción porque, por lo general, la financiación privada ha estado siempre más orientada a la obtención de resultados que puedan comercializarse en el corto y medio plazo. Por el contrario, los recursos públicos han financiado en mayor medida la investigación básica. Así, en algunos países como Estados Unidos las empresas reducen sus gastos en I+D al mismo tiempo que aumentan su apoyo a la investigación académica (Mansfield y Lee, 1996). Este tipo de financiación, generalmente, no se destina sólo a la producción de nuevo conocimiento, también a la creación de nuevas tecnologías o productos potencialmente comercializables. Es de esperar, por tanto, que cuanto mayor sea el peso del financiamiento privado de I+D y/o de la aplicada, mayor sea el interés de la universidad en la obtención de patentes. Además, la financiación procedente del sector empresarial puede interpretarse en cierta

medida como un indicador de los vínculos entre empresa y Universidad. Dentro de este grupo de variables, se han considerado un total de quince.

- 2) *Calidad investigadora de la universidad.* Según Miyata (2000), el desarrollo de patentes no es el objetivo básico de las universidades, sino que aquellas surgen como consecuencia de un proceso de “oferta-estímulo”, esto es, donde la actividad investigadora del profesorado aporte las “semillas” de la innovación. Es de suponer que cuanto mayor sea la calidad investigadora de la universidad, mayor será su propensión a generar patentes.

Siempre resulta difícil medir la capacidad investigadora de una institución. Para ello, se han tomado como variables *proxies* el número de: publicaciones (información extraída de la base de datos del Centro de Información y Documentación Científica, CINDOC⁵), tesis leídas y sexenios de los académicos de esa universidad en 2003 (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, MECD). En este grupo, por tanto, se han considerado un total de tres variables.

- 3) *Tamaño.* Es de suponer que cuanto mayor sea el tamaño de la universidad o el grupo dedicado a la investigación mayor será su capacidad para generar patentes. En este sentido, cuando la unidad de análisis son los grupos, se han encontrado resultados que ratifican la relación contraria, afirmando así que existen deseconomías de escala en la generación de patentes. En este trabajo, se utilizan tres variables indicadoras del tamaño: alumnos matriculados en tercer ciclo, Profesores Equivalentes a Tiempo Completo

(PETC) y Personal Docente e Investigador (PDI) doctor. Esta última variable puede interpretarse además como *proxy* de la calidad de los académicos de una institución.

- 4) *Áreas científicas.* Al igual que el número de patentes que se producen en las empresas depende en cierta medida de los sectores económicos en que operen (Cohen, *et al.*, 2000), cabría esperar que el volumen de patentes desarrolladas por las universidades se encuentra condicionado por la orientación de los estudios que imparten, ya que, existen determinadas ramas de estudio con una propensión mayor a patentar sus descubrimientos. Así, el sector industrial costea principalmente la investigación llevada a cabo en las áreas técnicas, de ciencias experimentales y de la salud, con el objetivo de solucionar problemas científicos y de ingeniería, tratando de alcanzar el desarrollo de soluciones aplicables al ámbito comercial⁶. En consecuencia, estas ramas suelen generar un mayor número de patentes en comparación con las ciencias sociales y humanidades. Ésta no es cuestión trivial, ya que la oferta universitaria es en muchas ocasiones una decisión política (Grao, 2002; Fernández, *et al.*, 2004). En este sentido se han tomado como variables el porcentaje que representan las titulaciones y las tesis leídas en un área científica sobre el total. Dado que la información de la CRUE considera cinco áreas de conocimiento, se obtienen diez variables.

- 5) *Experiencia en transferencia tecnológica.* El papel de las OTRIs en el proceso de desarrollo de patentes ha sido considerado muy relevante por algunos estudios⁷. En este trabajo se ha

⁵ CINDOC recoge información de carácter referencial y bibliográfico sobre los artículos, monografías, informes, tesinas y comunicaciones realizadas en España. Como fuente para la obtención de estos datos se emplean más de 3,000 publicaciones especializadas en estas áreas.

⁶ Véase Shane, 2004 o Acosta y Coronado (2002) para el sector químico.

⁷ Ello ha provocado que en 2003 la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) publicase el primer estudio internacional sobre este tipo de instituciones. No obstante, habrá que esperar a posteriores trabajos para realizar un análisis comparado más homogéneo debido al bajo índice de respuesta (OCDE, 2003).

tomado como variable *proxy* de la experiencia de la OTRI, la diferencia entre 2003 (año de las patentes) y el año de su creación. Adicionalmente, se han considerado dos variables dicotómicas para indicar si la OTRI tiene personal o presupuesto específico destinado al desarrollo de patentes. Para la obtención de estos datos se han utilizado dos fuentes: los informes emitidos por las propias OTRIs, así como los datos disponibles en sus páginas Web, y una encuesta elaborada por el grupo de investigación *Valoración financiera aplicada*, de la Universidad de Santiago de Compostela y remitida a las OTRI. En total tres variables.

6) *Variables de control.* Se han utilizado dos variables de control. La primera es una variable dicotómica que refleja el carácter polítcnico de la universidad. La segunda ha sido establecida siguiendo los argumentos de Owen-Smith y Powell (2003), para quienes la localización de la universidad en una regin activa puede conferirle ventajas en el desarrollo de propiedad intelectual. Resultados similares se han encontrado en el caso de las patentes empresariales espaolas (Acosta y Coronado (2002)) Para medir el caratter activo en investigació de la comunidad autónoma se utiliza el porcentaje de PIB regional destinado a investigació⁸.

⁸ Dato extraído del Instituto Nacional de Estadística (INE).

