DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS ECONÓMICO

LA CONTRIBUCIÓN DE LAS UNIVERSIDADES A LA INNOVACIÓN

JOAQUÍN Mª AZAGRA CARO

UNIVERSITAT DE VALENCIA
Servei de Publicacions
2004

Aquesta Tesi Doctoral va ser presentada a Valencia el día 01 de Juny de 2004 davant un tribunal format per:

- D. Francisco Michavila Pitarch
- Dª. Aurelia Modrego Rico
- D. Jordi Molas Gallart
- D. José Molero Zayas
- D. Javier Quesada Ibáñez

Va ser dirigida per:
D. Ignacio Fernández De Lucio
D. Francisco Pérez García

©Copyright: Servei de Publicacions
Joaquín Mª Azagra Caro

Depòsit legal:
I.S.B.N.:84-370-6006-0
Edita: Universitat de València
Servei de Publicacions
C/ Artes Gráficas, 13 bajo
46010 València
Spain
Telèfon: 963864115

La contribución de las universidades a la innovación: efectos del fomento de la interacción universidad-empresa y las patentes universitarias

Tesis doctoral

Doctorando:
Joaquín María Azagra Caro

Directores:
Dr. Ignacio Fernández de Lucio
Dr. Francisco Pérez García

Departament d'Anàlisi Econòmica
Universitat de Valencia
Valencia 2003

No podemos permitir que la ciencia destruya su propia obra. Por esto limitamos tan escrupulosamente el alcance de sus investigaciones; por esto estuve a punto de ser enviado a una isla.

Aldous Huxley, *Un mundo feliz*

AGRADECIMIENTOS

Al terminar una tesis doctoral y echar la vista atrás, no deja de sorprender la multitud de personas a las que se debe respeto, gratitud o cariño. Cuando se asume, se advierte que el proceso creativo de realizar la tesis tiene tanto de generación de ideas propias como de integración de ideas colectivas, surgidas en momentos más o menos esperados, a partir incluso de temas alejados del central. Por eso, la contribución de las personas que menciono a continuación me llena de orgullo y me insta a sentirme en deuda con cada una de ellas.

El Capítulo 2 y el Capítulo 4 tienen origen en un trabajo de investigación para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados, supervisado por Mercedes Gumbau e Ignacio Fernández de Lucio. Francisco Pérez y Mª Luisa Moltó efectuaron una valiosa revisión como miembros del tribunal de evaluación de aquel trabajo. Juan Manuel Pérez y Pilar Beneito atendieron amablemente las consultas sobre el manejo del programa informático Limdep para la realización de las estimaciones econométricas.

El estudio de la UPV contenido en el Capítulo 4 ha sido mejorado gracias a las aportaciones de los co-autores del firmante de esta tesis en sus versiones para distintos congresos: Eduardo Tomás, Pedro Serra, Luis Izquierdo, Ignacio Fernández de Lucio y Antonio Gutiérrez. Mitxel Bodegas y Sila Durán prestaron una ayuda definitiva en la confección e interpretación de la base de datos. Otros compañeros de trabajo que me han ayudado en momentos dados han sido Paola Amar o Fernando Jiménez.

A lo largo de su recorrido, dicho estudio ha sido revisado pacientemente y ha recibido sugerencias inestimables de Aldo Geuna, Ümit Efendioglu, Tom Coupé y François Laisney. En diferentes cursos y congresos he recibido comentarios de Brownwyn H. Hall, Jacques Mairesse y Bent Dalum. También hay que mencionar ciertas ideas obtenidas informalmente de Keith Pavitt (q.e.p.d.) y Fredric M. Scherer, a los revisores anónimos del IVIE, el IX Seminario ALTEC, la Conferencia Final ETIC, la revista *Research Evaluation* y a los estudiantes de los cursos ETIC 2001, especialmente a Thuc Uyen Nguyen Thi.

El estudio del Capítulo 3 se financió principalmente a cargo de un contrato con el Alto Consejo Consultivo en I+D de la Generalitat Valenciana, por iniciativa de Manuel López Estornell. Estoy agradecido a mis compañeros de trabajo, por su ayuda a la hora de recabar los datos de la encuesta (Carlos Dema, Gregory Dufour, Ignacio Fernández de Lucio, Antonio Gutiérrez, Ronald Huanca, Fernando Jiménez, Susana Pérez, Eugenio Portela, Marisa Rodríguez, Pedro Serra y Enrique Tortajada), a Luis Izquierdo, por la confección y tratamiento preliminar de la base de datos y a mis co-autores de las contribuciones a congresos, Antonio Gutiérrez, Ignacio Fernández de Lucio y Fragiskos Archontakis.

El estudio de la ULP contenido en el Capítulo 4 es parte de un proyecto mayor sobre producción del conocimiento en esa universidad, financiado por BETA. Mi estancia allí se financió gracias al Programa Marie Curie de la Unión Europea. Estoy especialmente

agradecido a mis co-autores de las presentaciones a congresos, Patrick Llerena y Nicolas Carayol, y a Musa Topaloglu por realizar la mayor parte de la recogida de datos del INPI. Los agradecimientos son extensibles a otros miembros del equipo por su apoyo en cierto punto (Caroline Hussler, Rachel Levy, Mireille Matt, Thuc Uyen Nguyen Thi, Panos Vassiliadis y Sandrine Wolff) y a François Muller del INPI por permitirnos el acceso a la base de datos del INPI.

