

DETERMINANTES DE LAS PATENTES UNIVERSITARIAS. EL CASO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA*

Joaquín M^a Azagra Caro**

WP-EC 2001-03

Correspondencia: Instituto de Gestión de la Innovación y el Conocimiento. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales - Módulo D-3. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera, s/n. 46071 Valencia. Tel.: +34 963 877 048. E-mail: jazagra@ingenio.upv.es.

Editor: Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, S.A.
Primera Edición Marzo 2001
Depósito Legal: V-892-2001

Los documentos de trabajo del IVIE ofrecen un avance de los resultados de las investigaciones económicas en curso, con objeto de generar un proceso de discusión previo a su remisión a las revistas científicas.

* Mercedes Gumbau supervisó la realización del trabajo de investigación que precede este artículo. Francisco Pérez y M^a Luisa Moltó efectuaron una valiosa revisión como miembros del tribunal de evaluación de aquél. Juan Manuel Pérez y Pilar Beneito soportaron estoicamente repetidas consultas sobre las estimaciones econométricas. Mitxel Bodegas y Antonio Gutiérrez intervinieron en la confección de la base de datos. Este último, Pedro Serra e Ignacio Fernández de Lucio revisaron y dotaron de mayor profundidad al estudio, y justifican día a día mi vocación por la ciencia. Quede para todos ellos el agradecimiento del autor.

** Instituto de Gestión de la Innovación y el Conocimiento (INGENIO). Universidad Politécnica -CSIC.

**DETERMINANTES DE LAS PATENTES UNIVERSITARIAS.
EL CASO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
DE VALENCIA**

Joaquín M^a Azagra Caro

R E S U M E N

Las universidades han desempeñado tradicionalmente funciones de docencia e investigación. En las últimas décadas han adoptado una tercera función: la transferencia de su conocimiento. Los instrumentos utilizados han sido diversos: contratos de I+D, asesorías e informes técnicos y otros como la licencia de patentes, sobre la que se ha puesto un énfasis especial desde hace unos años. El auge de las patentes en las universidades de los países desarrollados se justifica porque suponen una buena fuente de aumento y diversificación de la financiación universitaria. Hasta ahora la incipiente literatura sobre el tema no ha creado un modelo específico de los factores que inciden en la generación de las patentes universitarias. En este trabajo, partiendo del reconocimiento de que existe una relación entre las mismas y el volumen de la I+D llevada a cabo por los departamentos universitarios, se ha ensayado la idoneidad de los modelos de patentes empresariales en el contexto de las universidades. La aplicación realizada sobre los datos disponibles de la Universidad Politécnica de Valencia da como resultado que, en efecto, los modelos econométricos de variables contables resultan adecuados para modelar la citada relación. De los resultados obtenidos se desprende que la I+D contemporánea ejerce una mayor influencia sobre las patentes que la I+D pasada, que las áreas de conocimiento más dependientes de la ciencia presentan mayores oportunidades tecnológicas y que los departamentos con más personal solicitan relativamente un menor número de patentes. Por otro lado, la desagregación de la I+D por origen de la financiación permite observar que la investigación financiada públicamente es la más importante de cara a la generación de patentes, pero que existe sinergia con la financiación complementaria de las empresas; la desagregación de la I+D por tipos de la misma indica, a su vez, que las actividades más propiamente de transferencia de tecnología no conducen a la solicitud de patentes.

Palabras clave: I+D, patentes, universidades.

A B S T R A C T

Universities have traditionally developed training and research functions. In the last decades they have adopted a third function: the transfer of their knowledge. The instruments employed have been varied: R&D contracts, assessments, technical reports and others like patent licensing, about which a special emphasis has been placed for some years. The surge of patents at developed country universities is justified because they represent a good source of increase and diversification of university funds. Until now the incipient literature on the topic has not created a specific model of the factors that affect the generation of university patents. In this work, departing from the recognition that a relation between them and the amount of R&D carried out by university departments exist, the fitness of the models of industrial patents has been tested in the context of universities. The application made on the available data of the *Universidad Politécnica de Valencia* produced as a result that, actually, count data econometric models are appropriate to model the mentioned relation. From the results obtained we can gather that current R&D exerts a greater influence on patents than past R&D, that the fields of knowledge more dependent on science present more technological opportunities and that the departments with more staff apply for a relatively lower number of patents. On the other hand, the disaggregation of R&D by source of funding allows us to observe that publicly funded research is the most important for the generation of patents, but that synergy exists with complementary funding by companies; the disaggregation of R&D by types of itself indicates, in turn, that the activities of technology transfer proper do not head to the application for patents.

Keywords: R&D, patents, universities.

1. Introducción

La innovación tecnológica se podría definir como “la primera aplicación de la ciencia y la tecnología en una nueva dirección, seguida de un éxito comercial” (OCDE, 1971: p. 11). La concepción de las primeras aproximaciones teóricas a este fenómeno ha sido que la aplicación sigue un proceso *lineal*, es decir, que cada eslabón de la cadena pone en funcionamiento el siguiente automáticamente, de forma que los recursos más evidentes que se puedan considerar, como la investigación y su posterior desarrollo (I+D), acaban dando lugar a una innovación (Schmookler, 1966). Los enfoques más modernos consideran que, en general, el fenómeno es más complejo, puesto que se observa cómo las empresas no siempre recurren a la investigación para innovar sino a conocimientos ya existentes; que las mejoras de una innovación son frecuentes y, en ocasiones, causas de nuevas innovaciones; y que existen países y regiones donde las innovaciones surgen con mayor facilidad que en otros, sin que ello se deba a que cuenten con mayores inversiones en investigación básica (Smith, 1995). Así, aunque el modelo lineal de innovación puede adaptarse relativamente bien en los sectores tecnológicos más dependientes de la ciencia, como el farmacéutico (Vandendorpe, 1997), en otros muchos casos parece más adecuada considerar la innovación como un proceso *interactivo*, en el que las etapas no son estancas sino que se retroalimentan, y en el que la investigación básica puede ser necesaria sólo como recurso cuando no basta el conocimiento existente (Kline y Rosenberg, 1986).

Las interacciones del proceso se producen también entre los diferentes agentes que configuran el marco en el que éste tiene lugar, configurando así lo que se ha venido a llamar un sistema de innovación (Lundvall, 1992). Dentro de las relaciones que tienen lugar en su seno, la literatura se ha volcado sobre las relaciones universidad-empresa, en un principio tratando de medir los efectos desbordamiento del conocimiento académico y cómo éste contribuye a la innovación empresarial. La mayoría de los trabajos aparecidos detecta una influencia notoria del conocimiento generado en las universidades, bien por su impacto sobre las patentes empresariales (Jaffe, 1986) o sobre la innovación empresarial (Acs, Audretsch y Feldman, 1991), bien por su elevada rentabilidad social (Mansfield, 1995 y 1998; Beise y Stahl, 1998), o también por las de citas de publicaciones científicas en las patentes de las empresas (Narin y Noma, 1985; Narin, Hamilton y Olivastro, 1997).

Se ha criticado estos trabajos, desde la perspectiva del modelo interactivo de la innovación, porque tanto la utilización del instrumental econométrico (Salter y Martin, 1999) como del bibliométrico (Meyer, 1999) tratan de relacionar recursos y productos de manera simplista y sin tener en cuenta las interacciones. Por eso, a los economistas de corte neoclásico, usuarios de estos métodos de medición, se les achaca esconder una concepción

lineal del proceso innovador (Smith, 1995). Una concepción alternativa sería la que aporta la corriente evolucionista, que se centra en la transferencia de tecnología y desmenuza los efectos desbordamiento en los diferentes mecanismos que los encauzan, como puedan ser las estructuras de interfaz que relacionan agentes de diferentes entornos o los instrumentos utilizados para transferir conocimiento, como los contratos de I+D, las acciones de asesoramiento y apoyo técnico, etc. (Fernández y Conesa, 1996). Sin embargo, los modelos así planteados suelen restringirse a estudios descriptivos de difícil contraste.

Lejos de profundizar en este debate, el presente trabajo pretende centrarse en que el estudio de la influencia de las funciones clásicas (la enseñanza y la I+D) de las universidades es insuficiente para describir su contribución a la innovación, ya que en la actualidad se están produciendo cambios en la manera que éstas tienen para relacionarse con la sociedad. Acaso debido a la necesidad de incorporar mecanismos nuevos de autofinanciación en su estrategia de supervivencia (Clark, 1997), o simplemente a una mayor vinculación con el contexto socioeconómico en que se insertan, las universidades recurren cada vez más a la transferencia de conocimiento mediante instrumentos como los citados anteriormente, entre los que se incluye la licencia de patentes. Las patentes universitarias entran a formar parte de los instrumentos con los que las universidades contribuyen a la innovación de las empresas.