Cuadro 2
Hipótesis y variables del análisis

GRUPO	VARIABLES	DEFINICIÓN	HIPÓTESIS
FINANCIAMIENTO (15 variables)	<i>Ayudas a la investigación</i> <i>Proyectos de investigación</i> <i>Financiación básica</i> <i>Financiación aplicada</i> <i>Financiación I+D</i> (Para todas ellas se ha distinguido: públicos, privados y totales)	Miles de euros	H1: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y los recursos financieros para investigación recibidos por la Universidad. (+) H1a: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y los recursos financieros privados recibidos por la Universidad. (+) H1b: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y los recursos financieros destinados a investigación aplicada en la Universidad. (+)
CALIDAD INVESTIGADORA (3 variables)	<i>Publicaciones</i> <i>Tesis leídas</i> <i>Sexenios_2003</i>	Número	H2: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y la calidad investigadora de la Universidad. (+)
TAMAÑO (3 variables)	<i>PETC</i> <i>Alumnos en tercer ciclo</i> <i>PDI doctor</i>	Número	H3a: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y el tamaño de la Universidad. (+) H3b: El tamaño de la Universidad puede provocar deseconomías que perjudiquen el desarrollo de las patentes. (-)
ÁREAS DE CONOCIMIENTO (10 variables)	<i>Titulaciones</i> <i>Tesis leídas</i> (Para ambas variables se ha distinguido: humanidades, jurídico - sociales, experimentales, técnicas y salud)	Porcentaje sobre el total	H4a: Cuanto mayor sea el peso de las áreas de conocimiento experimental, técnica y ciencias de la salud, mayor será el desarrollo de patentes por parte de la Universidad. (+) H4b: Cuanto mayor sea el peso de las áreas de conocimiento de humanidades y ciencias jurídico sociales, menor será el desarrollo de patentes por parte de la Universidad. (-)
EXPERIENCIA EN TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA (3 variables)	<i>Experiencia OTRI</i> <i>Personal OTRI</i> <i>Presupuesto OTRI</i>	Diferencia entre 2003 y el año de creación de la OTRI Variables dicotómicas que toman los valores: 1 (sí) y 0 (no)	H5: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y la experiencia de la OTRI. (+)
VARIABLES DE CONTROL (2 variables)	<i>Universidad política</i> <i>PIB regional destinado a I+D</i>	Variable dicotómica que toma los valores: 1 (sí) y 0 (no) Porcentaje del PIB regional destinado a I+D	H6a: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y el carácter político de la Universidad. (+) H6b: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y el esfuerzo de la Comunidad autónoma destinado a I+D. (+)

Análisis estadístico

Análisis descriptivo

Las patentes registradas por las universidades públicas españolas en el periodo 2001-04 se cifran en 1,319. El cuadro 3 muestra su distribución por sistemas universitarios autonómicos y año. Se aprecia una tendencia estable de crecimiento, situándose la “producción” anual por encima de las 300 patentes por ejercicio y produciéndose en 2003 el incremento más importante.

Al comparar el número de patentes universitarias por comunidad autónoma en 2003 con el porcentaje de PIB regional destinado a I+D en 2002, se encuentra una relación positiva entre ambas variables (coeficiente de correlación de Pearson = 0.495, sig= 0.05), resultado similar al de otros trabajos (Durán, *et al.*, 2003)⁹.

En general, cuatro comunidades autónomas concentran más del 70% de la producción de patentes (Madrid, Comunidad Valenciana, Cataluña y Andalucía). Por el contrario, las menos destacadas por este concepto son las Islas Baleares (1 patente en 2001-04), Castilla - La Mancha (3), La Rioja (5), Extremadura (7) y las Islas Canarias (7).

Cuadro 3
Patentes universitarias por Comunidad Autónoma

	2001	2002	2003	2004
C. de ANDALUCÍA	40	47	66	65
C. de ARAGÓN	4	6	11	13
C. de ASTURIAS	13	6	15	23
C. de I. BALEARES	0	0	1	0
C. de LAS ISLAS CANARIAS	0	4	2	1
C. de CANTABRIA	6	1	7	7
C. de CASTILLA-LA MANCHA	1	1	0	1
C. de CASTILLA Y LEÓN	20	22	21	21
C. de CATALUÑA	61	50	59	45
C. de COMUNIDAD VALENCIANA	56	63	78	72
C. de EXTREMADURA	3	1	1	2
C. de GALICIA	14	16	28	29
C. de MADRID	72	72	67	42
C. de MURCIA	4	6	5	6
C. de NAVARRA	5	7	5	8
C. del PAÍS VASCO	5	3	4	7
C. de la RIOJA	0	2	0	3
UPPE	304	307	370	345

Fuente: Elaboración propia a partir de Espacenet.

⁹ Los autores hallan un resultado similar para el periodo 1988-02.

Tomando como unidad de análisis las universidades, en 2003 el 34% de las UPPE no patentó o produjo como máximo una patente durante el periodo 2001-03 (16 universidades) frente al 66% que sí lo hizo regularmente (31 universidades). Se ha realizado una comparación de medias con

todas las variables incorporadas en el análisis con el objetivo de contrastar si existían diferencias significativas entre un grupo y otro de universidades. El cuadro 4 recoge aquellas que resultaron ser más significativas y que servirán de base para los análisis factorial y logístico posteriores.

Cuadro 4
Comparación de medias entre grupos

	Patentes	N	Media	Desv. típ.
Financiación aplicada (***)	0	16	2.026.131	2.250.291
	1	31	5.910.451	5.641.466
Financiación I+D privada (***)	0	16	1.325.103	1.610.495
	1	31	3.951.309	3.912.452
Número de publicaciones (***)	0	16	127	122
	1	31	240	132
PDI doctor (***)	0	16	557	469
	1	31	1.363	861
Tesis leídas (***)	0	16	60	76
	1	31	194	155
Sexenios_2003 (***)	0	16	245	309
	1	31	612	430
Universidad política	0	16	0,062	0,25
	1	31	0,096	0,30
Experiencia OTRI (***)	0	15	7,86	3,88
	1	27	13,22	2,29

Significativo: (***) al 1%

La comparación de medias entre los grupos muestra diferencias significativas en las variables objeto de estudio. Para ello se ha utilizado el estadístico *t* de *Student*, aplicando previamente el contraste de *Levene* (*F*) con el objeto de comprobar si las varianzas poblacionales eran iguales, hipótesis que fue rechazada en el caso de las variables: número de publicaciones y universidad política.