Los borradores de la tesis en su conjunto han contado con la revisión integral de sus dos co-directores, Ignacio Fernández de Lucio y Francisco Pérez García. En esta etapa se ha recibido también comentarios generales de Joaquín Azagra Ros, y específicos sobre modelización teórica de Gonzalo Olcina y sobre modelización econométrica de Francisco Goerlich y Fragiskos Archontakis.

Agradezco también su colaboración a los inventores más prolíficos de la UPV por el tiempo que me dedicaron para las entrevistas realizadas, a Jesús León por la actualización de las consultas sobre patentes de la OEPM, al IVIE por la cesión de datos sobre el contenido tecnológico del empleo, las exportaciones y las importaciones de la Comunidad Valenciana y especialmente a Ángel Soler por llevar a cabo la extracción de dichos datos.

Por último, es un gozo intenso incluir aquí a la gente que más de cerca me ha soportado durante este tiempo, incluso en las fases más obsesivas: mi familia (Rosa Caro, Joaquín Azagra Ros, José Caro (q.e.p.d.), Rosa Rueda (q.e.p.d.), Pilar Azagra), mis amigos de la carrera (Icíar Castelló, David Catalá, Vicente Ortais, Diego Villalba), mis amigos de cine (Jerónimo García, Ester Linde, Daniel Torres) y otros tantos amigos que sería muy largo enumerar aquí.

ÍNDICE

Capítulo 1. Introducción general *1*

Capítulo 2. El papel de las universidades en la innovación *5*

2.1. Introducción **5**

2.2. Las universidades como creadoras de conocimiento, y su difusión espontánea en los países líderes en tecnología (1900-1949) **6**

2.3. Las universidades consagradas a la creación de conocimiento (1950-1969) **8**

2.3.1. Los hechos 8

2.3.2. Las ideas de la sociología de la ciencia: qué sabemos sobre el conocimiento 9

2.3.3. Las ideas de la economía (I): bajo el enfoque del empuje de la ciencia 10

2.3.3.A) El fallo del mercado en la asignación de recursos científicos 10

2.3.3.B) La cuantificación de los beneficios de la ciencia: efectos sobre las ventas 11

2.3.3.C) La economía de la ciencia: la productividad científica individual 11

2.3.4. Las ideas de la economía (II): nuevo apoyo al enfoque lineal 12

2.3.4.A) El tirón del mercado 12

2.3.4.B) La cuantificación de los beneficios de la ciencia: efectos sobre la innovación 12

2.4. Las universidades como creadoras y difusoras de conocimiento (desde 1970 hasta la actualidad) **13**

2.4.1. Los hechos 13

2.4.2. Las ideas de la sociología de la ciencia: la ruptura con la ciencia pura 17

2.4.3. Las ideas de la economía (I): la concepción ortodoxa, o la continuación del enfoque lineal 18

2.4.3.A) La relación entre la innovación y los gastos de I+D de las empresas 18

2.4.3.B) Las citas en las patentes 21

2.4.3.C) La relación entre la innovación y los gastos de I+D de las universidades 23

2.4.3.D) Tasa de rendimiento de la investigación académica y desfases de aplicación comercial 24

2.4.3.E) La economía de la ciencia: productividad científica institucional 26

2.4.4. Las ideas de la economía (II): la concepción heterodoxa, o la crítica al enfoque lineal 27

2.4.4.A) Una relación selectiva y dinámica 27

2.4.4.B) Una relación compleja 28

2.4.4.C) Una relación interactiva y retroactiva 29

2.4.4.D) Una relación indirecta (para la ciencia privada) 31

2.4.4.E) Una relación dependiente del contexto 31

2.4.5. Economía y sociología de la mano: el papel de las instituciones en la producción de conocimiento 32

2.4.5.A) Los sistemas de innovación 33

2.4.5.B) Las redes tecnoeconómicas 34

2.4.5.C) El modo 2 de producción del conocimiento 34

2.4.5.D) La triple hélice 34

2.4.5.E) La economía/sociedad del conocimiento/del aprendizaje 36

2.4.5.F) Una visión de síntesis 37

2.5. Algunas consideraciones críticas sobre el papel difusor del conocimiento de las universidades: la relación indirecta entre ciencia pública e innovación **38**

2.5.1. La economía de la ciencia y la institución de la ciencia abierta 38

2.5.2. La revisión de las ideas ortodoxas sobre los beneficios de la investigación académica 40

2.6. Conclusiones **42**

Capítulo 3. La preocupación por la interacción universidad-empresa *47*

3.1. Introducción **47**

3.2. Los debates sobre la interacción universidad-empresa 48
3.2.1. El debate positivo: ¿cuáles son los rasgos de la interacción universidad-empresa? Actitud institucional, actitud personal, empresas que interactúan y apoyo público 49
3.2.2. Los debates normativos 52
3.2.2.A) ¿Cuáles deberían ser los objetivos de la interacción universidad-empresa? 52
3.2.2.B) ¿Reduce la interacción universidad-empresa la calidad de la ciencia? 53
3.2.2.C) ¿Consigue la promoción de la interacción universidad-empresa estimularla efectivamente? 58
3.2.3. Una perspectiva de síntesis: cómo hacer algunas aportaciones adicionales 59

