

LAS PATENTES UNIVERSITARIAS: UN MOTOR DE EMPREDIMIENTO

Fernández López, Sara^{*}, efsfl@usc.es,

Otero González, Luis, eflaog@usc.es,

Rodeiro Pazos, David, efdavid@usc.es,

Rodríguez Sandiás, Alfonso, efars@usc.es,

Departamento de Economía Financiera y Contabilidad

Universidad de Santiago de Compostela

RESUMEN: La Universidad ya no puede limitarse a formar, investigar y a ser una fuente de desarrollo y transmisión cultural, sino que además es un agente responsable del progreso económico y social del área geográfica en la que se encuentra inmersa. En este entorno, las universidades se han convertido en un participante imprescindible en los sistemas nacionales de innovación, desempeñando un papel relevante a la hora de originar y promocionar la difusión de conocimiento y tecnología que contribuyan a las innovaciones industriales. La Universidad puede realizar esta transferencia de conocimiento a través de varias vías, siendo una de las más utilizadas la generación y desarrollo de patentes.

El objetivo de este trabajo es determinar los factores que influyen en la capacidad de las universidades públicas españolas para generar patentes. A partir de los resultados encontrados, se definen una serie de políticas que podrían impulsar el desarrollo de estas actividades entre las universidades .

PALABRAS CLAVE: Universidad, transferencia de tecnología, patentes universitarias, gestión del conocimiento.

Áreas temáticas: 7. Demografía, educación e mercado de trabajo o 4. Análisis sectoriales y territoriales.

^{*} Correspondencia: Sara Fernández López. Departamento de Economía Financiera y Contabilidad. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Avda. Juan XXIII s/n. 15.702 Santiago de Compostela. A Coruña. Tfno: 981 56 31 00 Ext: 11606.

1. INTRODUCCIÓN: PATENTES Y EMPRENDIMIENTO

El entorno en el que desenvuelven su actividad las universidades se ha modificado sustancialmente en las últimas décadas. Como consecuencia, las universidades se han visto obligadas a reaccionar y dar respuesta a las exigencias que le imponen la sociedad y las administraciones públicas. Las funciones de la Universidad ya no se limitan a la formación, investigación y transmisión cultural, sino que además deben contribuir al crecimiento económico de las regiones en donde se ubican (Branscomb *et al.*, 1999). La transferencia de tecnología a la sociedad se ha convertido en el principal instrumento empleado para llevar a cabo esta nueva función, al mismo tiempo que se han ido incrementado el número de trabajos académicos dedicados a su análisis, alcanzando el millar de artículos en la década de los noventa (Bozeman, 2000). Esta nueva Universidad, nacida de la “tercera revolución” (Ertkowitz *et al.*, 2000), se ha denominado “Universidad emprendedora”.

¿Qué es una Universidad emprendedora? No existe una única definición. Con la publicación de la obra de Clark (1998), *Creating entrepreneurial universities organizational pathways of transformation*, prácticamente se acuña este término. A partir del análisis de la experiencia de cinco universidades que han adoptado criterios de funcionamiento y organizativos similares a los de las empresas¹, el autor identifica un conjunto de elementos comunes que considera necesarios para el éxito de las actividades de emprendimiento en cualquier institución de educación superior². Por su parte, Ertkowitz (2004) también define a la Universidad emprendedora a través de sus características:

- a) *Capitalización o comercialización*: el conocimiento se desarrolla no sólo para permitir avances en las investigaciones sino para ser utilizado por el sector empresarial y la sociedad, siendo la base del desarrollo económico y social.
- b) *Interdependencia*: la Universidad emprendedora ha de relacionarse continuamente con el sector empresarial y el gobierno, ya no será una torre de marfil aislada del resto de sociedad. Estas relaciones universidad – administración – sector empresarial determinan lo que Ertkowitz *et al.* (2000) denominan el modelo de la “triple hélice”.
- c) *Independencia*: a pesar de sus estrechas relaciones con otros agentes, la Universidad mantiene su independencia.
- d) *Mestizaje*: las tensiones entre los principios de interdependencia e independencia se tratan de solucionar mediante la creación de estructuras organizativas mixtas o híbridas,

¹ Las universidades consideradas eran: Warwick en Inglaterra (www.warwick.ac.uk/), Twente en Holanda (www.nic.utwente.nl/), Strathclyde en Escocia (www.strath.ac.uk/), Chalmers Technological en Suecia (www.chalmers.se/Home-E.html) Joensuu en Finlandia (www.joensuu.fi/). Clark investigó las transformaciones realizadas en los últimos quince años por estas cinco instituciones.