En particular, aquellas universidades que no han desarrollado patentes se caracterizan por tener menores ingresos por investigación aplicada y de carácter privado, una plantilla con menos doctores y menor reconocimiento investigador, medido por el número de sexenios, de publicaciones y de tesis leídas, así como, una OTRI relativamente reciente.

Análisis a través de un modelo logit

Diversas investigaciones han utilizado modelos probabilísticos en el estudio de la capacidad de la universidad para desarrollar patentes (ver cuadro 1). Tomando como base estos estudios aplicamos un modelo logit (aplicación SPSS 12.0). En concreto, partiendo de una variable dependiente binaria ($Y = 1$ o 0 , en función de si la universidad patenta o no), se ha utilizado un modelo logit binomial que relaciona el desarrollo de patentes universitarias con las variables independientes (X_1, X_2, \dots, X_n) definidas previamente en el epígrafe 3 (ver cuadro 2), de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\text{Prob}(y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-z}}$$

Siendo:

$$Z = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + \dots + B_n X_n$$

Al estimar el modelo se aplicaron diferentes métodos, introduciendo las variables en bloque y paso a paso. Para evaluar el significado de los modelos y coeficientes estimados se aplicaron contrastes e indicadores habitualmente utilizados

en este tipo de análisis (Greene, 1999; Hair, *et al.*, 1999; Luque, 2000; Cabrer, *et al.*, 2001; Lévy y Varela, 2003): contraste de Hosmer y Lemeshow (H-R), contraste de Wald (contraste de los coeficientes de las variables) y R^2 de Cox y Snell y R^2 de Nagelkerke (medidas de bondad del ajuste y eficacia predictiva).

En un primer momento se evaluaron las variables a nivel individual, resultando significativas cinco (cuadro 5): número de publicaciones, PDI doctor, tesis leídas, sexenios en 2003 y experiencia de la OTRI, todas ellas mantenían una relación positiva con la capacidad patentadora de la universidad.

Cuadro 5
Análisis logit binomial: estimación de parámetros, contrastes e indicadores de bondad del ajuste

VARIABLE	COEFICIENTE	R^2 de Cox y Snell	R^2 de Nagelkerke	% estimaciones correctas	Relación
Número de publicaciones	0.009**	0.175	0.243	76.6%	+
PDI doctor	0.003***	0.281	0.388	80.9%	+
Tesis leídas	0.017**	0.267	0.370	80.9%	+
Sexenios_ 2003	0.004**	0.221	0.305	78.7%	+
Experiencia OTRI	0.523***	0.398	0.546	83.3%	+

NOTA: N=42 observaciones

Contraste de Wald: ** significativo al 5%, *** significativo al 1%

Posteriormente se procedió a incluir dichas variables en bloque (cuadro 6). Como puede apreciarse, los contrastes de Wald muestran que únicamente resultan significativas las variables PDI doctor, numero de sexenios y experiencia de la OTRI, a diferencia de los resultados obtenidos considerando cada una de ellas individualmente.

No obstante, la alta correlación existente entre las variables (multicolinealidad) dio lugar a problemas de estabilidad del modelo y de baja significación de algunas de ellas que lo eran a nivel individual. Uno de los efectos apreciados ha sido el cambio de signo en la variable sexenios de investigación¹⁰.

¹⁰ Aunque el cambio de signo se atribuye a problemas de multicolinealidad entre las variables, esta relación negativa podría venir explicada desde un punto de vista teórico por el hecho de que en los sexenios se esté valorando un tipo de investigación que no se traduce en aplicaciones comerciales o muy orientadas hacia el cuerpo teórico de las diferentes disciplinas. Hasta cierto punto estos resultados serían coherentes con los encontrados por Carayol (2004) referidos a la carrera profesional de los investigadores que, en primer lugar, se centrarían en obtener cierto reconocimiento académico que garantizase su estabilidad para, posteriormente, orientarse hacia la investigación que se traduzca en el desarrollo de patentes.

Cuadro 6

Análisis logit binomial: estimación de parámetros, contrastes e indicadores de bondad del ajuste

MODELO (VARIABLES INDIVIDUALES)	
VARIABLE	COEFICIENTE numerador de prob(Y=1)
CONSTANTE	-10,894
Número de publicaciones	0.014
PDI doctor	0.013**
Tesis leídas	0.066
Sexenios_ 2003	-0.042**
Experiencia OTRI	0.780**

Log verosimilitud = 20,683

Contraste de Wald: ** significativo al 5%

Pruebas omnibus: $\chi^2 = 30,064$ (grados de libertad: 5); $p = 0.000$

Contraste H-L: $\chi^2 = 1,022$ (grados de libertad: 8); $p = 0.998$

R^2 de Cox y Snell = 0.556

R^2 de Nagelkerke = 0.763

% estimaciones correctas = 85.7%

NOTA: N=42 observaciones

Contraste de Wald: ** significativo al 5%

Por este motivo se ha tratado de solucionar el problema de multicolinealidad realizando un análisis factorial para, posteriormente, aplicar de nuevo un análisis logit sobre los factores extraídos.

Análisis factorial en componentes principales

Considerando las variables del cuadro 2 y los problemas de multicolinealidad detectados entre las variables dependientes, se ha aplicado el análisis factorial de componentes principales con el objetivo de determinar los factores implícitos en el desarrollo de patentes por parte de las universidades españolas. Se trata de una técnica multivariante que, partiendo de un conjunto amplio de variables cuantitativas, permite

determinar un conjunto menor de variables hipotéticas no observables (llamadas factores) que resumen la información contenida en el conjunto inicial.

A partir de la matriz de correlaciones, creada con un total de ocho variables (las que habían resultado más significativas en el análisis de medias entre grupos), se busca observar en qué medida existe correlación entre ellas, siempre con niveles de significación suficientemente elevados (0,05). Como se muestra en el cuadro 7, según el *test de esfericidad de Bartlett* se rechaza la hipótesis nula de que la matriz de coeficientes de correlación sea una matriz identidad ($p=0,000$)¹¹. Además, el *test de Kaiser-Meyer-Olkin* ofrece una medida de adecuación de 0.818, lo que comparativamente a otros trabajos se puede estimar como más que aceptable (Hair, *et al.*, 1999; Luque, 2000).