3.3. Interacción universidad-empresa en la Comunidad Valenciana y caracterización de su entorno económico 60
3.3.1. Tendencias de la interacción universidad-empresa en los casos español y valenciano 61
3.3.2. Caracterización tecnológica del entorno económico de la Comunidad Valenciana 65

3.4. Una encuesta sobre interacción universidad-empresa en la Comunidad Valenciana: metodología y características de la muestra 75

3.5. Análisis descriptivo de los datos: los rasgos de la interacción universidad-empresa en la Comunidad Valenciana 77
3.5.1. Investigación y desarrollo en la comunidad académica de la Comunidad Valenciana 81
3.5.2. Interacción universidad-empresa en la comunidad académica de la Comunidad Valenciana 86
3.5.2.A) Opinión sobre cómo deben actuar las universidades 86
3.5.2.B) Opinión sobre la actuación de los propios encuestados 91
3.5.2.C) Visión sobre los interlocutores de la relación 101
3.5.2.D) La administración pública como cliente y promotora 107

3.6. Algunos modelos econométricos sobre interacción universidad-empresa: apoyo a sus objetivos, efectos sobre la I+D académica y respuesta a las medidas de promoción 110
3.6.1. Los modelos econométricos 110
3.6.2. Variables explicativas y técnica de selección 112
3.6.3. Resultados de las estimaciones 115
3.6.3.A) Modelo 1: apoyo a los objetivos de la IUE 115
3.6.3.B) Modelo 2: efectos de la financiación empresarial de la I+D académica 119
3.6.3.C) Modelo 3: respuesta a las medidas de promoción de la IUE 121

3.7. Conclusiones 123

Capítulo 4. La preocupación por las patentes universitarias 129

4.1. Introducción 129

4.2. Los debates sobre las patentes universitarias 132
4.2.1. Los debates normativos 132
4.2.1.A) Las patentes universitarias como indicador de resultados: ¿provienen de la ciencia menos útil? 133
4.2.1.B) Las patentes universitarias como indicador de recursos: ¿estimulan efectivamente la interacción universidad-empresa? 135
4.2.2. El debate positivo: factores determinantes de la generación de patentes universitarias 138
4.2.2.A) Estudios apreciativos y estadísticos 138
4.2.2.B) Estudios econométricos (I): fuentes de inspiración 141
4.2.2.C) Estudios econométricos (II): determinantes de las patentes universitarias 142
4.2.3. Una perspectiva de síntesis entre los estudios descriptivos y los econométricos, y entre los debates normativos y el positivo: cómo hacer algunas aportaciones adicionales 146

4.3. Tendencias de las patentes universitarias en el caso español 149

4.4. Un estudio de caso: la Universidad Politécnica de Valencia 157
4.4.1. Análisis preliminar de datos de la Universidad Politécnica de Valencia 158
4.4.1.A) Las solicitudes de patentes de la UPV 159
4.4.1.B) Los fondos contractuales de la UPV 162
4.4.1.C) Licencias de patentes de la UPV 167

4.4.2. Un primer modelo econométrico de los determinantes de las patentes universitarias: la importancia de las fuerzas microeconómicas 168
4.4.2.A) Los modelos econométricos 168
4.4.2.B) Variables explicativas y técnica de selección 172
4.4.2.C) Resultados de las estimaciones 174
4.4.3. Un segundo y tercer modelos econométricos de los determinantes de las patentes universitarias: fuentes e instrumentos de financiación, e implicaciones sobre la calidad de la ciencia 177
4.4.3.A) Estimación por fuentes de financiación 177
4.4.3.B) Estimación por fuentes e instrumentos de financiación 177
4.4.4. Comparación de resultados y limitaciones del estudio 178
4.4.5. Entrevistas a los inventores más prolíficos de la UPV 180
4.4.5.A) Convergencias: la actividad de I+D, sus desfases y sus fuentes 181
4.4.5.B) ¿Convergencia o divergencia? Fuentes e instrumentos de financiación de los fondos de I+D 182
4.4.5.C) Más convergencia: marco legal e institucional, OTRI, multidisciplinariedad 184
4.4.5.D) Una divergencia: licencias de patentes 186
4.4.5.E) Convergencias (con divergencias menores): beneficios sociales de las patentes 187
4.4.6. Un modelo econométrico de las patentes universitarias como indicadores de recursos: qué tipo de interacción estimulan 189
4.4.7. Solicitudes de patentes de inventores de la UPV, por instituciones distintas de la UPV 193

4.5. Un segundo estudio de caso, bajo incentivos legales e institucionales distintos: la Universidad Louis Pasteur 194
4.5.1. Un primer modelo econométrico de los determinantes de las patentes universitarias: la importancia de las fuerzas microeconómicas 195
4.5.1.A) El modelo econométrico y la medición de las variables 195
4.5.1.B) Resultados de las estimaciones 199
4.5.2. Un segundo modelo econométrico de los determinantes de las patentes universitarias: fuentes de financiación 200
4.5.3. Resumen de resultados, comparación con la UPV y limitaciones del estudio 202

4.6. Un modelo teórico sobre los incentivos de los universitarios para patentar 204
4.6.1. Especificación 205
4.6.2. Equilibrio 206

4.7. Conclusiones, recomendaciones y líneas futuras de investigación 211

Capítulo 5. Conclusión general 215

Bibliografía 221

Anexos 237

Anexo A. Abreviaturas 239

Anexo B. Cuestionario de la encuesta a la comunidad académica de la Comunidad Valenciana 240