² Estos elementos son: 1) una estructura de dirección reforzada, 2) una periferia desarrollada, 3) una base financiera diversificada, 4) un cuerpo académico motivado y 5) una cultura emprendedora. Como consecuencia de todo lo anterior se produce un cambio radical en la identidad de la propia Universidad que afecta a sus relaciones con el entorno y al modo en que se articulan los procesos de toma de decisiones.

que incorporan prácticas del sector empresarial (managerialism) y de la Universidad “tradicional”.

- e) *Reflexión*: existe un proceso de renovación interna, dentro de la propia Universidad, para adaptarse continuamente a los cambios en sus relaciones con el gobierno y el sector empresarial.

En definitiva, las definiciones de Universidad emprendedora son genéricas, no obstante, todas ellas hacen referencia a una institución dinámica y en constante cambio que es capaz de anticiparse a las transformaciones del entorno y dar una respuesta acertada. En su sentido más amplio, la Universidad emprendedora añade una nueva misión a las ya tradicionales (investigación, formación y transmisión de la cultura); el desarrollo económico y social del área geográfica en la que está inmersa. El objetivo de la Universidad no es puramente altruista, al tiempo que contribuye a este desarrollo mejora su situación financiera.

Para cumplir con la actividad emprendedora, existen diferentes vías, entre las que se encuentran: la creación de empresas, los contratos de investigación y/o las patentes, (Louis *et al.*, 1989)³. El número de empresas surgidas a partir de tecnologías desarrolladas en la universidad, y la atención en este ámbito, han aumentado en las últimas décadas. Este fenómeno se muestra con más fuerza en los EEUU (Smilor *et al.*, 1990; Brett *et al.*, 1991; Roberts y Malone, 1996; Carayannis *et al.*, 1998; Degroof y Roberts, 2004) y en algunos países europeos como Inglaterra (Shane, S., 2004; Locket *et al.*, 2003) o Suecia (Stankiewicz, 1986, 1994; Klofsten *et al.*, 1988). En España el número de empresas de base tecnológica creadas aún no es muy elevado, ya que hasta el año 2003 sólo habían surgido 209 compañías (Red OTRI, 2004). Por su parte, los contratos de investigación realizados por las universidades españolas se han incrementado notablemente en los últimos años, pasando de 100 millones de euros en el año 1996 a 258 en el año 2003⁴ (Red OTRI, 2004).

Pese a ello, la vía empleada tradicionalmente para transferir tecnología ha sido la patente (Siegel, *et al.*, 1999). Las patentes, constituyen indicadores que permiten cuantificar los resultados del proceso de invención e innovación tecnológica desarrollados por las universidades y aplicables en el sector empresarial. Las Universidades españolas están cada vez más concienciadas de la importancia de una adecuada protección de los resultados de la investigación y en el año 2003 han solicitado más de 300 patentes. Este instrumento de transferencia de tecnología se ha consolidado, confirmando su progresión respecto al periodo

³ 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 financien la investigación universitaria) pueden agruparse bajo los contratos de investigación.

⁴ En concreto en el ejercicio 2003, a través de las OTRI universitarias se captaron un total de 579 millones de Euros, correspondiendo 258 M€ a contratos de I+D y transferencia de tecnología y los 321 M€ restantes a retornos provenientes de convocatorias públicas, computadas tanto las de los ámbitos nacional y regional como las de programas internacionales de apoyo a la I+D+i.

anterior, en el que se obtuvo alrededor de 1 millón de euros por facturación en contratos de licencia frente a los 1,7 millones de euros de 2003 (Red OTRI, 2004).

El objetivo de este trabajo es determinar los factores que influyen en la generación de patentes por parte de las universidades, así como el perfil de las universidades públicas españolas más activas en esta materia. Para ello, se realiza a continuación la revisión teórica de los estudios empíricos previos más recientes. En el tercer epígrafe se establecen las hipótesis que se derivan de la revisión de la literatura así como algunas adicionales. En el cuarto apartado se describe el análisis empírico y sus principales resultados. Por último, se exponen las principales conclusiones obtenidas.