En un contexto de aumento del conjunto de patentes (Kortum y Lerner, 1999)¹, el particular auge de las patentes universitarias se recoge en la incipiente literatura que existe sobre el tema, de la que se dará cuenta en el siguiente apartado. La falta de estudios del caso español, así como, en general, de los determinantes de las patentes universitarias, motivan el presente trabajo. Así, en el apartado 2 se hará una revisión de la literatura existente, así como una somera descripción de la situación de las patentes universitarias en España, tratando de reconocer si se aprecian las mismas tendencias que en otros países. En el apartado 3 se expondrá el modelo a estimar, la metodología empleada y las variables utilizadas. El apartado 4 hará una somera descripción estadística de las patentes y las actividades de I+D de la Universidad Politécnica. Se presentará los resultados obtenidos de las estimaciones en el apartado 5, distinguiendo por tipos de gasto de I+D. Finalmente, el apartado 6 enumerará las conclusiones, recomendaciones y posibles líneas futuras de investigación.

¹ Los autores citados achacan dicho aumento a cambios en la gestión de la innovación, orientada hacia actividades más aplicadas, en vez de a hipótesis como la expansión de sectores de tecnología punta o la existencia de cambios legislativos, favorables a la defensa de las patentes o a la protección de grupos de presión empresariales.

2. Revisión bibliográfica

Los estudios que se ha podido recopilar reconocen la tendencia al aumento de las patentes universitarias. En EE.UU., de 1965 a 1992, se multiplicaron por 15, mientras que el conjunto de patentes aumentó menos de un 50%. Esto también se puede medir por el creciente número de universidades que patentan: En 1965, 30; en 1991, 150. También ha crecido más que el gasto en investigación universitario, por lo que ha aumentado la propensión a patentar, mientras que en conjunto ha caído (Henderson, Jaffe y Trajtenberg, 1998). Y en una universidad representativa como la *Chalmers University of Technology*, en Suecia, con facultades técnicas, de ciencias naturales y médicas, el tamaño de la universidad en términos de estudiantes y personal se ha multiplicado por dos entre 1960 y 1994, mientras que las patentes lo han hecho por doce. En el mismo período, el número total de patentes en el país ha permanecido estable (Wallmark, 1998). El Cuadro 1 muestra que en España las universidades se han sumado a esta corriente y protegen sus invenciones cada vez más. Se puede apreciar cómo, mientras que el conjunto de patentes concedidas se ha multiplicado por 2,5 y no ha recuperado el nivel alcanzado en 1990, el número de patentes universitarias se ha multiplicado por 42 entre 1986 y 1997, y no ha caído en una fase de descenso prolongada.

Cuadro 1.

Patentes españolas concedidas a residentes nacionales, por año de solicitud, 1986-1997

	Patentes totales		Patentes universitarias	
	Número	Índice (Año base 1986)	Número	Índice (Año base 1986)
1986	548	100	2	100
1987	1512	276	10	500
1988	1638	299	12	600
1989	1918	350	20	1000
1990	1962	358	32	1600
1991	1466	268	42	2100
1992	1363	249	67	3350
1993	1409	257	103	5150
1994	1365	249	74	3700
1995	1418	259	108	5400
1996	1480	270	119	5950
1997	1370	250	84	4200

Fuente: OEPM (2000) y elaboración propia.

Como es habitual en el caso de las empresas, es necesario plantearse la validez de las estadísticas de patentes como indicadores económicos, ya que hay invenciones no susceptibles de ser patentadas; por ejemplo, en muchos países no se permite patentar los proyectos de programas para ordenadores, un campo importante de la investigación universitaria. Igualmente, muchas invenciones no pueden ser patentadas porque el inventor ha publicado sus resultados, un fenómeno no poco común en las universidades². Por otro lado, en algunos países (por ejemplo España), patentar entra dentro de la evaluación de méritos del profesorado universitario.

Sujetos a estas limitaciones, la primera pregunta que cabe plantearse es cuál es la distribución de las patentes universitarias. Atendiendo a diversas categorías, se puede afirmar lo siguiente:

a) Por universidades: Las patentes están bastante concentradas. En EE.UU., las 20 primeras universidades reciben el 70% del total, y sólo la primera, el MIT, un 8% (Henderson, Jaffe y Trajtenberg, 1998).

b) Por áreas: Hay que recalcar que la mayoría de profesores, investigadores y estudiantes en la universidad son parte activa del proceso de enseñanza y aprendizaje. Sólo una minoría está interesada por cuestiones de carácter inventivo. Hay muchos en campos como matemáticas, *software* informático, arquitectura, económicas y humanidades que no suelen contribuir a las patentes. Aceptando este hecho, se encuentran diferencias entre los estudios consultados:

- i) Meyer-Krahmer y Schmoch (1998) estudian las patentes universitarias alemanas solicitadas entre 1974 y 1994. En cabeza aparece, curiosamente, Ingeniería Mecánica, a pesar de no emplear tecnología intensiva en conocimientos científicos. Esto sirve a los autores para afirmar que un escaso vínculo con la ciencia no implica una baja interacción con la industria, sino que entran en juego otros factores³. A continuación, están ya disciplinas correspondientes a Química y a Tecnología de la Información; Biotecnología se sitúa por encima de la media, todos ellos departamentos pertenecientes a áreas tecnológicas de base científica.
- ii) Henderson, Jaffe y Trajtenberg (1998), sin embargo, encuentra, para el caso de EE.UU., que las universidades patentan en Farmacia y Medicina, mientras que las

² Una relación más exhaustiva de las críticas que se han venido haciendo contra las patentes como indicadores de innovación se encuentra en Sanz y Arias (1998).

³ Básicamente, que es una tecnología de orientación aplicada: "Los artefactos de la ingeniería mecánica son tangibles y expuestos a la manipulación directa y basada en la experiencia, mientras que los productos de áreas de base científica, como química o microelectrónica, sólo pueden ser analizados y producidos, en general, por la mediación de instrumentos y consideraciones teóricas" (*op. cit.*, p. 843).

empresas lo hacen en Mecánica; diferencia que, además, se incrementa con el tiempo.

- iii) Wallmark (1998) difiere de los anteriores en que la distribución de las patentes entre las diferentes facultades, teniendo en cuenta el tamaño de éstas, es bastante uniforme. Así, encuentra que la Facultad de Ingeniería Química patenta el doble que la de Ingeniería Eléctrica e Informática; ésta, a su vez, patenta el doble que Ingeniería Mecánica, Ingeniería Civil o Ingeniería Física. Sin embargo, el autor sí coincide con los anteriores en que la distribución de las patentes universitarias no guarda relación con la de las patentes industriales, con Ingeniería Mecánica y de Automóviles en cabeza.
- iv) Pavitt (1998) compara algunos estudios de distintos países y concluye que en todos ellos Química (incluido Productos Farmacéuticos) y Medicina cuentan con la mayor proporción de las patentes universitarias. Electricidad, Electrónica e Instrumentos son otras áreas principales, e Ingeniería Mecánica tiene mucho más peso en Alemania que en RU y EE.UU.

c) Por profesores: En una universidad típica, la productividad de los investigadores sigue una distribución de Lotka en la que el 2% de los investigadores genera el 25% de los resultados, el 10% genera el 50%; y un 75% genera sólo un 25% (Schockley, 1957). En la universidad de Chalmers, los resultados son semejantes. Eso subraya la importancia, en esa universidad, de los profesores estrella en forma de inventores prolíficos (Wallmark, 1998).

En cuanto a quiénes patentan, Wallmark (1998) identifica los siguientes rasgos de la *Chalmers University of Technology*:

a) Por categorías universitarias: Los profesores inventores son el 22%. Los eméritos son interesantes porque son más representativos del potencial de patentes de la universidad, y son un 26%. Los estudiantes graduados son el 6% y los no graduados el 0,4%, pero representan el principio de un cambio. Los últimos suelen tener una experiencia y un tiempo limitados para contribuir a las patentes.

b) Por sexos: La proporción de mujeres inventoras es del 6%. Sólo una mujer está entre los 67 primeros inventores y ninguno entre los 48 primeros. Luego, a pesar de la proporción creciente de mujeres entre los estudiantes y el profesorado, todavía no han crecido las inventoras. Eso sí, todas se concentran en 1978-95, así que también hay crecimiento.

c) Por edades: El máximo está entre los 30 y 35 años, lo que corresponde a recién graduados que hacen estudios de doctorado y participan en proyectos de investigación que conducen a la invención (aunque es un promedio menor que el de Suecia en general, que oscila entre 35 y

40 años). El mayor grupo de edad está dominado por inventores que repiten. Entre 25 y 30 años, casi todas las patentes son las primeras de su inventor; de 30 a 40, cerca del 50 por ciento son primerizas; tras los 40, casi todas son de repetidores. De nuevo, esto refuerza la importancia de la enseñanza en el primer grupo.