Anexo C. Información sobre la UPV 247

Anexo D. Listado de departamentos e institutos incluidos en el panel y adscripción a clases de la Clasificación Internacional de Patentes 249

Anexo E. Departamentos e institutos no incluidos en el panel 250

Anexo F. Listado de departamentos e institutos incluidos en el panel y clasificación según características relevantes para patentar 251

Anexo G. Cuestionario de la entrevista a los inventores más prolíficos de la UPV 252

Anexo H. Pruebas de los teoremas del modelo del apartado 4.6 sobre los incentivos de los universitarios para patentar 254

Anexo I. Información sobre la ULP 257

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

La tesis presente aspira a añadir elementos de análisis sobre ciertos aspectos del modelo actual de actuación de las universidades, en concreto de su contribución a la innovación tecnológica. Parece correcto, pues, comenzar por definir qué se va a entender por "innovación tecnológica". En vez de utilizar definiciones de otros autores, vamos a intentar captar el espíritu de muchas de ellas al tratar la "innovación" como la introducción en el mercado de nuevas ideas y la "tecnología" como el conjunto de procesos que dan lugar a un producto. Así, trataremos la "innovación tecnológica" como la introducción en el mercado de nuevos productos y procesos. Cuando, a partir de este momento, se utilice el término abreviado "innovación", se estará refiriendo a la "innovación tecnológica". Acotamos de este modo la definición de innovación de Schumpeter (1911), que hacía referencia a cualquier "combinación nueva de conocimientos existentes" y en la que por tanto cabía innovación no tecnológica como la derivada de nuevas o mejores formas organizativas y fuentes de materias primas o de la diversificación de mercado.

En cambio, sí adoptamos la idea del mismo autor de conceptuar la innovación como una fase del proceso de cambio tecnológico, en el que también intervienen la invención y la difusión. La invención se caracteriza por la aparición de novedades tecnológicas, la innovación por la comercialización de estas novedades y la difusión por la propagación de las innovaciones a lo largo de su mercado potencial. La relación entre unas y otras se ha interpretado tradicionalmente de forma causal y lineal, pero en la actualidad se interpreta de múltiples formas, que incluyen la selección y la retroalimentación, como argumentaremos a lo largo de esta tesis.

Igualmente, veremos que este debate ha aparecido siempre ligado al del papel concedido a la ciencia en el proceso de cambio tecnológico, vinculado de una forma u otra a la aparición de invenciones. En este trabajo entenderemos como "ciencia" la búsqueda metódica de conocimiento, así como que su plasmación reside en las actividades de investigación y desarrollo tecnológico (I+D). La investigación es la creación de conocimiento y el desarrollo tecnológico su aplicación en nuevos productos y procesos. Se desprende de la definición de este último concepto, que se encuentra en la frontera entre ciencia y tecnología.

En calidad de organizaciones encargadas de producir ciencia, es aquí donde cobra sentido hablar de universidades. Su aportación al cambio tecnológico depende del vínculo entre la ciencia que producen y la aparición de invenciones, y desde ese prisma se observará su posible contribución a la innovación. Es decir, cuando hablemos de la relación entre ciencia e innovación, entenderemos que es una relación mediada por la invención.

La difusión, tal como la distinguía Schumpeter, era la fase en que la innovación se transmitía de un agente económico a otro. En la presente tesis, la noción de difusión se aplicará, no obstante, a la transmisión de invenciones, y por tanto centrará el análisis en las fases de invención e innovación, y no en la de difusión de la innovación.

Los estudios sobre el cambio tecnológico, o sobre partes del mismo, como la relación entre invención e innovación, y sobre los agentes que intervienen en cada una de ellas, como universidades y empresas, respectivamente, tienen interés porque todos estos fenómenos se han vinculado de forma teórica, luego confirmada empíricamente, con la mejora de otras variables económicas, como la producción y la calidad de bienes y servicios, el empleo, los salarios, los beneficios, el comercio internacional y, en definitiva, el crecimiento económico y el bienestar.

Sin embargo, el énfasis en el impacto del cambio tecnológico sobre la economía no ha sido regular a lo largo del tiempo[1]. Fue reconocido en toda su importancia por la economía preclásica, desde los mercantilistas en el siglo XVI a Steuart (1767) en el siglo XVIII, que se centraron en los efectos de la maquinización sobre el empleo. La economía clásica empezó desvinculándose de ese debate para intentar comprender el origen del cambio tecnológico, que por ejemplo Smith (1776) situaba en una doble fuente: por un lado, la creciente división del trabajo, que hacía los procesos de producción del trabajo cada vez más especializados y sujetos a mejoras, y por otro, la intervención de individuos externos a esos procesos, que se dedicaban a "observarlos en conjunto": los científicos. Malthus (1820), por su parte, se preguntaba si el cambio tecnológico podía dar una solución para el problema, que él mismo puso de manifiesto, de que el ritmo de crecimiento de la población excedía el de los recursos para abastecerla, y en parte así ha sido.