2. EL DESARROLLO DE PATENTES UNIVERSITARIAS: MARCO TEÓRICO

En los últimos años se han incrementado los estudios empíricos acerca del comportamiento de las universidades en la generación de patentes, referidos fundamentalmente a universidades estadounidenses. Estos trabajos, que pueden tener como unidad de análisis tanto a las universidades como a grupos de investigación, han puesto de manifiesto algunos elementos que influyen en el desarrollo de patentes por parte de las universidades (Cuadro 1):

- a) *La financiación.* Varios trabajos han demostrado que el volumen de recursos destinados a investigación ejerce una influencia positiva en la capacidad de las universidades para desarrollar patentes. Mientras Foltz *et al.* (2000), Azagra (2001) y Azagra *et al.* (2001) destacan la importancia de los fondos públicos, Henderson *et al.* (1998), Carayol (2004) y Acosta *et al.* (2004) insisten en el papel crucial desempeñado por los fondos privados.
- b) *La calidad de la investigación desarrollada por la universidad.* La mayoría de trabajos afirma que este factor tiene una influencia positiva en el desarrollo de patentes universitarias. Aunque difieren en el modo de medir la calidad, en general, prácticamente todos utilizan el número de publicaciones, los sexenios del PDI, las tesis publicadas o, incluso, *rankings* de las universidades.
- c) *El tamaño.* La literatura existente ha llegado a conclusiones opuestas respecto a la influencia del tamaño en la capacidad generadora de patentes universitarias. Los estudios que toman como unidades de análisis las universidades coinciden en que la dimensión ejerce un efecto positivo (Coupé, 2003; Fernández *et al.*, 2005). Por el contrario, aquellos que analizan los grupos de investigación muestran que pueden

⁵ En concreto en el ejercicio 2003, a través de las OTRI universitarias se captaron un total de 579 millones de Euros, correspondiendo 258 M€ a contratos de I+D y transferencia de tecnología y los 321 M€ restantes a retornos provenientes de convocatorias públicas, computadas tanto las de los ámbitos nacional y regional como las de programas internacionales de apoyo a la I+D+i.

existir diseconomías de escala cuando el grupo supera un determinado número “óptimo” de miembros (Azagra, 2001; Azagra *et al.*, 2001).

- d) *Las áreas científicas.* Al igual que el número de patentes empresariales depende en cierta medida de los sectores económicos en los que desarrollan su actividad las compañías (Cohen *et al.* 2000), existen determinadas áreas de conocimiento con una propensión mayor a patentar sus descubrimientos, coincidiendo con aquellas que mantienen un mayor número de contactos comerciales, en particular en los ámbitos de Ciencias de la Salud, Experimentales y Técnicos.
- e) *La experiencia en transferencia tecnológica.* La literatura existente muestra que cuanto mayor es el desarrollo de la universidad en el ámbito de la transferencia tecnológica mayor es su capacidad para generar patentes. Este nivel de desarrollo se suele medir a través de las características de los centros interfaz, especialmente de las oficinas de transferencia de resultados de la investigación (OTRI), tales como el personal, los años de experiencia, etc.
- f) *Otros factores macroeconómicos y políticos.* Dentro de este grupo se incluyen elementos que hacen referencia a la política que se lleva a cabo en el entorno geopolítico de la universidad, tales como el porcentaje de PIB regional que se destina a I+D o la normativa que afecta a la investigación (léase, a modo de ejemplo, los derechos de propiedad).

Cuadro 1: Síntesis de las investigaciones previas

ASPECTOS	RELACIONES	UNIVERSIDADES	INVESTIGADORES
FINANCIACIÓN	Fondos privados destinados a investigación (+)	Henderson <i>et al.</i> (1998)	Carayol (2004) Acosta <i>et al.</i> (2004)
	Fondos públicos destinados a investigación (+)	Foltz <i>et al.</i> (2000)	Azagra (2001) Azagra <i>et al.</i> (2001)
INVESTIGACIÓN	Calidad de la investigación (+)	Miyata (2000) Fernández <i>et al.</i> (2005)	Carayol (2004) Agrawal y Henderson (2002)
	Capacidad investigadora (número de publicaciones) (+)	Owen – Smith y Powell (2003)	Acosta <i>et al.</i> (2004)
TAMAÑO	Personal destinado a I+D (+)	Coupé (2003) Fernández <i>et al.</i> (2005)	
	Tamaño de los grupos de investigación (-)		Azagra (2001) Azagra <i>et al.</i> (2001)
	Dedicación a tiempo completo (+)		Carayol (2004)
ÁREAS DE CONOCIMIENTO	Tradición de los vínculos con el sector empresarial (+)	Miyata (2000) Owen – Smith y Powell (2003)	
EXPERIENCIA EN TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	Años de experiencia de la OTRI (+)	Fernández <i>et al.</i> (2005)	
	Número de trabajadores de la OTRI (+)	Foltz <i>et al.</i> (2000)	
	El número de centros interfaz (+)	Henderson <i>et al.</i> (1998)	
VARIABLES DE CONTROL	Gasto en I+D (+)	Coupé (2003)	
	El marco legal de la investigación.	Henderson <i>et al.</i> (1998)	