Todos los autores mencionados hasta ahora relacionan las patentes universitarias con el presupuesto de I+D de los departamentos. Adicionalmente, Henderson, Jaffe y Trajtenberg (1998) señalan tres factores que pueden haber influido en el crecimiento del número de patentes universitarias en el caso estadounidense:

a) El marco legal, ya que el crecimiento que observan surge a raíz de que en 1980 y 1984 los grandes cambios de la ley federal –plasmados en el Acta Bayh-Dole- hicieron más fácil para las universidades el retener los derechos de propiedad derivados de la investigación financiada por fondos federales. Sin embargo, para Mowery y otros (2001) achacar a estos cambios el grueso del aumento de las patentes universitarias estadounidenses está injustificado, ya que entienden que aquél comenzó con anterioridad a 1980, que fue debido a factores más decisivos (como los siguientes) y que en ausencia del Acta Bayh-Dole hubiera tenido lugar igualmente.

b) La creciente financiación empresarial de la investigación universitaria, probablemente como respuesta al interés creciente de las universidades por la investigación aplicada, que aumenta los recursos para estas actividades y por tanto contribuye al aumento de patentes⁴.

c) El incremento sustancial de las entidades de interfaz de las universidades (como oficinas de transferencia de tecnología o fundaciones universidad-empresa), que fomentan la protección de los derechos de propiedad de la I+D como modo idóneo de incrementar las interacciones con las empresas.

Sin embargo, los propios autores reconocen que es muy difícil determinar cuáles de estos fenómenos son causas y cuáles resultados. Utilizan diferentes variables como medidas aproximadas y, tras calcular la correlación que existe entre ellas, que resulta entre el 0,5 y el 0,9, sólo pueden decir que las tasas de patentes están menos correlacionadas con los niveles de financiación empresarial que con otras variables.

⁴ A este argumento se podría oponer el hecho de que la investigación con financiación privada da lugar a patentes en las empresas, no en las universidades. El problema se soslaya si se razona que las universidades patentan para hacerse más visibles a las empresas, que llevan a cabo un seguimiento de las patentes en el mercado y que comprándolas pueden apropiarse completamente de los resultados de la investigación.

3. El modelo econométrico

3.1. Modelo teórico

Dado que la bibliografía consultada no proporciona un modelo específico para patentes universitarias, el planteamiento más inmediato que surge es recurrir a los modelos de patentes empresariales típicos de la econometría de la propiedad industrial y comprobar si pueden ser válidos en el caso de las universidades. El hecho de que los autores mencionados en la revisión reconozcan que las patentes universitarias guardan relación con la I+D universitaria contribuye a validar ese planteamiento, dado el resultado tradicional de que también existe un vínculo entre patentes e I+D en el caso de las empresas. Así, se puede plantear una *función de producción del conocimiento* análoga a la propuesta por Pakes y Griliches (1984) del tipo siguiente:

$$pat_{it}=f(id_{it-\tau}z_{it}), \tau=0, \dots, T$$

La variable *pat* representa las patentes y la variable *id*, los gastos de investigación y desarrollo (I+D). El subíndice *i* corresponde al individuo observado, el subíndice *t* al año y el subíndice τ a los sucesivos desfases con que, a priori, la I+D puede afectar a las patentes. La variable *z* es un conjunto de otras variables que influyen sobre *pat*. Hausman y otros (1984) distinguen las siguientes:

- ❖ Una tendencia que capte un posible crecimiento o disminución neto de las patentes.
- ❖ Una variable ficticia que exprese la mayor oportunidad tecnológica de las áreas tecnológicas fuertemente dependientes de la ciencia. Alternativamente, Bound y otros (1984) emplean distintas variables ficticias para cada sector económico.
- ❖ El tamaño de los individuos observados, variable de control con la que se espera aislar el efecto de las diferencias de tamaño, de manera que el impacto de la I+D exprese una influencia real sobre las patentes y no sea producto de que los departamentos más grandes manejen un mayor volumen de recursos y patentes más, simplemente porque tengan más personal dedicado a ello.

Bound y otros (1984) incluyen:

- ❖ Gastos de I+D al cuadrado, que muestran si existe una relación no lineal con las patentes y, a través de su signo, el tipo de rendimientos a escala de la I+D.
- ❖ Variables ficticias para las observaciones con patentes igual a cero y para las observaciones con I+D igual a cero.

En el caso específico de las universidades, de acuerdo con Henderson, Jaffe y Trajtenberg (1998), debería aparecer en la regresión, como figura en el apartado anterior, medidas del marco legal, el grado de financiación empresarial y de la fortaleza de las entidades de interfaz universitarias.

La intención del presente estudio es contrastar el modelo empleando datos de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), una de las más activas de España en la solicitud de patentes. La información obtenida procede de dos bases de datos del Centro de Transferencia de Tecnología (CTT), la oficina de transferencia de resultados de la investigación de la universidad objeto de estudio: Una de patentes y otra de contratos⁵ de la universidad con terceros desde 1984 hasta 1999. Se ha tomado como individuo representativo *i* cada uno de los diferentes departamentos o institutos⁶. El período temporal cubrirá de 1990 a 1999.

3.2. Métodos de estimación

El primer problema al que hay que enfrentarse a la hora de modelar la relación entre patentes e I+D es el tratamiento de las numerosas observaciones que toman valor cero por parte de ambas variables. Hausman y otros (1984) y Bound y otros (1984) tratan de resolverlo de dos formas: La primera consiste en establecer el valor del logaritmo de las patentes igual a cero en el caso de las observaciones con cero patentes, permitir que los departamentos correspondientes tengan una ordenada en el origen propia y estimar una regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

La segunda manera es modelar las patentes como una variable contable⁷ (de Poisson), que toma valores 0, 1, 2, etc., como sugirieron Hausman, Hall y Griliches (1984). El modelo así formulado considera que las patentes de cada departamento se extraen de una distribución de Poisson cuya media es $\exp(X\beta)$, donde $X\beta$ es una función de regresión de las variables independientes del modelo. Frente a la regresión logarítmica por MCO, la de Poisson tiene en cuenta que la variable dependiente es de números enteros no negativos, en vez de continuos. El enfoque empleado es el de máxima verosimilitud condicionada (MVC). El logaritmo de la función de verosimilitud para el modelo de Poisson viene dado por:

⁵ Se incluye en la definición de "contratos", las subvenciones obtenidas con cargo a proyectos de I+D obtenidos mediante concurso público.

⁶ No se ha tenido en cuenta las instituciones distintas de las referidas, por no ser relevantes en el estudio de las patentes. Se trata, por ejemplo, de vicerrectorados, escuelas, etc.

⁷ Se ha traducido así el término inglés *counts variable*.

$$\log L = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T [y_{it}! - e^{X_{it}\beta} + y_{it} X_{it}\beta]$$

Aquí, y_{it} es el número observado de solicitudes de patentes de un departamento en un año y X_{it} son las variables independientes⁸.

La especificación expuesta impone el supuesto restrictivo de que los datos siguen una distribución en que la media es igual a la varianza. Para resolver el problema, se plantea una especificación alternativa, el modelo llamado binomial negativo, en el que el parámetro de Poisson se extrae de una distribución gamma con parámetros $\exp(X\beta)$ y δ . El logaritmo de la verosimilitud para este modelo es:

$$\log L = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \log \Gamma(\lambda_{it} + y_{it}) - \log \Gamma(\lambda_{it}) - \log \Gamma(y_{it} + 1) + \lambda_{it} \log \Gamma(\delta) - (\lambda_{it} + y_{it}) \log(1 + \delta)$$

Aquí $\lambda_{it} = \exp(X_{it}\beta)$ y δ es el parámetro de la varianza ($Vy_{it} = \exp(X_{it}\beta)(1 + \delta)/\delta$). El presente trabajo tratará de contrastar el modelo enfrentado la técnica de MCO a la de Poisson y, tras aplicar un test de sobredispersión que lo justifique, comparar esta última y la binomial negativa.

3.3. Medición de las variables

Las variable dependiente, *pat*, es el número de patentes concedidas o en fase de concesión⁹. Se ha tomado como año de la patente el del registro de la solicitud correspondiente en la Oficina Española de Patentes y Marcas. El listado de variables independientes empleadas es el siguiente:

❖ *log id*: Valor de las actividades de investigación y desarrollo financiadas mediante contratos y proyectos de diversas instituciones¹⁰, en pesetas de 1986¹¹ y en logaritmos. El año del contrato es el de su registro en el CTT. La estimación inicial se realizará sobre esta variable, para a continuación hacer estimaciones sobre medidas desagregadas de la misma,

⁸ El símbolo “!” que aparece en la función representa el factorial de la observación correspondiente.

⁹ Se ha preferido esta opción a la de emplear el número de patentes solicitadas porque es lo habitual en este tipo de estudios, dado que las patentes concedidas expresan mejor el nivel tecnológico de la economía. En el caso español, de todos modos, el porcentaje de patentes solicitadas que son concedidas es elevado, al ser necesario sólo un examen de forma para la concesión.

¹⁰ No incluye, por tanto, otros recursos de I+D como nóminas de personal, gasto corriente o adquisiciones de equipos con cargo a los presupuestos de la Universidad. No obstante, una variable aproximada de los mismos está dada por la variable *log pers* que se explica más adelante.

¹¹ Empleando el deflactor del PIB, tal y como lo hace el INE (2000).