No obstante, a raíz del creciente desempleo de principios del siglo XIX, Ricardo (1821) recuperó el debate sobre la relación entre tecnología y empleo, que le llevó a insinuar la posible rigidez de los salarios reales como causa de que el mercado no proporcionara un ajuste automático ante las mejoras tecnológicas. Por otra parte, para Marx (1848), la importancia del cambio tecnológico trascendía el ámbito económico pues dotaba a las revoluciones tecnológicas un papel clave a la hora de explicar las revoluciones sociales.

El auge de la economía neoclásica apagó la relevancia concedida hasta entonces por el cambio tecnológico, puesto que los defensores del mercado como mecanismo automático de ajuste (entre los que podemos citar como un buen exponente a Marshall, 1890) argüían que una mejora tecnológica haría disminuir el precio del capital físico, encareciendo relativamente el precio del trabajo, por lo que simplemente se produciría una sustitución de un factor de producción por otro, hasta restaurar una situación de equilibrio. Keynes (1923) pondría de manifiesto que eso sólo ocurre mientras la economía se encuentra en una situación de pleno empleo, ya que de lo contrario, en períodos de crisis, la pérdida de poder adquisitivo debida a la sustitución de trabajo por capital reforzaría la caída de la demanda y situaría el equilibrio en un punto con desempleo involuntario, por lo que acabaría reivindicando el intervencionismo (Keynes, 1936). Sin embargo, su interés por el corto plazo y la infrautilización de la capacidad productiva existente desviaron su atención del largo plazo y los cambios en esa capacidad productiva implicados por la innovación.

[1] Una buena revisión del tema se encuentra en Freeman y Soete (1994).

El primero que empleó ese término fue el anteriormente citado Schumpeter (1939), que ofreció, de forma apreciativa, un marco de análisis distinto del fenómeno, al considerar la innovación una fuente de desequilibrio permanente, con tres dimensiones: la primera es que, dentro de un sector económico, continuamente nacen y mueren empresas; la segunda, que la tasa de difusión de las innovaciones no es constante, sino lenta al principio, rápida después y lenta de nueva al final; y la tercera, que las expectativas de beneficio en esta fase final dan paso a nuevas innovaciones, reabriendo el ciclo. Los ciclos económicos parecían así vinculados al proceso de cambio tecnológico, que permitía caracterizar el capitalismo más que como un sistema conducente al equilibrio, como un sistema de "destrucción creativa" cuyos agentes aparecían, se transformaban y desaparecían, y en el que las innovaciones más radicales podían llegar a tener efectos de arrastre sobre el conjunto de la economía y calar en el tejido social.

Este autor recuperaba, pues, el papel clave del cambio tecnológico, pero sus ideas no tuvieron especial repercusión debido a que tanto la escuela neoclásica como la keynesiana y neokeynesiana ofrecían un marco más formalizado y riguroso de análisis, recomendaciones más claras de política económica e ideas didácticamente más transmisibles. Además, dentro de este marco, al que nos referiremos a partir de ahora como "ortodoxo", tuvo cabida una revitalización del discurso sobre la innovación a partir de que Solow (1956), comprobara que los factores tradicionales de producción (trabajo y capital) no explicaban una parte del crecimiento de la economía estadounidense durante la primera mitad de siglo. El autor achacaba su "residuo" o parte no explicada al progreso técnico y desde ese momento la literatura ortodoxa trató de analizar, a través de dos vertientes, esa parte no explicada: una primera de corte macroeconómico, que continuó el análisis de Solow sobre el crecimiento, tratando de incorporar variables relacionadas con la tecnología, que atraparan parte del contenido del residuo; y una segunda vertiente de corte microeconómico, que trataba de analizar los determinantes de los recursos y los resultados tecnológicos y, sobre todo, gracias a la justificación que proporcionaba el modelo de Bush (1945), el papel de la ciencia, que nos sirve de enlace con el Capítulo 2.

Nuestro estudio se inserta en esta rama microeconómica y, por tanto, no hará más alusiones a la rama macroeconómica. No obstante, el pensamiento de Schumpeter ha sido reivindicado por algunas corrientes más o menos al margen del enfoque ortodoxo, que han enriquecido el análisis económico de la innovación y han ganado progresiva aceptación, sobre todo en Europa y en las políticas de ciencia y tecnología de la OCDE y la UE. Nos estamos refiriendo a la economía evolucionista, que ha retomado la idea de la innovación como un proceso continuo en el tiempo (Nelson y Winter, 1982) y la economía estructuralista, que defiende las tensiones entre las instituciones económicas como condicionante de la innovación (Pérez, 1983). Daremos cuenta de las ideas de estas perspectivas en el Capítulo 2.

Antes de dar paso al mismo, parece adecuado explicitar los objetivos de la presente tesis, que son los siguientes:

- Recopilar el estado del arte en torno a los debates sobre el papel de universidad en la innovación, el fenómeno de la interacción universidad-empresa y el auge de un instrumento reciente para llevarla a cabo, las patentes universitarias.
- Realizar un estudio apreciativo sobre algunos de los cambios experimentados por las universidades a raíz de la asunción reciente de una voluntad de involucrarse con su entorno.

- Realizar sendos estudios empíricos sobre la interacción universidad-empresa en la Comunidad Valenciana y sobre las patentes universitarias en dos universidades concretas, la Universidad Politécnica de Valencia y la Universidad Louis Pasteur.
- Plantear si debería continuar el apoyo de la administración pública a los tres fenómenos estudiados tal como se concibe en la actualidad, o si existen alternativas a plantearse, cuestionando especialmente la visión intuitiva predominante de que el apoyo actual estimula la innovación tecnológica.