NOTA:

Francia: Carayol (2004)

España: Acosta *et al.* (2004); Azagra (2001); Azagra *et al.*(2001); Fernández *et al.* (2005)

El resto de trabajos analiza casos estadounidenses.

3. 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 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.

En esta investigación, al igual que en la mayor parte de los estudios empíricos realizados en este ámbito, se ha optado por emplear un modelo de regresión logística. Sin embargo, los problemas detectados han aconsejado aplicar un análisis factorial que permitiese reducir el número de variables a utilizar, para, posteriormente, estimar de nuevo la regresión logística.

El desarrollo de *patentes universitarias*, variable dependiente, 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 patente 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 (Cuadro 2). Estas variables se pueden agrupar en diferentes categorías, tal y como ya se hizo en el epígrafe anterior:

1) Recursos financieros para investigación (15 variables). Cabe esperar que a mayor volumen de recursos financieros destinados a investigación se obtenga un mayor número de resultados tales como patentes. Estos fondos se han medido a través de diferentes variables, en particular, las ayudas a la investigación, los proyectos de investigación, la financiación básica, la financiación aplicada y la financiación I+D total. En estas cinco variables se ha diferenciado el componente público y privado con el fin de contrastar si la financiación privada se encuentra más orientada a la obtención de resultados que puedan comercializarse en el corto y medio plazo.

Es de esperar, por tanto, que cuanto mayor sea el peso de la financiación privada de I+D y/o de la financiación 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.

2) *Calidad investigadora de la universidad (3 variables)*. Según Miyata (2000), las patentes surgen de un proceso de “oferta – estímulo”, donde la actividad investigadora del profesorado aporta 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, CINDOC⁶), tesis leídas y sexenios de los académicos de esa universidad en 2003 (MECD).

3) *Tamaño (3 variables)*. Es de suponer que cuanto mayor sea el tamaño de la universidad mayor será su capacidad para generar patentes. En este trabajo, se utilizan como variables indicadoras del tamaño: alumnos matriculados en tercer ciclo, Profesores Equivalentes a Tiempo Completo (PETC) y PDI doctor. Esta última puede interpretarse además como *proxy* de la calidad de los académicos de una institución.

4) *Áreas científicas (10 variables)*. El sector industrial financia principalmente 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 comercial (véase Shane (2004) o Acosta y Coronado (2002) para el sector químico). En consecuencia, cabría esperar que estas ramas generasen un mayor número de patentes que las ciencias sociales y humanidades. Se han tomado como variables el porcentaje que representan las titulaciones y las tesis leídas en cada una de las cinco áreas de conocimiento que considera la CRUE.

5) *Experiencia en transferencia tecnológica (3 variables)*. El papel de las OTRIS en el proceso de desarrollo de patentes ha sido considerado muy relevante por algunos estudios (OCDE, 2003). En este trabajo se ha 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

⁶ CINDOC recoge información de carácter referencial y bibliográfico sobre los artículos, monografías, informes, tesis y comunicaciones realizadas en España. Como fuente para la obtención de estos datos se emplean más de 3000 publicaciones especializadas en estas áreas. La base de datos del CINDOC se compone a su vez de tres bases diferentes, ICYT; ISOC e IME, especializadas en diferentes áreas. La primera de ellas, ICYT, recoge literatura de carácter científico contenida en publicaciones españolas de ciencia y tecnología. Por su parte, en la base de datos ISOC, se encuadran los artículos publicados en el ámbito de las ciencias sociales y humanas. Por último, en IME se obtiene información de las publicaciones del ámbito de la biomedicina.

⁷ Ello ha provocado que en 2003 la 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).

se han considerado dos variables dicotómicas para indicar si la OTRI tiene personal o presupuesto específico destinado al desarrollo de patentes⁸.