❖ atendiendo a dos criterios, origen de la financiación y tipo de trabajo, que se explicarán con más detalle en el apartado siguiente. Las variables resultantes figuran en el 0 y el 0.

Cuadro 2.
Desagregación de la variable id por origen de la financiación

Tipo de institución	Descripción	Nombre de la variable correspondiente
Administraciones públicas-investigación de programas públicos	Administración europea, central o autonómica, diputaciones y ayuntamientos-Ayudas concedidas mediante concurso público	aapp-ipp
Administraciones públicas-contratos	Administración europea, central o autonómica, diputaciones y ayuntamientos-Contratos con la UPV	aapp-co
Empresas	Empresas privadas y públicas, nacionales y extranjeras	emp
Centros públicos de investigación	Universidades, institutos de investigación...	cpi
Otras instituciones	Fundaciones, asociaciones...	oi

Cuadro 3.
Desagregación de la variable id por tipos de trabajo¹²

Tipo de trabajo	Descripción	Nombre de la variable correspondiente
Investigación de programas nacionales y regionales	Proyectos de I+D obtenidos por la UPV mediante concurso público nacional	ipnr
Investigación de programas europeos	Proyectos de I+D solicitados por la UPV mediante concurso público de la UE, junto con otra institución	ipe
Contratos de I+D	Proyectos de I+D realizados para otras instituciones mediante acuerdo mutuo	cid
Apoyo tecnológico	Estudios o dictámenes científico-técnicos	at
Asesoramiento	Asesoría científico-técnica	as
Licencias de patentes	Licencias de explotación de la propiedad industrial (patentes, diseño industrial, software...)	lp
Otros trabajos	Categorías no incluidas entre las anteriores	ot

¹² Se ha optado por excluir determinadas actividades que por su naturaleza difícilmente encajan bajo la definición de I+D, como son los *Proyectos profesionales*, las *Prestaciones de servicios* y otras categorías menores.

- ❖ *tiempo*: Año de registro, para recoger la tendencia.
- ❖ *cient*: Variable ficticia que toma valor uno para los departamentos de áreas tecnológicas de base científica (según la tipología de Pavitt (1984), las de electrónica, electricidad y química), y cero en caso contrario. Se ha preferido esta opción a la Bound y otros (1984) porque no existía un criterio riguroso de agregación de los departamentos y porque era frecuente que se planteasen problemas de multicolinealidad.
- ❖ *log pers*: Logaritmo del número de profesores empleados en el departamento o instituto. En el caso de los departamentos, se disponía de información desagregada desde 1994; los datos anteriores han sido calculados por interpolación a partir del número total de profesores de la universidad. En el caso de los institutos, la información ha sido recabada uno a uno.
- ❖ *sinp*: variable ficticia que toma un valor igual a uno cuando la observación no tiene patentes, e igual a cero en caso contrario. Se incluye sólo en la regresión por MCO.

De las variables específicas de las universidades, la participación empresarial será estudiada en el apartado 0; el marco legal no va a ser tenido en cuenta, dado que no se han introducido cambios significativos desde la Ley de Patentes de 1986 (Blanco, 1999), y el período temporal que el presente estudio aborda comienza más tarde; ni tampoco la presencia de las entidades de interfaz universitarias, que sólo tendría sentido si se estudiara más de una universidad.

En un principio se disponía de observaciones para el período 1987-1999 y para los 42 departamentos y 8 institutos que existen o han existido en la UPV. Sin embargo, no todos éstos comenzaron su actividad en el mismo año, de forma que el panel estaba incompleto. Dadas las dificultades de estimación que eso implica, se optó por excluir los tres primeros años del panel. Otra serie de correcciones que ha sido necesario realizar sobre los departamentos e institutos figura en el Anexo B. Así, finalmente se ha dispuesto de una serie temporal de 10 años y 43 departamentos e institutos, lo que ha permitido confeccionar un panel de 430 observaciones.

4. Análisis preliminar de los datos de la Universidad Politécnica de Valencia

Como se puede apreciar en el 0, el número de patentes de la Universidad Politécnica de Valencia se ha multiplicado por 25 entre 1990 y 1999. El valor de las actividades de I+D también ha crecido de forma espectacular, y si bien no tanto como las patentes, sí de forma bastante correlacionada con éstas. En todo caso, si efectivamente existe un vínculo entre

ambas variables, se puede decir que la I+D está resultando cada vez más rentable, en términos de patentes generadas. Del mismo modo, que el aumento del número de profesores haya sido más discreto, cercano al 1,5%, da un indicio de que éstos han mejorado considerablemente su capacidad investigadora.

Cuadro 4.
VARIABLES BÁSICAS DEL MODELO, POR AÑOS (AÑO BASE=1990)

	Nº de patentes	Gastos de I+D	Nº de profesores
1990	100	100	100
1991	400	135	96
1992	600	115	97
1993	700	142	102
1994	200	169	103
1995	700	139	113
1997	800	144	125
1997	1100	219	138
1998	2100	185	141
1999	2500	220	148
<i>Coefficiente de correlación con pat</i>		0,75	0,88

Aunque la estimación posterior se hará sobre el número de departamentos, se ha optado por resumir la información correspondiente, en el 0, por clases de la clasificación internacional de patentes (CIP), tal y como figura en el Anexo A, más una clase Z correspondiente a áreas no productoras de tecnología, como las de Bellas Artes y Ciencias Sociales. Por comparación, se ha añadido también el 0. Se observa cómo la UPV patenta, sobre todo, en *Química; metalurgia*; sigue, en este sentido, la pauta internacional (Pavitt, 1998). La relevancia de *Mecánica; iluminación; calefacción; armamento; voladura* distingue a la UPV del conjunto de universidades nacionales y la acerca más al modelo alemán (Pavitt, 1998). También se patenta bastante en *Necesidades corrientes de la vida* (que incluye tecnología de alimentos). *Electricidad*, aunque importante, no destaca tanto como en otros países, lo que es común al conjunto de las universidades españolas, en la que el grupo "Otras" cobra un peso extraordinario gracias a la *Física*, área tampoco relevante en la UPV.

Cuadro 5.
Variables básicas del modelo, por clases CIP (suma 1990-99)

Código	Clase CIP	Nº de patentes	Gastos de I+D	Nº de profesores
A	Necesidades corrientes de la vida	12%	5%	4%
B	Técnicas industriales diversas; transportes	1%	5%	7%
C	Química; metalurgia	52%	18%	12%
D	Textiles; papel	0%	0%	1%
E	Construcciones fijas	3%	18%	16%
F	Mecánica; iluminación; calefacción; armamento; voladura	18%	23%	7%
G	Física	3%	11%	18%
H	Electricidad	10%	10%	10%
Z	Áreas no productoras de tecnología	0%	10%	25%
TOTAL		100%	100%	100%
<i>Coefficiente de correlación con pat</i>			0,52	-0,10

La I+D de la UPV está correlacionada positivamente con las patentes, por clases de la CIP, aunque la relación no parece ser muy estrecha. Quizás se deba a que la medida de I+D empleada incluye el valor de los contratos por transferencia de conocimiento, que, como se discutirá más tarde, no inciden significativamente sobre las patentes. Por otra parte, destaca el hecho de que la participación de *Construcciones fijas* y *Física* en los gastos de I+D sea bastante superior a la participación en las patentes. El tamaño de la plantilla (que ha experimentado poca variación a lo largo del período considerado) no parece ser muy influyentes, pero en todo caso la relación apunta a ser negativa, lo que respondería a la idea de que las universidades españolas están diseñadas para la enseñanza y los departamentos más grandes se dedican a ella. Así, *Física*, *Construcciones fijas* y las *Áreas no productoras de tecnología* cuentan con una proporción importante del personal y muy pequeña de las patentes.

Cuadro 6.
Patentes universitarias en cuatro países

	Alemania	Reino Unido	EE.UU.	España
Química y medicina	48%	62%	45%	35%
Electricidad, electrónica e instrumentos	19%	28%	42%	9%
Mecánica	24%	6%	5%	2%
Otras	8%	2%	9%	55%
<i>Total</i>	100%	100%	100%	100%

Fuente: Alemania, Reino Unido y EE.UU.: Pavitt (1998), a partir de trabajos anteriores.

España: Elaboración propia con datos de OEPM (2000): Patentes concedidas o en fase de concesión de universidades españolas gestionadas a través de la OEPM, promedio 1986-97.

La medida de I+D analizada permite ser desagregada según el tipo de entidad que financia la investigación, en las categorías que figuran en el 0. La distinción entre investigación de programas públicos y contratada dentro de la categoría “Administraciones públicas” obedece a que en el primer caso éstas actúan con objetivos de política de I+D mientras que en el segundo se comportan como un demandante de estudios de I+D.