¹¹ Una matriz de significación unilateral con niveles críticos muy próximos a cero es indicadora de la idoneidad del análisis, dato confirmado por el determinante de la matriz muy próximo a cero.

Cuadro 7
Análisis factorial: KMO y prueba de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		0.818
	Chi-cuadrado aproximado	324,792
Prueba de esfericidad de Bartlett	gl	28
	Sig.	0.000

De este modo se aplicó un análisis factorial a través del método de extracción de componentes principales. A partir de un modelo capaz de explicar la totalidad de la varianza empleando los ocho componentes que se observan y, con base en los resultados obtenidos, se optó por establecer dos componentes capaces de

explicar el 81.9% de la información¹² (cuadro 8). Para facilitar la interpretación de la matriz factorial se aplicó un método de rotación ortogonal, normalización Varimax con Kaiser¹³. La nueva matriz de componentes rotados permite identificar dos componentes claramente diferenciada.

Cuadro 8
Análisis factorial: matriz de componentes rotados

	F1	F2
Número de publicaciones	.880	-.064
PDI doctor	.932	.203
Tesis leídas	.886	.065
Sexenios_ 2003	.957	.133
Experiencia OTRI	.706	.320
Financiación aplicada	.398	.861
Financiación I+D privada	.253	.870
Universidad politécnica	-.220	.879
% VARIANZA	51,457	30,509
% VARIANZA ACUMULADA	51,457	81,966

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: normalización Varimax con Kaiser (la rotación ha convergido en 3 iteraciones).

¹² El gráfico de sedimentación corroboraba que los componentes 3 a 8 quedan por debajo del codo formado tras la introducción de la segunda componente.

¹³ También se aplicó un método alternativo no ortogonal, dado que en las ciencias sociales existe un gran número de situaciones en las que los factores pueden estar relacionados entre sí. Ahora bien, tras calcular la matriz de transformación de los factores, se comprobó que el ángulo formado entre ellos se encontraba más cerrado que 90 grados.

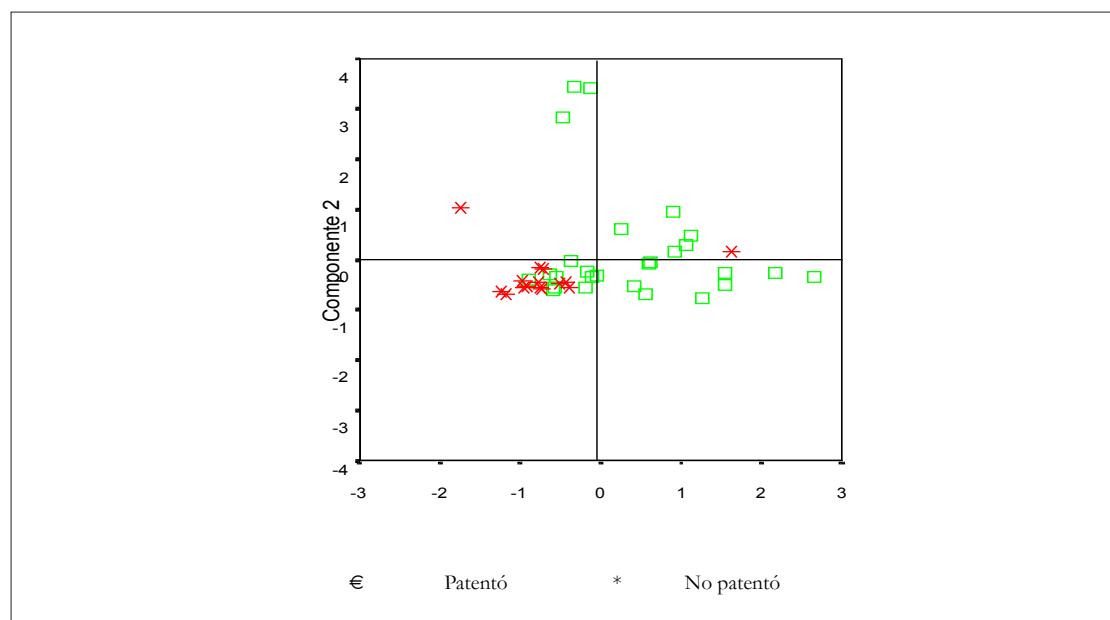
La *componente o factor 1* reflejaría aquellas universidades que muestran una clara orientación investigadora en lo que se refiere a resultados “académicos”, esto es, tienen un elevado número de publicaciones, más PDI doctor, como consecuencia el número de tesis leídas es importante, y su equipo de académicos obtienen reconocimiento en forma de sexenios. Además, la experiencia de su OTRI, medida por los años en activo, es elevada. Probablemente este dato refleje una mayor tradición también de las propias instituciones, lo que les otorga una plantilla más consolidada que genera más investigación.

La *componente o factor 2* tiende a dibujar la trayectoria conjunta de tres variables: serían universidades con un carácter politécnico, donde los resultados de la investigación son más bien de tipo “financiero”, consiguiendo importantes recursos económicos gracias a su investigación aplicada. En estas instituciones el financiamiento privado de la investigación es elevado. Probablemente estos recursos financieros reflejen unos vínculos con el sector empresarial más estrechos que los existentes en otras áreas de conoci-

miento. Estos centros no presentan resultados de investigación “académicos” (sexenios, tesis leídas, publicaciones) tan brillantes, pero ello no es impedimento para que produzcan resultados comercializables.