6) *Variables de control (2 variables)*. Se han utilizado dos variables: el carácter politécnico de la universidad (variable dicotómica) y el porcentaje de PIB regional destinado a investigación (INE), con el que se pretende contrastar si la localización de la universidad en una región activa puede conferirle ventajas en el desarrollo de propiedad intelectual (Acosta y Coronado, 2002; Owen-Smith y Powell, 2003),

Cuadro 2: Hipótesis y variables del análisis

GRUPO	VARIABLES	DEFINICIÓN	HIPÓTESIS
FINANCIACIÓN (15 variables)	<i>Ayudas a la investigación</i> <i>Proyectos de investigación</i>	Miles de euros	H1: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y los recursos financieros para investigación recibidos por la Universidad. (+)
	<i>Financiación básica</i> <i>Financiación aplicada</i> <i>Financiación I + D</i> (Para todas ellas se ha distinguido: públicos, privados y totales)		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 el desarrollo de la OTRI. (+)
VARIABLES DE CONTROL (2 variables)	<i>Universidad politécnica</i>	Variable dicotómica que toma los valores: 1 (sí) y 0 (no)	H6a: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y el carácter politécnico de la Universidad. (+)
	<i>PIB regional destinado a I+D</i>	Porcentaje del PIB regional destinado a I + D	H6b: Existe una relación positiva entre el desarrollo de patentes y el esfuerzo de la Comunidad autónoma destinado a I + D. (+)

4. ANÁLISIS EMPÍRICO

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Las patentes registradas por las UPPE en el período 2001-04 se cifran en 1.319. El gráfico 1 muestra su distribución por sistemas universitarios autonómicos y año. Se aprecia una

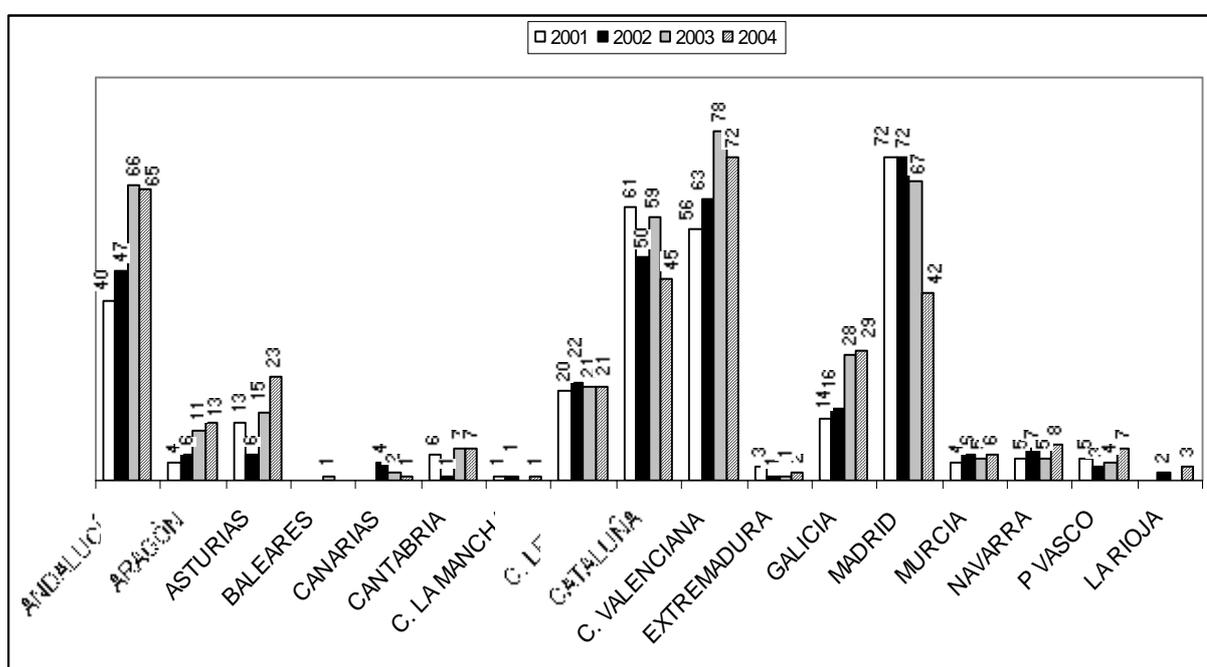
⁸ Para la obtención de estos datos se han utilizado dos fuentes de información: los informes emitidos por las propias OTRIs, así como los datos disponibles en sus páginas Web, y una encuesta elaborada por el grupo de investigación *Valoración financiera aplicada*, de la Universidad de Santiago de Compostela y remitida a las OTRIs.

tendencia estable de crecimiento, situándose la “producción” anual por encima de las 300 patentes por ejercicio y produciéndose en 2003 el incremento más importante.