El reparto de la contratación con las distintas instituciones por clases CIP, recogido en el 0, parece indicar que la propensión a patentar depende estrecha y positivamente de la financiación a concurso de las *Administraciones públicas*. En las áreas que más se patenta (*Química; metalurgia y Mecánica*) también se contrata por encima de la media con *Administraciones públicas y Empresas*. De las áreas en que se patenta menos llama la atención que en ellas se contrata con *Centros públicos de investigación y/u Otras instituciones (Construcciones fijas, Física, Áreas no productoras de tecnología)*.

Cuadro 7.
Distribución de las patentes y la I+D desagregada por origen la financiación,
por clases CIP (suma 1990-99)

Código	Clase CIP	Nº de patentes	AAPP- investigación de programas públicos	AAPP- contratos	Empresas	CPI	Otras instituciones
A	Necesidades corrientes de la vida	12%	8%	1%	3%	6%	6%
B	Técnicas industriales diversas; transportes	1%	5%	5%	4%	1%	1%
C	Química; metalurgia	52%	30%	9%	15%	20%	4%
D	Textiles; papel	0%	0%	0%	0%	0%	0%
E	Construcciones fijas	3%	5%	29%	22%	21%	27%
F	Mecánica; iluminación; calefacción; armamento; voladura	18%	17%	36%	27%	9%	5%
G	Física	3%	17%	7%	7%	8%	16%
H	Electricidad	10%	11%	4%	14%	9%	5%
Z	Áreas no productoras de tecnología	0%	6%	10%	7%	26%	36%
TOTAL		100%	100%	100%	100%	100%	100%
Coeficiente de correlación con pat			0,87	0,12	0,37	0,30	-0,33

Por otro lado, la medida de I+D propuesta incluye tipos de trabajo muy heterogéneos, como son los que aparecen en el 0. Se puede apreciar que sólo las tres primeras categorías corresponden a proyectos de I+D propiamente dichos. El resto de trabajos son más expresivos de transferencia de conocimiento (Hertog y otros, 1995: Anexo II) y de hecho han sido empleados como variables de interacción en otros estudios (Fernández y Conesa, 1996); no obstante, el Manual de Frascati (OCDE, 1996) sí los considera como I+D si forman parte de un proyecto de investigación.

Una primera aproximación descriptiva a los datos, como la que proporciona el 0 permite apreciar que las áreas en las que más se patenta son, a la vez, las que realizan más *Investigación de programas nacionales y regionales* y *Contratos de I+D* simultáneamente (*Química; metalurgia, Mecánica; iluminación; calefacción; armamento; voladura* y *Electricidad*); la primera proviene casi por completo de las *Administraciones públicas* y es, por tanto, la de mayor calidad; los segundos, procedentes en su mayoría de *Empresas* pero

también de *Administraciones públicas* y *Otras instituciones*, suelen plasmarse en trabajos más cuantiosos en promedio, por lo que aportan una importante financiación complementaria. Las áreas que se concentran sólo en *Investigación de programas nacionales y regionales (Física)* o sólo en *Contratos de I+D (Construcciones físicas)*, patentan menos porque o no obtienen suficientes fondos o no desarrollan una investigación puntera, respectivamente. Por tanto, es la combinación de *Investigación de programas nacionales y regionales* y *Contratos de I+D* lo que proporciona una investigación relativamente orientada y con una financiación aceptable. La *Investigación de programas europeos* y las *Licencias de patentes* también parecen estar relacionadas positivamente con la solicitud de patentes. Las demás categorías no aparentan tener tanta influencia y, en los casos de *Apoyo tecnológico* y *Asesoramiento*, si la tuvieran, sería negativa.

Cuadro 8.
Distribución de las patentes y la I+D desagregada por tipos de trabajo,
por clases CIP (suma 1990-99)

	Nº de patentes	Inv. de programas nacionales y regionales	Inv. de programas europeos	Contratos de I+D	Apoyo tecnológico	Asesoramiento	Licencias de patentes	Otros
A Necesidades corrientes de la vida	12%	8%	4%	2%	3%	5%	0%	1%
B Técnicas industriales diversas; transportes	1%	6%	2%	4%	5%	6%	0%	1%
C Química; metalurgia	52%	27%	32%	22%	6%	7%	23%	2%
D Textiles; papel	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%
E Construcciones fijas	3%	4%	9%	14%	39%	44%	29%	6%
F Mecánica; iluminación; calefacción; armamento; voladura	18%	17%	15%	32%	15%	7%	43%	71%
G Física	3%	18%	21%	4%	9%	6%	0%	6%
H Electricidad	10%	12%	9%	10%	9%	11%	4%	4%
Z Áreas no productoras de tecnología	0%	6%	8%	13%	12%	13%	1%	9%
<i>Total general</i>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Coficiente de correlación con pat</i>		0,82	0,79	0,58	-0,14	-0,15	0,47	0,13

5. Resultados de las estimaciones

5.1. Estimación inicial

Por lo que se refiere al signo esperado de los coeficientes, los diferentes trabajos sobre modelos de patentes empresariales, como recoge Griliches (1990) en su revisión bibliográfica, coinciden en que la I+D contemporánea ejerce una influencia positiva y significativa sobre aquéllas¹³. En cuanto a los desfases de la I+D, Hausman y otros (1984) encuentran que su impacto pierde significación a medida que se introduce aleatoriedad en el modelo, y Hall y otros (1986) resuelven que la relación entre patentes e I+D es contemporánea y que el efecto de los desfases es pequeño y difícil de precisar. Esto les conduce a la idea de que las patentes son solicitadas en etapas tempranas de un proyecto de investigación. Hausman y otros (1984) obtienen un signo negativo significativo en la variable de tendencia que achacan a una disminución de la efectividad de la I+D a lo largo del tiempo. Las estimaciones de estos mismos autores dan lugar a signos positivos y significativos en el caso de la variable científica y en el del tamaño de las empresas¹⁴.

Las estimaciones realizadas en el caso que nos ocupa comienzan con una especificación inicial de Poisson, ajustada a un modelo con la I+D actual y cinco valores desfasados de la I+D, más una tendencia. Los resultados se encuentran en el 0. También se presenta las estimaciones correspondientes a una regresión de mínimos cuadrados tal como se ha expuesto previamente, es decir, añadiendo la variable *sinp.*. Se confirma que el modelo de MCO no se ajusta a los datos, ya que arroja coeficientes de la I+D actual y de sus desfases no significativos: se puede afirmar que aquél no recoge una forma funcional adecuada ni la heterogeneidad de las variables. La especificación de Poisson, sin embargo, muestra que, al menos, el coeficiente de la I+D actual es significativo; además, es mayor que el obtenido por Hausman y otros (1984) en el caso de las empresas, con las que tomaba un valor de 0,36. La suma de los coeficientes de la I+D también es superior. Respecto a los desfases, sólo el primero resulta algo significativo y el conjunto no se distribuye siguiendo un trazado en

¹³ Es bien conocido el resultado de que la relación es más fuerte en estimaciones de corte transversal que en las de series temporales. Pakes y Griliches (1984) lo justifican alegando que el grueso de los gastos de I+D corresponde a la categoría de Desarrollo, que tiene lugar a largo plazo, y que por lo tanto las patentes son un indicador más pobre del producto de la I+D a corto plazo. De ahí la menor relación entre ambas variables a lo largo del tiempo.

¹⁴ Bound y otros (1984), tras emplear variables sectoriales en vez de la científica, concluyen que no hay diferencias sectoriales significativas. En cuanto al tamaño, detectan inicialmente que la I+D presenta rendimientos decrecientes pero ponen en duda el resultado porque es muy sensible a la técnica de estimación empleada. Griliches (1990) argumenta que el resultado es sólo aparente por un problema de selección de la muestra y de que no se tiene en cuenta el papel de la I+D informal de las empresas pequeñas. No obstante, modelos teóricos posteriores como el de Kortum (1997) justifican la presencia de rendimientos decrecientes de la I+D a medida que la frontera tecnológica de un país se desplaza y es más difícil alcanzarla.

forma de U tan claro como en el caso de las empresas¹⁵. Por otra parte, se advierte un decrecimiento exógeno de las patentes del 1 por ciento anual, al igual que en las patentes empresariales.

Cuadro 9.
Resultados de la regresión de Poisson (estimación total).
Variable dependiente: número de patentes (en logaritmos, en los casos 2 y 4)

	1	2	3	4	5
Variable	Poisson	MCO	Poisson	MCO	Poisson
log id ₀	1,17 (0,26) ***	0,000 (0,003)	1,52 (0,21) ***	0,000 (0,002)	1,43 (0,23) ***
log id ₁	0,26 (0,17) **	0,000 (0,002)			
log id ₂	0,04 (0,09)	0,001 (0,002)			
log id ₃	-0,01 (0,06)	0,000 (0,002)			
log id ₄	0,06 (0,06)	0,001 (0,002)			
log id ₅	0,04 (0,05) *	-0,002 (0,002)			
tiempo	-0,01 (0,00) ***	0,002 (0,002)	-0,01 (0,00) ***	0,002 (0,002)	-0,005 (0,00) ***
cient					2,15 (0,23) ***
log pers					-1,99 (0,44) ***
sinp		-0,195 (0,016) ***		-0,196 (0,016) ***	
<i>suma de los coeficientes de log id</i>	1,55		1,52		
<i>desviación estándar residual log verosimilitud</i>		0,10		0,10	
	-256,01		-261,75		-217,62

Errores estándar entre paréntesis. El número de asteriscos (uno, dos o tres) denota el grado de significación de los coeficientes (10, 5 o 1 por ciento, respectivamente).