La representación gráfica en el espacio rotado de las universidades (gráfico 1) empleando los componentes obtenidos y diferenciando en función de si desarrollan o no patentes, permite extraer ciertas conclusiones sobre la capacidad de las universidades para generar patentes. En general, la totalidad de universidades que no han desarrollado patentes tienden a situarse en el cuadrante inferior-izquierdo, lo que implica valores reducidos en ambas componentes. Se trataría de universidades que, por un lado, no tienen un perfil politécnico, con menores relaciones con el sector empresarial, traduciéndose en un menor volumen de recursos financieros dedicados a investigación aplicada y/o de carácter privado. Por otro lado, tampoco tienen unos resultados de investigación “académicos” reconocidos a través de sexenios, publicaciones, PDI doctor o tesis leídas.

Gráfico 1
Componentes en espacio rotado



Tras el análisis factorial se procedió a aplicar de nuevo un análisis logit binomial con los factores obtenidos (cuadro 9). Con respecto al modelo que sólo considera la constante, el estadístico chi cuadrado 18,777 (grados de libertad = 2 y p = 0.000) indica que la consideración de las variables independientes adicionales mejoran significativamente el ajuste y la capacidad predictiva del modelo. Asimismo, la matriz de confusión muestra la buena capacidad predictiva

del modelo, clasificando correctamente el 81% de los casos, porcentaje similar al de modelos anteriores.

Como puede apreciarse, los contrastes de Wald muestran que únicamente resulta significativa la componente 1, que tiene una influencia positiva sobre la generación de patentes. Este factor recoge las variables que individualmente resultaron significativas en el primer análisis logit (ver cuadro 5).

Cuadro 9
Análisis logit binomial: estimación de parámetros, contrastes e indicadores de bondad del ajuste

MODELO (COMPONENTES FACTORIALES)	
<i>VARIABLE</i>	<i>COEFICIENTE numerador de prob(Y=1)</i>
CONSTANTE	1,721
Componente 1	2,015***
Componente 2	0.834

Log verosimilitud = 35,971

Contraste de Wald: *** significativo al 1%

Pruebas omnibus: $\chi^2 = 18,777$ (grados de libertad: 2); p = 0.000

Contraste H-L: $\chi^2 = 16,840$ (grados de libertad: 8); p = 0.032

R² de Cox y Snell = 0.360

R² de Nagelkerke = 0.495

% estimaciones correctas = 81%

NOTA: N=42 observaciones

Los resultados obtenidos en el análisis empírico ratifican algunas de las hipótesis planteadas.

A modo de resumen, en el cuadro 10 se muestran dichos resultados:

Cuadro 10
Hipótesis contrastadas

HIPÓTESIS	RELACIÓN
H1: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y los recursos financieros para investigación recibidos por la Universidad. (+) H1a: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y los recursos financieros privados recibidos por la Universidad. (+) H1b: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y los recursos financieros destinados a investigación aplicada en la Universidad. (+)	NO
H2: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y la calidad investigadora de la Universidad. (+)	(+)
H3a: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y el tamaño de la Universidad. (+) H3b: El tamaño de la Universidad puede provocar deseconomías que perjudique el desarrollo de las patentes. (-)	(+) NO
H4a: Cuanto mayor sea el peso de las áreas de conocimiento experimental, técnica y ciencias de la salud, mayor será el desarrollo de patentes por parte de la Universidad. (+) H4b: Cuanto mayor sea el peso de las áreas de conocimiento humanidades y ciencias jurídico sociales, menor será el desarrollo de patentes por parte de la Universidad. (-)	NO
H5: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y la experiencia de la OTRI. (+)	(+)
H6a: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y los contactos con el sector empresarial. (+) H6a: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y el carácter politécnico de la Universidad. (+)	NO

- *Hipótesis 1:* No se ha encontrado una relación entre el financiamiento, sea de carácter aplicado o de carácter privado, y el desarrollo de patentes. Estos resultados contrastan con los de Henderson, *et al.* (1998), Miyata (2000), Acosta, *et al.* (2004) y Carayol (2004). Una explicación puede residir en el hecho de que no existen diferencias significativas en los fondos que reciben las UPPE para investigación. Según Otero, *et al.* (2005), esta financiación es mayoritariamente pública (por encima del 70%) y la investigación básica recaba un porcentaje similar sobre el total de gasto universitario en investigación.
- *Hipótesis 2:* La calidad investigadora de las universidades mantiene una relación positiva con el desarrollo de patentes. Tales resultados son similares a los hallados por Miyata (2000), Foltz, *et al.* (2003), Acosta, *et al.* (2004) y Carayol (2004). Siguiendo a Rasmussen y Borch

(2004), la reputación investigadora de una institución o grupo universitario determina, en parte, su atractivo para cooperar con el sector empresarial. El prestigio puede actuar no sólo como indicador del nivel científico del grupo, sino también como “señal” de su capacidad de trabajo y cooperación.

• *Hipótesis 3:* El tamaño, representado por el PDI doctor, ejerce una influencia positiva sobre el desarrollo de patentes, resultado similar al de Coupé (2003). No obstante, la variable PDI doctor también refleja la calidad investigadora (contenida en la Hipótesis 2) de la plantilla de la universidad. Recuérdese que otros trabajos (Azagra, *et al.*, 2001) han encontrado la relación contraria cuando se trata de grupos de investigación. Sin embargo, en el caso de las instituciones parece que existen economías de escala en la generación de patentes.

- *Hipótesis 4:* No se puede afirmar que las áreas científicas desempeñen un papel crucial en el desarrollo de patentes. En este sentido, quizás habría que disponer de información acerca de las áreas concretas de las que proceden las patentes registradas por las universidades.
- *Hipótesis 5:* Se ha encontrado una relación positiva entre la experiencia de la OTRI y la generación de patentes, resultado coherente con los de otros trabajos (Henderson, *et al.*, 1998; Foltz, *et al.*, 2000; Owen-Smith y Powell, 2003). No sucede lo mismo con el hecho de que exista personal o presupuesto específico en la OTRI destinado a patentes, variables que a priori parecen más decisivas. Puede suceder que una OTRI con más experiencia probablemente tenga sus procesos y tareas claramente distribuidas y organizadas, supliendo la carencia de un puesto o presupuesto concreto y “oficial” destinado a patentes. Así, tiene más importancia que se realicen las tareas necesarias, aunque la estructura formal no sea la más adecuada.
- *Hipótesis 6:* No se ha encontrado relación entre el carácter político de la universidad y el desarrollo de patentes. En el análisis factorial se comprobó que este tipo de universidades recibe cantidades mayores de financiación aplicada y privada destinada a investigación. Estos recursos suelen ser un indicador de los vínculos entre el sector empresarial y la universidad, cuánto más estrechos sean estos lazos, más fructífera debería ser la universidad en el desarrollo de patentes (Owen-Smith y Powell, 2003). No obstante, como ya se comentó, el hecho de que no existan diferencias significativas en el financiamiento de la investigación entre las UPPE, puede condicionar que esta variable no ejerza influencia sobre el desarrollo de las patentes.