La aproximación al papel de las universidades en la innovación, contenida de nuevo en el Capítulo 2, se limitará a exponer una revisión bibliográfica y a tratar de sintetizarla en una serie de planteamientos que guíen el resto del trabajo. El Capítulo 3 y el Capítulo 4 ahondarán la revisión bibliográfica en los temas específicos de la interacción universidad-empresa y las patentes universitarias, respectivamente, para formular a continuación las preguntas claves sobre las que pretendemos aportar nueva evidencia empírica: en primer lugar, si estos fenómenos tienen repercusiones sobre la calidad de la investigación académica; en segundo lugar, si estimulan efectivamente la transmisión de conocimientos y la producción de innovaciones.

Para contestar estas preguntas el Capítulo 3 se basa en una encuesta sobre interacción universidad-empresa en la Comunidad Valenciana, que permitirá plantearse adicionalmente si son compatibles todos los objetivos de la interacción universidad-empresa. A su vez, el Capítulo 4 se basa en dos casos de estudio sobre patentes universitarias, la Universidad Politécnica de Valencia y, con tal de ofrecer una panorámica distinta (y acaso alternativa) a la del caso español, la Universidad Louis Pasteur, de Estrasburgo. Plantea, además, un modelo teórico sobre los incentivos de los académicos para patentar.

Además de las conclusiones parciales de cada capítulo, el Capítulo 5 ofrecerá un compendio y una síntesis de las mismas que tratará de cubrir los objetivos de la tesis.

Capítulo 2. EL PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES EN LA INNOVACIÓN

2.1. Introducción

La universidad es una institución nacida en el siglo XII en Francia e Italia, con la función de efectuar docencia para transmitir conocimiento de profesores a alumnos. Hasta el siglo XIV experimenta una etapa de auge, durante la que se extiende por toda Europa, debido a que se convierte en un foco de atractivo para la región en que se inserta y un centro de atención para los monarcas y nobles, interesados en la formación de su elite. Durante los siglos XV y XVI, entra en una etapa de declive debida a un conservadurismo contracorriente, que se acentúa en los siglos XVII y XVIII, durante los que el protagonismo en la generación de ideas se desplaza hacia sociedades y academias con la función de desarrollar la investigación científica de acuerdo con las necesidades de una sociedad cada vez más tecnificada. Sin embargo, la deficiencia de éstas para organizarse de forma especializada da pie a un resurgir de la universidad en el siglo XIX, cuando en Alemania von Humboldt propone un nuevo modelo de universidad que combina la función tradicional, la docencia, con una segunda función, la investigación, organizada mediante disciplinas especializadas. Así, en 1810 funda la Universidad de Berlín, que a partir de estos principios se convierte en fuente de inspiración para llevar a cabo cambios en las universidades medievales y fundar otras nuevas (Geuna, 1999).

En las últimas dos décadas, las universidades de los países desarrollados han optado por interactuar con las empresas de forma deliberada y a un ritmo en aumento. Se han sumado así a una tendencia que comenzó a partir de la década de 1970 en EE.UU., que se transmitió poco después a los países líderes en tecnología de Europa, como Alemania, Inglaterra y los países escandinavos, que fue refrendada por la Comunidad Europea y que fue adoptada a continuación por países tecnológicamente débiles de Europa, como España. El auge de este fenómeno se explica en el contexto de una configuración nueva del papel que las universidades juegan en la innovación, promovido a partir de una evolución tanto de las propias universidades como del marco social en el que se insertan

El propósito de este capítulo es comprender y evaluar esta nueva configuración a partir de la literatura existente. Las distintas líneas de pensamiento dependen de la concepción de cómo tienen lugar los procesos de transferencia e intercambio de conocimiento entre universidades y empresas, del tipo de beneficios que aquéllas ofrecen a éstas, en particular los beneficios que la investigación académica ofrece a la innovación y, por ende, de la relación entre la ciencia y la tecnología y de la naturaleza

del conocimiento. Por tanto, este capítulo ofrece una revisión de los distintos estudios sobre todas estas cuestiones, que han ido acumulándose unas sobre otras, exponiéndolos en un orden marcadamente cronológico para enmarcarlos en los hechos históricos que les dieron cabida.

De ese modo, el apartado 2.2 cubre el período de la primera mitad del siglo XX, en que se expone la situación previa a que se sistematizara el pensamiento sobre la relación entre ciencia e innovación que diera lugar a una política de articulación deliberada entre ambas. El apartado 2.3 está dedicado al período de 1950 a 1969, en el que se gestó una concepción intuitiva de esa relación, y en el que se confió en un papel pasivo de las universidades respecto a la difusión de su conocimiento. El apartado 2.4 explica los cambios habidos en el período transcurrido desde 1970 hasta la actualidad, en el que ha surgido una concepción más sofisticada de la relación entre ciencia e innovación, y en el que se pide a las universidades un papel activo respecto a la difusión de su conocimiento[2]. El apartado 2.5 aporta algunas ideas recientes que cuestionan que todavía no se ha llegado a una concepción indirecta de la relación entre ciencia pública e innovación, que pondría en cuestión el actual papel de las universidades. Finalmente, el apartado 2.6 recoge una serie de conclusiones.