Ahora se considerará especificaciones alternativas del modelo de Poisson básico. En la columna 3 del 0 se ha incluido sólo la I+D contemporánea, dada la escasa significación de los coeficientes de los desfases. Adviértase que el coeficiente de la I+D actual es prácticamente igual a la suma de coeficientes de la especificación inicial. El efecto temporal

¹⁵ La explicación podría hallarse en la ausencia de autocorrelación, que se comprueba más adelante.

exógeno se mantiene en el -1 por ciento anual. En la columna 4 se encuentra que, de nuevo, los resultados de la regresión por MCO son deficientes.

Como primer paso para tener en cuenta las diferencias en la propensión a patentar entre departamentos que pertenecen a distintas áreas tecnológicas, se añade la variable ficticia *cient* y una variable de aproximación del tamaño de los departamentos, *log pers*. Los resultados aparecen reflejados en la columna 5. Las dos nuevas variables tienen un fuerte efecto sobre el número esperado de patentes, si bien llama la atención que la correspondiente al tamaño tenga signo negativo, al contrario que en caso de las empresas, lo que confirma que los departamentos con más personal son los que poseen una cultura más alejada de la producción de invenciones comerciales. El coeficiente del tiempo ha disminuido en magnitud y ha pasado a ser de -0,005, lo que permite atribuir parte del decrecimiento exógeno a departamentos no pertenecientes a áreas fuertemente dependientes de la ciencia y de mayor tamaño.

Para evaluar la adecuación de la especificación de Poisson, se realizará dos tipos de tests: Primero, el supuesto de independencia se ha contrastado aplicando un test de Cochrane-Orcutt. Los valores obtenidos son 0,08 en la regresión 1, -0,03 en la regresión 3 y -0,05 en la regresión 5, que se encuentran en la región de aceptación de la hipótesis nula de que el coeficiente de correlación de los residuos es igual a cero, al 95 por ciento de significación. A continuación, se considera la propiedad de la varianza de que, según la especificación de Poisson, aquélla sea igual a la media. El test propuesto por Cameron y Trivedi (1990), que se basa en la significación de los coeficientes de una regresión de la varianza de la variable dependiente sobre distintas transformaciones de los residuos del modelo, detecta sobredispersión en las regresiones 1 y 3, ya que se obtiene coeficientes significativamente distintos de cero; no así en la regresión 5. Por lo tanto, parece necesario adoptar una especificación alternativa, al menos en las dos primeras regresiones.

Así, como viene siendo habitual en este tipo de trabajos, se ha estimado un modelo binomial negativo en el 0. Los resultados, como se puede observar, son cercanos a los de la regresión de Poisson: Los signos y cambios en la magnitud de los coeficientes se repiten columna a columna. Sólo llama la atención que en la regresión 3 el coeficiente de *pers* deje de resultar significativo. El δ estimado acaba siendo 5'24, lo que implica una ratio de la varianza sobre la media (que Hausman y otros (1984) obtienen como igual a $(1+\delta)/\delta$) de 1'19, lo que resulta consistente con la ausencia de sobredispersión detectada.

Cuadro 10.
Resultados de la regresión binomial negativa (estimación total).
Variable dependiente: número de patentes

Variable	1	2	3
log id ₀	1,28 (0,47) ***	1,68 (0,43) ***	1,30 (0,46) ***
log id ₁	0,28 (0,18) **		
log id ₂	0,05 (0,16)		
log id ₃	0,01 (0,13)		
log id ₄	0,07 (0,15)		
log id ₅	0,02 (0,09)		
tiempo	-0,01 (0,00) **	-0,01 (0,00) ***	-0,01 (0,00) ***
cient			1,69 (0,48) ***
log pers			-0,48 (0,79)
δ	7,49 (2,07) ***	8,16 (2,02) ***	5,24 (1,42) ***
<i>suma de los coeficientes de log id</i>	1,71	1,68	1,30
<i>log verosimilitud</i>	-180,13	-183,07	-174,01

Errores estándar entre paréntesis. El número de asteriscos (uno, dos o tres) denota el grado de significación de los coeficientes (10, 5 o 1 por ciento, respectivamente).

5.2. Estimación por origen de la financiación

La primera clasificación que se va a estudiar permitirá contrastar la idea de Henderson, Jaffe y Trajtenberg (1998) de que la penetración de la financiación empresarial influye de manera relevante en la generación de patentes, ya que una de las variables corresponde a la investigación financiada por empresas.

El impacto y signo esperados de la regresión sobre la I+D de los distintos tipos de instituciones es el siguiente: La investigación subvencionada por *Administraciones públicas* suele ser de alta calidad y frecuentemente genera nuevos conocimientos, por lo que su relación con las patentes debería ser positiva y significativa. Aunque la investigación para *Empresas* tiende a solucionar problemas más inmediatos, su coeficiente habría de ser, según Henderson, Jaffe y Trajtenberg (1998), igualmente positivo y significativo. A cuál de las dos instituciones corresponde el mayor impacto depende de la validez de la hipótesis de estos autores. La contratación con las otras tres categorías debería resultar poco significativa, dada su pequeña proporción sobre el total.

Tras realizar las estimaciones correspondientes, como se puede comprobar en el 0, la I+D para las *Administraciones públicas* es la que genera un mayor impacto sobre la

producción de patentes, positivo y significativo. Resolviendo las dudas planteadas, la I+D para *Empresas* da lugar a un coeficiente entre la mitad y las dos terceras partes del anterior, aunque aún significativamente elevado y positivo. Esto sirve para matizar los resultados de los autores estadounidenses recién citados: la financiación empresarial tiene efectos sobre las patentes, pero sigue siendo más importante la financiación pública. Conviene recordar que la medida de participación empresarial empleada por estos autores era la menos correlacionada con el número de patentes universitarias. Además, en el caso español, y concretamente en el valenciano, el menor tamaño medio de las empresas influye sobre la calidad de la investigación demandada.

Cuadro 11.
Estimación total del modelo de patentes: I+D por origen de la financiación

	Poisson		Binomial negativa	
	1	2	3	4
log aapp-ipp	0,34 (0,06) ***	0,31 (0,06) ***	0,34 (0,08) ***	0,31 (0,09) ***
log aapp-co	-0,10 (0,03) ***	-0,03 (0,03)	-0,10 (0,08)	-0,06 (0,07)
log emp	0,23 (0,07) ***	0,16 (0,06) ***	0,23 (0,08) ***	0,14 (0,10) *
log cpi	-0,01 (0,04)	-0,07 (0,04) **	-0,01 (0,09)	-0,04 (0,09)
log oi	-0,05 (0,05)	-0,03 (0,05)	-0,05 (0,08)	0,02 (0,07)
tiempo	-0,002 (0,00) ***	-0,001 (0,00) ***	-0,002 (0,00) ***	-0,002 (0,00) ***
cient		2,02 (0,25) ***		1,69 (0,45) ***
log pers		-2,14 (0,44) ***		-0,97 (1,05)
delta			6,34 (1,70) ***	4,15 (1,35) ***
log <i>verosimilitud</i>	-243,40	-206,97	-178,28	-167,78

Errores estándar entre paréntesis. El número de asteriscos (uno, dos o tres) denota el grado de significación de los coeficientes (10, 5 o 1 por ciento, respectivamente).

Al contrario que las anteriores categorías, los contratos con *Administraciones Públicas* presentan un coeficiente negativo y sólo significativo en el modelo de Poisson cuando no se incluye la corrección por tamaño, lo que se podría explicar porque a los departamentos con más personal, más especializados en actividades de enseñanza, les aleja aún más de patentar el contratar con este grupo de instituciones.

Los gastos de I+D ejecutados para *Centros públicos de investigación* tienen un efecto igualmente negativo, aunque sólo significativo, y débilmente, en el modelo de Poisson debido

a la acción conjunta de las variables *cient* y *log pers*, lo que se puede interpretar como un indicio de que, en los departamentos pequeños de áreas menos dependientes de la ciencia, contratar con este tipo de instituciones, de orientación tecnológica menos aplicada, no da lugar a patentes.

En *Otras instituciones* se obtiene un coeficiente también negativo pero no significativo

Como se puede observar, los coeficientes de la tendencia, la pertenencia a áreas dependientes de la ciencia y el tamaño de los departamentos conservan las características descritas en el apartado anterior. El test aplicado muestra evidencia de sobredispersión en la regresión 1, pero no en la 2. La verosimilitud es mayor con el modelo binomial negativo.