Por su parte, el papel activo de la comunidad autónoma en la investigación no ha mostrado ninguna relación cuando el análisis se realiza a

nivel de universidades, aunque sí resultaba una variable significativa a nivel agregado. La justificación puede residir en las diversas situaciones de cada universidad dentro de la comunidad autónoma.

Conclusiones y recomendaciones

La sociedad reclama de la universidad un papel más activo en el desarrollo y crecimiento económico de una región. Ella ha de responder a estas exigencias mediante la difusión del conocimiento y la transferencia de tecnología, siendo la generación de patentes una de las vías que tiene para llevar a cabo esta tarea.

No obstante, no todas las universidades se encuentran en la misma posición para contribuir al desarrollo del conocimiento. En este trabajo se ha tratado de determinar qué factores influyen en la capacidad de las UPPE para generar patentes, considerándolas como un indicador de su capacidad de transferencia tecnológica.

Las estimaciones de los modelos de respuesta binaria sugieren que es más probable que las universidades con una buena calidad investigadora patenten en mayor medida. Esta calidad investigadora se mediría por el número de publicaciones y sexenios de su personal académico. Parece confirmarse así que la actividad investigadora del profesorado representa las “semillas” de la innovación (Miyata, 2000). Sin embargo, la mayor parte de las investigaciones dan lugar a conocimiento de carácter tácito (Rasmussen y Borch, 2004), el cual, a pesar de ser subyacente al conocimiento explícito e, incluso, más fundamental que este último (Polanyi, 1969), se caracteriza, fundamentalmente, por la escasez de vías para su transmisión y el grado de informalidad que presenta (Polanyi, 1966; Kuhn, 1971). Por ello, se hace necesario transformar dicho conocimiento en conocimiento explícito. En este sentido, Nonaka y Takeuchi (1995) proponen un modelo de proceso de creación de conocimiento, conocido como Modelo SECI (Socialización,

Exteriorización, Combinación e Interiorización), que podría trasladarse al conocimiento generado dentro de las universidades.

En esta problemática, las OTRI desempeñan un papel fundamental como “interfaz” entre el sector empresarial y el universitario, tal y como también muestran las estimaciones realizadas. Por último, el modelo estimado sugiere que es más probable que aquellas universidades de mayor tamaño generen más patentes.

Estos resultados abren el debate sobre el diseño de las políticas científicas y tecnológicas nacionales y regionales. Dos de los principales agentes encargados de crear y aplicar estas políticas son las universidades y las administraciones públicas.

Así, las principales líneas de actuación que se deben potenciar desde el sistema universitario se centran en dos ámbitos:

1. Generar e identificar ideas (personal investigador y académico). Las actuaciones en esta área buscarían eliminar las principales dificultades y problemas a los que se enfrentan las universidades para crear y transferir conocimiento útil a la sociedad, tales como el inductor de publica o muere, la ambigüedad de la relación investigadores-dinero y la naturaleza desinteresada de la investigación (Nlempvo, et al., 2002). Las políticas que se corresponden con este ámbito tienen un carácter general y habitualmente conllevan un cambio en la mentalidad de la universidad. Así, nuestros resultados mostraron que la calidad de la investigación se relacionaba positivamente con la producción de patentes. Algunas medidas concretas para estrechar aún más estos vínculos serían: la consideración de la actividad para patentar sus investigaciones en los criterios que determinan la promoción en su carrera académica, el establecimiento de sistemas de incentivos dentro de las universidades que les permita a los académicos percibir un porcentaje de los *royalties* que se derivan de las patentes generadas, la potenciación del carácter aplicable de la investigación y la incorporación de los estudiantes, tanto graduados como posgraduados, en las tareas investigadora.

2. Identificar y proteger ideas (personal de las OTRI).

Si bien los grupos de investigación gozan de una mejor posición para detectar aquellas ideas/ productos/servicios que son potencialmente patentables, esta labor también puede ser llevada a cabo por un agente “externo”. En muchas ocasiones, el personal de la OTRI puede tener un mejor conocimiento del estado de la tecnología y de su potencial de comercialización. De hecho, nuestros resultados sugieren que la experiencia de la OTRI juega un papel fundamental en el desarrollo de patentes. En este sentido, su personal debería no sólo identificar las ideas potencialmente patentables sino también incrementar el número de resultados universitarios registrados bajo algún instrumento de propiedad intelectual. En este ámbito, los investigadores tendrían que verse liberados del valor y el esfuerzo que supone el proceso “formal” de patentar. Algunas medidas que contribuirían a este objetivo son: la financiación específica de los costos de patentar para los grupos de investigación y el asesoramiento de consejeros procedentes de las OTRI para guiarlos a través del complejo proceso burocrático que implica esta tarea.

Por su parte, las medidas o actuaciones de las administraciones públicas para mejorar la transferencia de conocimiento a la sociedad se dividen en dos grandes áreas; financiación y cooperación. Además, debemos tener en cuenta que las administraciones públicas también son las encargadas de propiciar los cambios en el marco legal que posibiliten que las universidades potencien y reconozcan adecuadamente la labor de sus investigadores más allá de la publicación de trabajos.