2.2. Las universidades como creadoras de conocimiento, y su difusión espontánea en los países líderes en tecnología (1900-1949)

La universidad europea parte en la primera mitad del siglo XX de la continuidad del modelo clásico alemán, nacido con un apoyo crucial del Estado, que, además de un apoyo a la economía nacional, lo considera un instrumento de refuerzo de la identidad nacional y cultural. Por eso, muchas de las universidades alemanas creadas durante el siglo XIX son universidades técnicas que realizan investigación básica, orientada hacia la empresa, para impulsar las invenciones y aplicaciones técnicas (Beise y Stahl, 1999). Aun contando con una mayor proporción de financiación pública, su atractivo es suficiente para hacer que crezca el volumen de financiación empresarial. La interacción no sólo aumenta en disciplinas de tecnologías basadas en la ciencia, como química y farmacia, sino en otras disciplinas como ingeniería mecánica (Meyer-Krahmer y Schmoch, 1998).[3]

El modelo se extiende al resto de Europa con adaptaciones genuinas como las de Francia y Reino Unido (Geuna, 1999). En Francia, tras la Revolución Burguesa, aparecen las “grandes escuelas”, distinguidas de las universidades tradicionales por un mayor énfasis en la investigación, especialmente en campos utilitarios como ingeniería, arquitectura y agricultura, y que durante el período napoleónico sufren un proceso de centralización al servicio de los intereses nacionales. En el Reino Unido, de forma similar, surgen universidades “civiles” orientadas utilitaria y tecnológicamente, con la novedad de contar con profesores empleados por la universidad y no parte del cuerpo funcionarial público.

---

[2] Esta separación en tres grandes períodos se ha basado en Mowery et al. (2001), si bien el nombre dado a cada uno de ellos es nuestro.

[3] No sólo las universidades de esta época nacen con esta vocación, sino también los primeros organismos públicos de investigación, promovidos por empresarios con el fin de apoyar la industria, agrupados tras la Segunda Guerra Mundial en torno a la Sociedad Max Planck y reorientados hacia una mayor independencia de la empresa (Beise y Stahl, 1999).

La universidad estadounidense, igualmente centrada en la combinación de docencia e investigación, crece a partir de la formación de una masa considerable de estudiantes estadounidenses en universidades europeas, especialmente alemanas, desde la segunda mitad del siglo XIX hasta la década de 1930 (OCDE, 2000b).

Las universidades públicas estadounidenses han tenido una implicación histórica en la investigación agrícola y, desde el principio del siglo XX, en la investigación industrial, ya entonces parcialmente financiada por las empresas. Dicha investigación empezó concentrándose en las tecnologías de síntesis de materiales, ingeniería química y electroestática (Bok, 1982).

Precisamente a raíz de la obtención de una serie de patentes de tecnología electrostática en 1907, el académico Cottrell fue el primero en impulsar la creación de un organismo para tratar de licenciarlas (Mowery y Sampat, 2001). Así, en 1912 se fundó la *Research Corporation*, una institución sin ánimo de lucro a la que las universidades donaban sus patentes para que las gestionara a cambio del beneficio de su posible licencia. Dicha institución estuvo funcionando con éxito hasta la década de 1950, si bien a partir de entonces experimentó un declive que condujo a su desmantelamiento en la década de 1970.

De este modo, parece que la investigación universitaria tanto europea como estadounidense ha sido tradicionalmente orientada hacia objetivos prácticos. En concreto, de 1900 a 1949 las universidades estadounidenses, especialmente las públicas, persiguieron una extensa colaboración con las empresas (Mowery et al., 1999).

Aunque ya entonces existían voces contra la posible intromisión del capital privado en la universidad, por cuestiones ideológicas, este tipo de colaboración no exigía sistematizar la visión en torno a los efectos sobre la innovación, ya que parecía una consecuencia espontánea de la especialización de los países líderes en tecnología en ciertos sectores económicos (química, medicina) y de la presencia de grandes empresas que podían aprovechar los resultados científicos.

Por estos motivos, el interés de los investigadores sobre las universidades se tradujo en considerar su funcionamiento interno más que su papel en la innovación. Por un lado, proporcionando explicaciones económicas, como Veblen (1918), que propuso la introducción de principios empresariales en la política de la universidad. Por otro lado, estudiando la producción científica a partir de las publicaciones, como Lotka (1926), que ya entonces puso de manifiesto la tendencia a la concentración de los resultados científicos de los profesores en una minoría.

La participación de EE.UU. en la Segunda Guerra Mundial cambió el curso de la financiación de la investigación académica. Se pasó a financiar públicamente costosos programas de I+D orientados hacia las necesidades militares. Tras el fin de la guerra, la nueva situación de las universidades de dependencia del presupuesto público, más el hecho de que su contribución había resultado satisfactoria y había ayudado a legitimar su papel en la sociedad, propició el justificar que se sostuviera el apoyo público.

Una primera justificación se encontró en el campo de la sociología, donde Merton (1942) abogaba por una ciencia pura, por oposición a como había sido para las visiones nacionalsocialista y comunista. Para la primera, la ciencia debía operar sobre una base racial y para la segunda, sobre la base del servicio al Estado. Si bien de todos estos esquemas se desprendía la necesidad de apoyo público, Merton se fundaba en la propuesta de que la ciencia fuera guiada por los valores del universalismo y el

escepticismo, lo que exigía una serie de normas para asegurarlos, como no buscar la capitalización de los resultados.