5.3. Estimación por tipos de trabajo

De cara a la estimación econométrica, se puede afirmar que en las tres primeras categorías, al igual que en el modelo sin desagregar, el signo de los coeficientes debe ser positivo. En el resto de categorías, hay dos efectos contrapuestos que impiden conocer a priori el signo de los coeficientes: por un lado, la transferencia de conocimiento no da lugar a patentes sino a *saber hacer*; por otro, la elevada propensión a patentar de áreas como Ingeniería Mecánica, no basadas en la ciencia, puede achacarse al fuerte grado de interacción con el entorno (mediante instrumentos de transferencia como los descritos) que las caracteriza (Meyer-Krahmer y Schmoch, 1998). En todo caso, hay una categoría especial, la de *Licencia de patentes*, que recoge el valor de los ingresos por este concepto y puede, por tanto, ser un indicador del "precio de venta" de la propiedad industrial de la UPV, por lo que su coeficiente debería arrojar un signo positivo.

Los resultados obtenidos se muestran en el 0. Los tres primeros tipos de trabajo, más vinculados a la investigación y el desarrollo tecnológico propiamente dichos, tienen, como era de esperar, un impacto significativo y positivo. El mayor, en el que se entremezcla financiación de distintas instituciones, es el que producen los *Contratos de I+D*; el de la *Investigación de programas nacionales y regionales* está entre el 54 y el 77 por ciento del anterior; la *Investigación de programas europeos*, a medio camino entre las dos primeras, en lo que a cercanía a las empresas se refiere, tiene, sin embargo, un efecto bastante más reducido sobre las patentes, y pierde significación de una estimación a otra; esto contradice las predicciones y puede deberse a que este tipo de investigación ha tendido a realizarse para diferentes socios, entre los que era difícil la apropiación de resultados, por lo que se generaba más conocimiento tácito que patentes.

Cuadro 12.
Estimación total del modelo de patentes: I+D por tipos de trabajo

	Poisson		Binomial negativa	
	1	2	3	4
log ipnr	0,18 (0,05) ***	0,19 (0,05) ***	0,19 (0,07) ***	0,20 (0,09) ***
log ipe	0,10 (0,03) ***	0,05 (0,03) *	0,13 (0,08) **	0,06 (0,07)
log cid	0,32 (0,06) ***	0,26 (0,06) ***	0,31 (0,08) ***	0,26 (0,09) ***
log at	-0,10 (0,03) ***	-0,10 (0,04) ***	-0,12 (0,08) *	-0,14 (0,07) **
log as	0,00 (0,03)	0,15 (0,04) ***	0,07 (0,08)	0,17 (0,10) **
log pt	0,19 (0,04) ***	0,17 (0,04) ***	0,18 (0,17)	0,17 (0,15)
log ot	-0,12 (0,05) ***	-0,05 (0,05)	-0,06 (0,09)	0,00 (0,09)
tiempo	-0,002 (0,00) ***	-0,001 (0,00) ***	-0,002 (0,00) ***	-0,001 (0,00) **
cient		1,90 (0,27) ***		1,74 (0,62) ***
log pers		-1,90 (0,51) ***		-1,38 (1,18)
δ			4,06 (1,34) ***	28,84 (1,04) ***
log verosimilitud	-208,38	-185,82	-160,44	-154,09

Errores estándar entre paréntesis. El número de asteriscos (uno, dos o tres) denota el grado de significación de los coeficientes (10, 5 o 1 por ciento, respectivamente).

En cuanto a las acciones más próximas al concepto de transferencia de conocimiento, su signo y grado de significación varía considerablemente:

- ❖ Las *Licencias de patentes*, por su carácter de medida aproximada del precio de las patentes, tienen un impacto amplio y positivo, aunque no siempre igual de significativo.
- ❖ Las acciones de *Asesoramiento* tienen un impacto de segundo orden, todavía positivo, y sólo significativo cuando se introduce la variable ficticia, lo que significa que son un refuerzo para la generación de patentes en áreas donde la tecnología está menos vinculada a la ciencia.
- ❖ Por el contrario, el *Apoyo tecnológico* parece distraer de la generación de patentes: El Es de esperar que un departamento centrado en éste patente poco. Bajo la especificación binomial negativa, el coeficiente estimado pierde significación.
- ❖ El coeficiente de *Otros trabajos* es negativo, pero sólo de forma significativa en el modelo de Poisson, mientras no se corrige por el tamaño de los departamentos.

Los signos y significación del tiempo, la variable ficticia y el tamaño se mantienen como en anteriores apartados. Hay evidencia de sobredispersión, por lo que los resultados del

modelo binomial negativo, que señalan una preferencia por lo significativo del impacto de la *Investigación de programas nacionales y regionales* y los *Contratos de I+D*, tienden a prevalecer. Adviértase, además, que la función de verosimilitud mejora bajo esta especificación.

6. Conclusiones y recomendaciones

El presente estudio ha aplicado un modelo de patentes empresariales al caso de las patentes universitarias y los resultados parecen demostrar que hacerlo tiene sentido. Al igual que en el caso de las empresas, existe en las universidades, a juzgar por el caso de la Universidad Politécnica de Valencia, una relación significativa entre las actividades de patentes y las de I+D. A partir de la metodología preexistente, se ha comprobado que el modelo de MCO no es adecuado para describir dicha relación, mientras que sí lo son los modelos de variables contables, preferentemente la especificación binomial negativa. La conexión entre I+D y patentes presenta rasgos de una fuerte contemporaneidad, lo que induce a pensar en un vínculo difuso entre ciencia y tecnología (Meyer, 1999), no tan directo ni unidireccional como el del paradigma lineal de innovación, ya que no son investigaciones terminadas las que dan lugar a patentes. Por otra parte, la relación es muy estrecha en las áreas tecnológicas basadas en la ciencia, lo que significa que no todas las áreas tienen las mismas oportunidades tecnológicas. Los departamentos grandes, inmersos en la enseñanza de masas, muestran una menor propensión a patentar.

El presente trabajo cuestiona la opinión de que una orientación más aplicada de la investigación académica dé lugar a un mayor número de patentes universitarias. Mowery y otros (2001) lo expresaban a la inversa en el caso estadounidense: el auge de las patentes universitarias no parece haber desplazado el interés de la investigación hacia cuestiones menos básicas. En todo caso, parece claro que lo que determina los resultados de la investigación es la calidad de la misma y no su orientación más o menos aplicada. Así, del mismo modo que las patentes empresariales citan con frecuencia la investigación académica financiada públicamente (Beise y Stahl, 1999), las patentes universitarias deben provenir de financiación pública, aunque es necesario que en cada departamento se busque un equilibrio entre la I+D competitiva y la contratada por empresas, o, lo que es lo mismo, una cartera óptima de fuentes de financiación de la investigación puntera. Las acciones de transferencia de conocimientos pueden ser útiles para otros fines pero no para la solicitud de patentes.

Un modelo como el presentado se vería enriquecido realizando estimaciones mediante el método generalizado de momentos, tal y como recomienda Montalvo (1997). Queda igualmente pendiente el debate sobre los beneficios de este nuevo tipo de contribución de las universidades a la sociedad, que ha recibido críticas como foco de aparición de invenciones poco útiles (Henderson, Jaffe y Trajtenberg, 1998), o porque aparta a los profesores de investigaciones socialmente más rentables (Pavitt, 1998) o de mejores mecanismos de transferencia de tecnología (Mowery y otros, 2001), se deja como tema de futura investigación¹⁶. Sus defensores, sin embargo, argumentan que constituyen un incentivo para que las universidades se relacionen con el exterior (Meyer-Krahmer y Schmoch, 1998) o que generan riqueza a través de su explotación por parte de empresas *spin-off* (Wallmark, 1998) o empresas locales. En el caso valenciano, el estudio de la información disponible sobre licencias de patentes podría arrojar luz sobre este asunto.

¹⁶ Las críticas de estos estudios parecen muy tempranas, habida cuenta que el fenómeno del crecimiento de las patentes universitarias no se ha explorado con detenimiento. Además, si éstas son rentables para las universidades, aunque lo sean menos para la innovación tecnológica, el efecto total sobre la sociedad es, cuanto menos, ambiguo. Por otra parte, sobre el estudio de Henderson, Jaffe y Trajtenberg (1999), que critica las patentes universitarias porque reciben menos citas que las empresariales, habría que cuestionar el supuesto implícito de que ambos tipos de patentes son citados con el mismo desfase, cuando es perfectamente posible que las de las universidades tarden más en difundirse entre las empresas.