1. Financiación. Entre las funciones de las administraciones públicas se encuentra el fomento de la innovación, labor que puede realizar de forma directa, mediante el incremento de los fondos que destina a I+D+i, o de forma indirecta, incentivando la inversión del sector privado. A pesar de que los recursos otorgados no resultaron significativos a nivel individual en los modelos empíricos planteados, en nuestra opinión, las administraciones deberían incre-

mentar los fondos destinados a investigación, debido, fundamentalmente, a dos motivos: por un lado, estos fondos, tanto en España como en su sistema universitario, distan mucho del nivel de los países de la OCDE, y por otro, el gasto en investigación es considerado como una variable relevante que influye positivamente en la creación de patentes. Así, en el análisis realizado a nivel agregado (por regiones) se detectó que el porcentaje de PIB destinado a investigación mantenía una relación positiva con el número de patentes desarrolladas por el sistema universitario regional.

Además, las administraciones deberían favorecer las aportaciones del sector privado a investigación. En el sistema universitario español la financiación pública, tanto nacional como autónoma junto con los fondos generales universitarios representa tres cuartas partes de la financiación de la investigación (Otero, *et al.*, 2005). Además, tal y como se vio en la revisión de la literatura, muchos autores consideran la financiación de carácter privado como una variable relevante a la hora de crear patentes. Por tanto, es necesario que se produzca un incremento de los fondos aportados por el sector empresarial a las universidades, para lo cual, las administraciones públicas han de crear el marco favorable

en un entorno empresarial como el español, sin tradición investigadora y dominado por PYMES. Los incentivos fiscales a las contribuciones privadas parecen una medida oportuna en el corto y medio plazo.

2. *Cooperación.* La colaboración entre universidades, sector privado y administraciones públicas, que da lugar al modelo de la “triple hélice” (Etzkowitz, *et al.*, 2000), es básica. Para incrementarla podrían desarrollarse algunas de las siguientes medidas: la incorporación (temporal) de doctores a las empresas, para que puedan adaptar sus líneas de investigación a la realidad empresarial y al mercado, el establecimiento de contratos de colaboración para desarrollar productos/servicios, la celebración de encuentros y jornadas específicas entre investigadores y empresas de determinados sectores, y la incorporación en los planes estratégicos universitarios de las líneas de investigación y actuaciones en común que han de mantener con las administraciones públicas y el sector privado.

En definitiva, las actuaciones anteriores son sólo algunas de las que sugieren los resultados empíricos obtenidos en este trabajo. Sin embargo, la investigación en este ámbito abre un amplio campo de actuación que deberá ser desarrollado en profundidad en los próximos años.

Referencias

- Acosta, M.; Coronado, D. (2002). “Las relaciones ciencia-tecnología en España. Evidencias a partir de las citas científicas en patentes”, *Economía Industrial*, 356 (2002/IV), pp. 27-46.
- Acosta, M.; Coronado, D.; León, M. D.; Marín, M. R. (2004). “Determinantes de la producción de patentes en la Universidad. Evidencia a partir de los grupos de investigación andaluces”, en *Actas del Congreso de la Asociación Española de Ciencia Regional*, Barcelona.
- Agrawal, A. (2001). “University-to-industry knowledge transfer: literature review and unanswered questions”, *International Journal of Management Reviews*, 3 (4), pp.44-60.
- Agrawal, A.; Henderson, R. (2002). “Putting Patents in Context: Exploring Knowledge Transfer from MIT”, *Management Science*, 48 (1), pp. 285-302.
- Azagra, J. (2001). “Determinantes de las patentes universitarias: el caso de la Universidad Politécnica de Valencia”. Estudio, EC 2001-03, IVIE, Valencia.

- Azagra, J.; Izquierdo, L.; Jiménez, F.; Serra, P. (2001). "Factores determinantes de la generación de patentes universitarias: el caso de la Universidad Politécnica de Valencia", *Documento ES.3.226. Instituto de Gestión de la Innovación y el Conocimiento (INGENIO)*, Valencia.
- Ben-Akiva, M; Lerman, S. R. (1985). *Discrete choice analysis: theory and application to travel demand*, Cambridge, Massachusetts Institute of Technology Press.
- Branscomb, L. M.; Kodama, F.; Florida, R. (1999). *Industrializing Knowledge. University-Industry Linkages in Japan and the United States*, Massachusetts, Massachusetts Institute of Technology Press.
- Buesa, M.; Heijls, J.; Martínez, M.; Baumert, T. (2004). "Regional systems of innovation and the knowledge production function: the Spanish case", *Technovation*, en prensa.
- Cabrera, B.; Sancho, A.; Serrano, G. (2001). *Microeconometría y decisión*, Madrid, Ediciones Píramide.
- Carayol, N. (2004). "Academic Incentives and Research Organization for Patenting at a Large French University". Documento presentado en el 3er Taller EPIP, Pisa.
- Cohen, M.; Nelson, R.; Walsh, P. (2000). "Protecting their intellectual assets: appropriability conditions and why U.S. manufacturing firms patent (or not)", National Bureau of Economic Research, *Working Paper Series*, Working Paper 7552, Febrero 2000.
- Cooke, P. (1996). "Building a Twenty-First Century Economy in Emilia-Romagna", *European Planning Studies*, 4 (1), pp. 53-62.
- Coupé, T. (2003). "Science Is Golden: Academic R&D and University Patents", *Journal of Technology Transfer*, 28, pp. 31-46.
- Díaz, E.; Palma, L. (2004). "Evaluación de la transferencia de tecnología. El caso de la investigación contratada en las universidades", *XXX Reunión de Estudios Regionales. La Política Regional en la Encrucijada*, Barcelona.
- Durán, G.; Urraca, A.; Negrín, J. A.; Laguna, N.; Díaz, J.; Martín, A. (2003). "Análisis y comparación de las patentes universitarias españolas como indicador de resultados del esfuerzo investigador", MECD.
- Etzkowitz, H., Andrew; W., Christiane, G. y Cantisano; B. (2000). "The Future of the University and the University of the Future: Evolution of Ivory Tower to Entrepreneurial Paradigm", *Research Policy*, vol. 29 (2).
- Fernández, S.; Rodeiro, D.; Ruzo, E. (2004). "Competitividad de la oferta entre universidades regionales", *Regional and Sectorial Economic Studies*, 4 (1), Junio, pp. 87-106.
- Foltz, J.; Barham, B.; Kim, K. (2000). "Universities and Agricultural Biotechnology Patent Production", Documento de trabajo.
- Franklin, S.; Wright, M.; Lockett, A. (2001). "Academic and Surrogate Entrepreneurs in University Spin-out Companies", *Journal of Technology Transfer*, 6 (1-2), pp. 127-141.
- Grao, J. (2002). "La oferta universitaria: enseñanzas, recursos humanos y Materiales" En Hernández, J. (Coord.). *Información académica, productiva y financiera de las Universidades Españolas. Indicadores Universitarios (Curso académico 2000-2001)*, CRUE, pp. 131-147.
- Greene, W. H. (1999). *Análisis econométrico*, Madrid, Prentice Hall.