En general, cuatro Comunidades Autónomas concentran más del 70% de la producción de patentes (Madrid, Comunidad Valenciana, Cataluña y Andalucía), siendo las más rezagadas son las Islas Baleares (1 patente en 2001-04), Castilla - La Mancha (3), La Rioja (5), Extremadura (7) y las Islas Canarias (7).

Al comparar el número de patentes universitarias por comunidad autónoma en 2003 con el porcentaje de I + D regional destinado a investigación 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).

Gráfico 1: Evolución de las patentes universitarias por regiones



Fuente: Elaboración propia a partir de Espacenet.

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 patentó regularmente (31 universidades). Se ha realizado una comparación de medias con todas las variables del cuadro 2 para contrastar si existen diferencias significativas entre un grupo y otro de instituciones. El cuadro 3 recoge aquellas variables que resultaron ser más significativas. 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 politécnica.

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.

Cuadro 3: 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 politécnica	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%

4.2. ANÁLISIS MULTIVARIANTE A TRAVÉS DE UN MODELO LOGIT

Diversas investigaciones han utilizado modelos probabilísticos en el estudio de la capacidad de la universidad para desarrollar patentes. 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) que resultaron significativas en el análisis de medias (Cuadro 3), de acuerdo con la siguiente expresión:

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

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

Para evaluar la significatividad de los modelos y coeficientes estimados se aplicaron los 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 primer lugar se evaluaron las variables a nivel individual, resultando significativas cinco: 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. Posteriormente se incluyeron dichas variables en bloque. A diferencia de los resultados anteriores, los *contrastos de Wald* mostraron que únicamente resultaban significativas las variables PDI doctor, sexenios en 2003 y experiencia de la OTRI. No obstante, la alta

correlación entre las variables (multicolinealidad) dio lugar a problemas de estabilidad del modelo y de baja significación de algunas que lo eran a nivel individual.

Este problema de multicolinealidad se trató de solventar realizando un análisis factorial para, posteriormente, aplicar de nuevo un análisis logit sobre los factores extraídos. Así, se aplicó 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.

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 4, 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).

Cuadro 4 : Análisis factorial: KMO y prueba de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		0,818
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	324,792
	gl	28
	Sig.	0,000

Estos resultados permiten utilizar un análisis factorial, usando el 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, en base a los resultados obtenidos, se optó por establecer dos componentes capaces de explicar el 81,9% de la información¹² (Cuadro 5). Con el objetivo de facilitar la interpretación de la matriz factorial se aplicó un método de rotación ortogonal, normalización *Varimax con Kaiser*¹³. La nueva matriz de componentes rotados permite identificar dos componentes claramente diferenciadas.

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

¹² El gráfico de sedimentación corroboraba que los componentes 3 a 8 quedaban 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.

Cuadro 5: 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).		

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 staff académico obtiene 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.

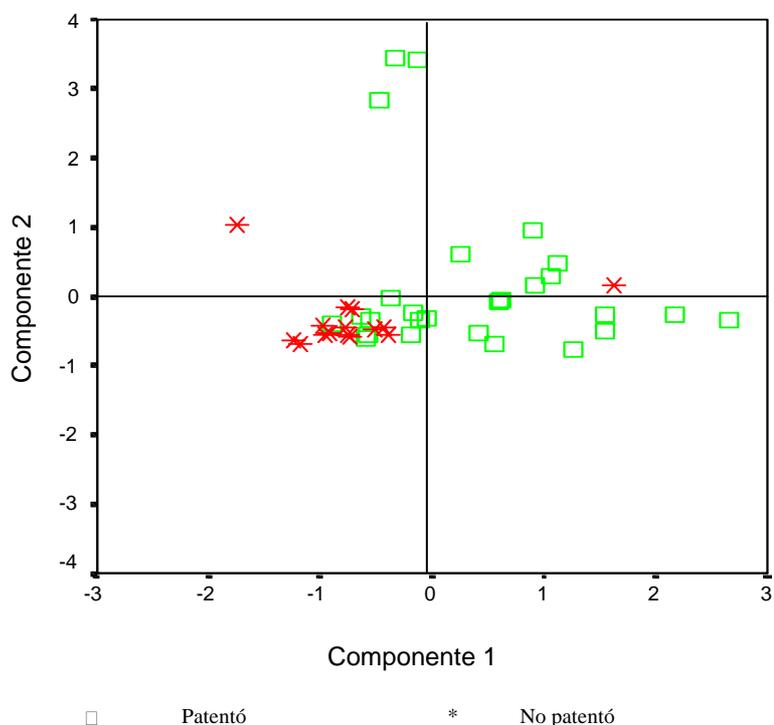
La *componente o factor 2* tiende a dibujar la trayectoria conjunta de tres variables: serían universidades con un carácter politécnico, donde los resultados de la investigación son más bien de tipo “financiero”, consiguiendo importantes recursos económicos gracias a su investigación aplicada. En estas instituciones la financiación privada de la investigación es elevada. Probablemente estos recursos financieros reflejen unos vínculos con el sector empresarial más estrechos que los existentes en otras áreas de conocimiento. Estos centros no presentan resultados de investigación “académicos” (sexenios, tesis leídas, publicaciones) tan brillantes, pero ello no es óbice para que produzcan resultados comercializables.