**ANEXO A: LISTADO DE DEPARTAMENTOS E INSTITUTOS INCLUIDOS EN EL PANEL Y
ADSCRIPCIÓN A CLASES DE LA CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE PATENTES**

Código clase CIP	Nombre clase CIP	Nombre
A	Necesidades corrientes de la vida	Departamento de Ciencia Animal
		Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria
		Departamento de Tecnología de Alimentos
B	Técnicas industriales diversas; transportes	Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica
		Departamento de Expresión Gráfica en la Ingeniería
		Departamento de Ingeniería e Infraestructura de los Transportes
C	Química; metalurgia	Departamento de Biología Vegetal
		Departamento de Biotecnología
		Departamento de Ingeniería Química y Nuclear
		Departamento de Producción Vegetal
		Departamento de Química
D	Textiles; papel	Departamento de Ingeniería Textil y Papelera
E	Construcciones fijas	Departamento de Composición Arquitectónica
		Departamento de Construcciones Arquitectónicas
		Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería
		Departamento de Ingeniería del Terreno
		Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente
		Departamento de Mecánica del Medio Continuo y Teoría de Estructuras

		Departamento de Proyectos Arquitectónicos
		Departamento de Urbanismo
F	Mecánica; iluminación; calefacción; armamento; voladura	Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales
		Departamento de Máquinas y Motores Térmicos
		Departamento de Mecanización Agraria
		Departamento de Termodinámica Aplicada
		Instituto de Biomecánica de Valencia
G	Física	Departamento de Física Aplicada
		Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría
		Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática
		Departamento de Sistemas Informáticos y Computación
		Instituto de Tecnología Informática
H	Electricidad	Departamento de Comunicaciones
		Departamento de Ingeniería Eléctrica
		Departamento de Ingeniería Electrónica
Z	Áreas no productoras de tecnología	Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales
		Departamento de Dibujo
		Departamento de Economía y Ciencias Sociales
		Departamento de Escultura
		Departamento de Estadística e Investigación Operativa
		Departamento de Historia del Arte
		Departamento de Idiomas
		Departamento de Matemática Aplicada
		Departamento de Organización de Empresas, Economía Financiera y Contabilidad
		Departamento de Pintura

ANEXO B: DEPARTAMENTOS E INSTITUTOS NO INCLUIDOS EN EL PANEL

Nombre	Problema	Corrección realizada
Departamento de Informática de Sistemas y Computadores	Nace en 1998	Se suma al Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, del que se escinde al nacer.
Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas Instituto de Gestión de la Innovación y el Conocimiento	Nacen en 1994 y 1999, respectivamente	No se incluyen en el panel.
Instituto de Ciencias de la Educación	No realiza patentes ni contratos	No se incluye en el panel. No es un instituto equiparable al resto.
Instituto de Hidrología y Medio Natural	Se disuelve en 1995	Se suma al Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente, que es del que proceden todos sus profesores, evitando el problema de la doble contabilidad.
Instituto Tecnológico de Informática	Nace en 1996	Se suma al Departamento de Sistemas Informáticos y Computación, del que proviene su personal, evitando el problema de la doble contabilidad.
Instituto de Tecnología Eléctrica	No reporta contratos, porque se adjudican al Departamento de Ingeniería Eléctrica	No se incluye en el panel. Su información ya aparece recogida en el Departamento citado.

Referencias Bibliográficas

- Acs, Z. J., Audretsch, D. B. y Feldman, M. P. (1991): "Real effects of academic research: Comment", *American Economic Review* 82 (1): 363-7.
- Beise, M. y Stahl, H. (1999): "Public research and industrial innovations in Germany", *Research Policy* 28 (4): 397-422.
- Blanco Jiménez, A. (1999): *Protección jurídica de las invenciones universitarias y laborales*, Pamplona: Aranzadi.
- Bound, J., Cummins, C., Griliches, Z., Hall, B. H. y Jaffe, A. (1984): "Who does R&D and who patents?", en Z. Griliches (ed.): *R&D, Patents and Productivity*. Chicago y Londres: University of Chicago Press, cap. 2.
- Cameron, W. y Trivedi, A. (1990): "Regression based tests for overdispersion in the Poisson model", *Journal of Econometrics* 46: 345-386.
- Centro de Transferencia de Tecnología (1992): *Normativa sobre la gestión administrativa de contratos y prestaciones de servicio*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Clark, B. R. (1997): "Creando universidades emprendedoras en Europa", *Revista Valenciana d'Estudis Autonòmics* 21, Extraordinario XXIII Reunión de Estudios Regionales: 373-92.
- Fernández de Lucio, I. y Conesa Cegarra, F. (coord., 1996): *Estructuras de interfaz en el sistema español de innovación. Su papel en la difusión de tecnología*. Valencia: Centro de Transferencia de Tecnología, Universidad Politécnica de Valencia.
- Green, W. H. (1995): *Limdep Version 7.0: User's manual*, Nueva York: Econometric Software, Inc.
- Griliches, Z. (1990): "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey", *Journal of Economic Literature* XXVIII: 1661-707.
- Hall, B. H., Griliches, Z. y Hausman, J. A. (1986): "Patents and R&D: Is there a lag?", *International Economic Review* 27 (2): 265-283.
- Hausman, J., Hall, B. H. y Griliches, Z. (1984): "Econometric models for count data with an application to the patents-R&D relationship", *Econometrica* 52 (4): 909-938.
- Henderson, R., Jaffe, A. B. y Trajtenberg, M. (1998): "Universities as a source of commercial technology: A detailed analysis of University Patenting, 1965-1988", *Review of Economics and Statistics* 80 (1): 119-27.
- Hertog, P. den, Roelandt, T. J. A., Boerkholt, P. y Gaag, H. van der (1995): *Assessing the distribution power of National Innovation Systems. Pilot Study: the Netherlands*, Apeldoorn: TNO.
- INE (2000): *Estadística sobre las actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D): Indicadores básicos 1998*, Madrid.
- Jaffe, A. B. (1989): "Real effects of academic research", *American Economic Review* 79 (5): 957-70.

- Kline, S. J. y Rosenberg, N. (1986): "An overview of innovation". En: R. Landau y N. Rosenberg (eds.): *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth*. Washington: National Academy Press, pág. 275-306.
- Kortum, S. K. (1997): "Research, Patenting and Technological Change", *Econometrica* 65 (6): 1389-419.
- Kortum, S. y Lerner, J. (1999): "What is behind the recent surge in patenting?", *Research Policy* 28: 1-22.
- Lundvall, B. A. (1992): *National systems of innovation*, Londres: Pinter Publishers.
- Mansfield, E. (1995): "Academic research and industrial innovation". En: E. Mansfield (ed.): *Innovation, technology and the economy*. Londres: Edward Elgar, pág. 163-74.
- Mansfield, E. (1998): "Academic research and industrial innovation: An update of empirical findings", *Research Policy* 25 (3): 773-76.
- Meyer, M. (1999): "Does science push technology? Patents citing scientific literature", *SPRU Electronic Working Papers Series* 30. Brighton: University of Sussex.
- Meyer-Krahmer, F. y Schmoch, U. (1998): "Science-based technologies: university-industry interactions in four fields", *Research Policy* 27: 835-51.
- Montalvo, J. G. (1997): "GMM estimation of count-panel-data models with fixed effects and predetermined instruments", *Journal of Business & Economics Statistics* 15 (1): 82-89.
- Mowery, D. C., Nelson, R. R., Sampat, B. N. y Ziedonis, A. A. (2001): "The effects of patenting and licensing by U.S. universities: an assessment of the effects of the Bayh-Dole Act of 1980", *Research Policy* 30: 99-119.
- Narin, F. y Noma, E. (1985): "Is technology becoming science?", *Scientometrics* 7 (3-6): 369-381.
- Narin, F., Hamilton, K. S. y Olivastro, D. (1997): "The increasing linkage between U.S. technology and public science", *Research Policy* 26 (3): 317-30.
- OCDE (1971): *Conditions du succès de l'innovation technologique*, París.
- OCDE (1996): *Manual de Frascati 1993*, París.
- OEPM (2000): *Cibepat*, base de datos electrónica, Madrid.
- Pakes, A. y Griliches, Z. (1984): "Patents and R&D at the firm level: A first look", en Z. Griliches (ed.): *R&D, Patents and Productivity*. Chicago y Londres: University of Chicago Press, cap. 3.
- Pavitt (1984): "Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory", *Research Policy* 13: 343-373.
- Pavitt, K. (1998): "Do patents reflect the useful research output of universities?", *Research evaluation* 7 (2): 105-11.
- Salter, A. J. y Martin, B. R. (1999): "The Economic Benefits of Publicly Funded Basic Research: A critical review", *SPRU Electronic Working Papers Series* 34. Brighton: University of Sussex.

- Sanz Menéndez, L. y Arias, E. (1998): "Concentración y especialización regional de las capacidades tecnológicas: Un análisis a través de las patentes europeas", *Economía Industrial* 324: 105-122.
- Schmookler, J. (1966): *Invention and economic growth*, Boston: Harvard University Press.
- Schockley, W. (1957): "On the statistics of individual variations of productivity in research laboratories", *Proceedings of IRE* 45: 279-290.
- Smith, K. (1995): "Les interactions dans les systèmes de connaissances: Justifications, conséquences au plan de l'action gouvernementale et méthodes empiriques", *Science, Technologie et Industrie Revue* 16: 75-113.
- Vandendorpe, L. (ed., 1997): "Basic Research White Paper", *R&D Magazine*.
- Wallmark, J. T. (1998): "Innovations and patents at universities: the case of Chalmers University of Technology", *Technovation* 17 (3): 127-39.