- Hair, J. F.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L.; Black, W.C. (1999). *Análisis multivariante*, Madrid, Prentice Hall.
- Hearn, P. (1981). *The Business of Industrial Licensing*, Gower Press.
- Henderson, R.; Jaffe, A. B; Trajtenberg, M. (1998). "Universities as a source of commercial technology: detailed analysis of university patenting, 1965- 1988", *The Review of Economics and Statistics*, 80 (1), pp.119-128.
- Klofsten, M.; Jones-Evans, D.; Scharberg, C. (1999). "Growing the Linkoping Technopole-A longitudinal Study of triple helix development in Sweden", *Journal of Technology Transfer*, 24 (2-3), pp. 125-138.
- Kuhn, T. S. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*, FCE, México.
- L.O.U. (2001). Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.
- Lévy, J.-P.; Varela, J. (2003). *Análisis multivariable para las ciencias sociales*, Madrid, Prentice Hall.
- Lockett, A.; Wright, M.; Franklin, S. (2003). "Technology transfer and universities' spin-out Strategies", *Small Business Economics*, Dordrecht, Vol.20, 2, pp. 185-200.
- Louis, K. S.; Blumenthal, D.; Gluck, M.; Stoto, M. (1989). "Entrepreneurs in academe: an exploration of behaviors among life scientists", *Administrative Science Quarterly*, 34.
- Luque, T. (2000). *Técnicas de análisis de datos en investigación de mercados*, Madrid, Editorial Pirámide.
- Malhotra, N. (1984). "The use of linear logit models in marketing research", *Journal of Marketing Research*, 21 (February), pp. 20-31.
- Mansfield, E.; Lee, J. Y. (1996). "The modern university: contributor to industrial innovation and recipient of industrial R and D support", *Research Policy*, 25, pp. 1047-1058 .
- Milot, P. (2005). *La commercialisation des résultats de la recherche universitaire: une revue de la littérature*, Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Science et la Technologie, Montreal.
- Miyata, Y. (2000). "An empirical analysis of innovative activity of universities in the United States" *Technovation*, 20 (2000), pp.413-425.
- Mowery, D. C.; Sampat, B. N.; Ziedonis, A. A. (2002). "Learning to patent: Institutional experience, learning, and the characteristics of U. S. University Patents after the Bayh – Dole Act, 1981 – 92", *Management Science*, 48 (1), pp.73-89.
- Mowery, D. C.; Ziedonis, A. A. (2002). "Academic Patent Quality Before and After the Bayh-Dole Act in the United States", *Research Policy*, 31.
- Nonaka, I. Y Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company*, Oxford University Press.
- OCDE (2003). *Turning Science into Business. Patenting and Licensing at Public Research Organisations*, Paris, 2003.
- Otero, L.; Rodeiro, D.; Rodríguez, A. (2005). "La financiación de la investigación en la universidades públicas españolas: ¿Una salida financiera?", *XIX Congreso AEDEM*, Vitoria (aceptado, pendiente de publicación).
- Owen-Smith, J.; Powell, W. (2003). "The expanding role of university patenting in the life sciences: assessing the importance of experience and connectivity", *Research Policy*, 32 (9), pp. 1695-1711.

- Polanyi, M., (1966). *The Tacit Dimension*, Londres: Routledge.
- Polanyi, M., (1969). *Knowing and being*, Chicago, Chicago University Press.
- Rasmussen, E.; Borch, O. J. (2004). “University resources facilitating strategic entrepreneurship”, *Paper for the second bi-annual European Summer University*, Universidad de Twente, Septiembre.
- Rodríguez, A.; Fernández, S.; Rodeiro, D.; Otero, L. (2005). “El papel de las universidades en la sociedad del conocimiento: Una propuesta de indicadores”, *Actas de las XV Jornadas Hispano Lusas de Gestión Científica*, Sevilla, pp. 263 - 176.
- Salas, C.; Aguilar, I.; Susunaga, G. (2000). “El papel de la innovación en el desarrollo económico regional: Algunas lecciones y experiencias del contexto internacional”, *Transferencia*, Año 13, 49, enero.
- Samson, K. J.; Gurdon, M. A. (1993). “University Scientists as Entrepreneurs: A Special Case of Technology Transfer and High Technology Venturing”, *Technovation*, 13 (2), pp. 63-71.
- Saxenian, A. (1994). “Regional Advantage – Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128”, Londres, Harvard University Press.
- Shane, S. (2004). *Academic Entrepreneurship, University Spin-offs and Wealth Creation*, New Horizons in Entrepreneurship Series, Edward Edgar Publishing Limited.
- Siegel, D.; Waldman, D.; Link, A. (1999). “Assessing the Impact of Organizational Practices on the Productivity of University Technology Transfer Offices: An Exploratory Study”, *NBER Working Paper #7256*, Julio.
- Trajtenberg, M.; Henderson, R.; Jaffe, A. (1997). “University versus corporate patents: A window on the basicness of inventions”, *Economics of Innovation and New Technology*, 5, pp. 19-50.