La representación gráfica en el espacio rotado de las universidades (Gráfico 2) empleando los componentes obtenidos y diferenciando en función de si han desarrollado o no patentes, permite extraer ciertas conclusiones sobre la capacidad de las universidades para generar patentes. En general, la práctica 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

¹⁴ 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.

otro lado, tampoco tienen unos resultados de investigación “académicos” reconocidos a través de sexenios, publicaciones, PDI doctor o tesis leídas.

Gráfico 2: Componentes en espacio rotado



Tras el análisis factorial se procedió a aplicar de nuevo un análisis logit binomial con los factores obtenidos (Cuadro 6). 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 *contrastos 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.

Cuadro 6: Análisis logit binomial: estimación de parámetros, contrastes e indicadores de bondad del ajuste

MODELO (COMPONENTES FACTORIALES)	
VARIABLE	COEFICIENTE <i>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 R ² de Cox y Snell = 0,360 R ² de Nagelkerke = 0,495 % estimaciones correctas = 81%	
NOTA: N=42 observaciones	

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

- *Hipótesis 1:* No se ha encontrado una relación entre la financiación, sea de carácter aplicado o 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 distribuidos y organizados, supliendo la carencia de un puesto o presupuesto concreto y “oficial” destinado a patentes. Así, tiene más importancia el 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 politécnico 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 la financiación 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.

5. CONCLUSIONES

La Universidad ha abandonado su “torre de marfil” ante las exigencias de la sociedad de que desempeñe un papel activo en el desarrollo y crecimiento económico de una región. La respuesta universitaria ha sido un incremento en la difusión del conocimiento y la transferencia de tecnología. No obstante, no todas las universidades se encuentran en la misma posición para contribuir a esta tarea. En este trabajo se ha tratado de determinar qué factores influyen en la capacidad de las UPPE para generar patentes, considerándolas como el germen del emprendimiento universitario ya que en fases posteriores pueden traducirse en la creación de empresas.

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 tácito” (Rasmusen y Borch, 2004), siendo necesario implicar a los investigadores en la comercialización de tales resultados. En esta problemática, las OTRIS 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 que consideran a la Universidad como un agente fundamental en el proceso de desarrollo y transferencia del conocimiento. Dos de los principales agentes encargados de crear y aplicar estas políticas son las universidades y las administraciones públicas. Entre las principales áreas en las que se deben centrar las instituciones universitarias, se encuentran la generación de un mayor número de ideas, que posteriormente deberían ser identificadas y protegidas. Por su parte, las administraciones públicas, deben de crear un entorno adecuado para que la Universidad pueda desempeñar el papel que la sociedad le demanda, mediante políticas como el incremento de fondos destinados a la investigación, la potenciación de los sectores de alta tecnología y el aumento de la colaboración entre universidades y los sectores público y privado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.; HENDERSON, R. (2002): “Putting Patents in Context: Exploring Knowledge Transfer from MIT”, *Management Science*, 48 (1), pp. 44 – 60.
- AZAGRA, J. (2001): “Determinantes de las patentes universitarias: el caso de la Universidad Politécnica de Valencia”, *Working Paper*, 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.
- BOZEMAN, B., (2000): "Technology Transfer and Public Policy: A Review of Research and Theory." *Research Policy* 29(4-5): 627-655.

- BRANSCOMB, L. M.; KODAMA, F.; FLORIDA, R. (1999): *Industrializing Knowledge. University-Industry Linkages in Japan and the United States*, MIT Press, Massachusetts.
- BRETT, A.; GIBSON V. y SMILOR., W.; (Eds), (1991): *University Spin-off Companies: Economic Development, Faculty Entrepreneurs, and Technology Transfer*, Lanham, MD: Rowman and Littlefield.
- CABRER, B.; SANCHO, A.; SERRANO, G. (2001): *Microeconomía y decisión*, Ediciones Pirámide, Madrid.
- CARAYANNIS, E.; ROGERS, E.; KURIHARA, K. y ALLBRITTON, M.; (1998): “High Technology Spin-offs from Government R&D Laboratories and Research Universities”, *Technovation* 18(1), 1–11.
- CARAYOL, N. (2004): “Academic Incentives and Research Organization for Patenting at a Large French University”, *Paper presented at the Third EPIP Workshop*, Pisa.
- CLARK, B.R. (1998): *Creating entrepreneurial universities organizational pathways of transformation*. New York: IAU Press.
- 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.
- COUPÉ, T. (2003): “Science Is Golden: Academic R&D and University Patents”, *Journal of Technology Transfer*, 28, pp. 31-46.
- DEGROOF, J.; ROBERTS, E., (2004): Overcoming Weak Entrepreneurial Infrastructures for Academic Spin-Off Ventures, *Journal of Technology Transfer*, 29, pp. 327–352.
- 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. (2004): “The evolution of the entrepreneurial university”, *International Journal Technology and Globalisation*, Vol. 1, No. 1 ,pp. 64 – 77.
- 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* 29(2), pp. 313–330.
- FERNÁNDEZ, S.; RODEIRO, D.; RODRÍGUEZ, A. (2005): “El perfil de las universidades públicas en el desarrollo de patentes”, *XIX Congreso Anual y XV Congreso Hispano-Francés*, AEDEM, pp.485-492, Vitoria, Junio 2005.
- FOLTZ, J.; BARHAM, B.; KIM, K. (2000): “Universities and Agricultural Biotechnology Patent Production”, *Working Paper*.
- GREENE, W. H. (1999): *Análisis econométrico*, Prentice Hall, Madrid.
- HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. (1999): *Análisis multivariante*, Prentice Hall, Madrid.

- 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., LINDELL, P.; OLOFSSON, C. y WAHLBIN, C.; (1988): “Internal and External Resources in Technology-based Spin-offs: A survey”, in B. A. Kirchoff, W. A. Long, W. McMullan, K. H. Vesper and W. E. Wetzel William Jr (eds.), *Frontiers of Entrepreneurship Research*, Babson College, MA: Center for Entrepreneurial Studies, Babson College, pp. 430–443.
- LÉVY, J.-P.; VARELA, J. (2003): *Análisis multivariable para las ciencias sociales*, Prentice Hall, Madrid.
- 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, pp. 110 – 131.
- LUQUE, T. (2000): *Técnicas de análisis de datos en investigación de mercados*, Editorial Pirámide, Madrid.
- MIYATA, Y. (2000): “An empirical analysis of innovative activity of universities in the United States” *Technovation*, 20 (2000), pp. 413 – 425.
- 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 Anual y XV Congreso Hispano-Francés*, AEDEM, pp.499-506, Vitoria, Junio 2005.
- 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.
- RASMUSSEN, E.; BORCH, O. J. (2004): “University resources facilitating strategic entrepreneurship”, *Paper for the second bi-annual European Summer University*, Universidad de Twente, Septiembre.
- RED OTRI DE UNIVERSIDADES, (2004); “Informe Red OTRI de Universidades, 2004”, *Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas*, CRUE, Madrid. Diponible en <http://www.redotriuniversidades.net/documentos/informe04.pdf>
- ROBERTS E.B.; MALONE, D; (1996): “Policies and Structures for Spinning off New Companies from Research and Development Organizations”, *R&D Management* 26(1), 17–48.
- SHANE, S. (2004): *Academic Entrepreneurship, University Spin-offs and Wealth Creation*, New Horizons in Entrepreneurship Series, Edward Edgar Publishing Limited.

- 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.
- SMILOR, R. W.; GIBSON V.; and DIETRICH, B. (1990): “Spin-out Companies: Technology Start-ups from UT-Austin”, *Journal of Business Venturing* 5(1), 63–76.
- STANKIEWICZ, R.; (1986), *Academic Entrepreneurs: Developing University-Industry Relations*, London: Frances Pinter Publishers.
- STANKIEWICZ, R.; (1994); ‘Spin-off Companies from Universities’, *Science and Public Policy* 21(2), 99–107.