Una segunda justificación vino de la mano de la economía, en concreto del asistente del presidente Roosvelt en materia de ciencia y tecnología, Vannevar Bush. Con el propósito de asegurar que la ciencia fuese financiada en tiempos de paz, este autor desarrolló en 1945 una lógica para justificarlo, en la forma de lo que se ha venido a llamar el modelo del "empuje de la ciencia".

El modelo afirmaba que los mecanismos internos del mundo científico generan investigación básica, "sin ánimo de un fin práctico", que proporciona "un conocimiento general y un entendimiento de la naturaleza y sus leyes". Este conocimiento desencadena la realización de investigación aplicada, que es la que orienta los resultados de la anterior hacia fines puntuales. La investigación aplicada, a su vez, da paso al desarrollo tecnológico, que no genera nuevo conocimiento sino que adapta el de aquélla a situaciones específicas y permite su aprovechamiento de manera sistemática, en la forma de un producto o proceso nuevo o mejorado. El desarrollo, por fin, da lugar a la implementación del dicho producto o proceso, lo que constituye, por definición, una innovación (OCDE, 2002: p. 18).

Bush estaba justificando la utilidad de la ciencia mediante su vínculo con la innovación. Adviértase que, según el proceso descrito, dicho vínculo tenía lugar a través de fases que provocaban las siguientes de forma exhaustiva, estática, sencilla, aislada, secuencial, directa e independiente del contexto. Exhaustiva, porque toda la ciencia se convertía en innovación. Estática, porque no dependía del período de tiempo estudiado. Sencilla, porque no concebía otra fuente de invención. Aislada, porque, al no haber otras fuentes, no existía necesidad de comunicación con ellas. Secuencial, porque no se admitía retroalimentación. Directa, porque su uso era la generación de invenciones una vez aprovechada por la empresa. E independiente del contexto, porque era igualmente válida en cualquier empresa, sector, país o región. Esta serie de rasgos configuran lo que se ha venido a llamar el enfoque lineal de la innovación.

Una última razón para justificar el apoyo público a la ciencia, de índole más práctica, fue el hecho de que el inicio de la Guerra Fría hizo que se mantuviera el potencial estratégico de las universidades como fuente de invenciones militares.

Así comenzó un período de fuerte apoyo público a la investigación académica en EE.UU., que provocó una caída de la participación de la financiación empresarial durante las décadas de 1950 y 1960 (Mowery et al., 2001).

2.3. Las universidades consagradas a la creación de conocimiento (1950-1969)

2.3.1. Los hechos

Durante el período inmediatamente posterior a la Segunda Guerra Mundial, la evolución de las universidades se caracterizó, en Estados Unidos, por el apoyo a la investigación básica, por la nueva forma de distribución de los recursos financieros y por el empuje militar y, en Europa, por la masificación del número de estudiantes y trabajadores.

A raíz del informe de Bush (1945), en Estados Unidos se creó la *National Science Foundation* y el *Institute of Health,* lo que significó un aumento del compromiso con la

investigación básica. Era un reflejo de la aceptación de las ideas de Bush sobre la "necesidad, en tiempos de paz, de una infraestructura de conocimientos" y de que la institución adecuada para proporcionarla fuera la universidad.

Por otro lado, se produjo una revisión del sistema de distribución de fondos gubernamentales para la investigación académica y se introdujo el mecanismo de la "revisión por los pares". Este mecanismo encontraba su justificación en el supuesto de que "los pares", los científicos punteros que debían de estar en los comités de adjudicación de los fondos, distribuyeran dichos fondos principalmente a la elite científica.

Consistía, por tanto, en un juicio *ex ante* de los resultados de la investigación, basado en las prioridades de la comunidad académica. Los fondos gubernamentales eran distribuidos según los criterios de los propios científicos y, a cambio, éstos producirían nuevos conocimientos que, dado el predominio de la concepción lineal del proceso de innovación, revertirían en el proceso productivo de otras entidades más allá de las fronteras de las universidades.

Por otro lado, el comienzo de la Guerra Fría había permitido que el ejército mantuviera un papel decisivo en la sociedad, a través del que ejercía apoyo e influencia sobre la investigación académica, como parte de lo que Mills (1958) ha denominado el modelo de la "Elite del Poder".

En Europa, tras la Segunda Guerra Mundial, los diferentes sistemas de educación superior presenciaron un crecimiento impresionante del número de estudiantes y de trabajadores. Este fenómeno no se detuvo en el período considerado (1950-1969) sino que se ha mantenido hasta la actualidad. Por ejemplo, según Geuna (1999), el número de estudiantes universitarios en los países de la UE se incrementó desde un millón en 1960 a casi nueve millones en 1990. El mismo autor menciona que en el mismo período la tasa bruta de matriculación (igual al número total de matrículas, independientemente de la edad, dividido por el número total de habitantes entre 20 y 24 años) creció desde menos del 10 por ciento hasta alrededor del 30 por ciento, en función del país de la UE.

Los planteamientos de Merton y Bush estaban motivados por el impacto que la ciencia tenía en la sociedad y en la tecnología, respectivamente. Ninguno de ellos discutía la cuestión de cómo se generaba la ciencia. Los sociólogos de la ciencia abordaron el tema desde un primer momento, identificando el término "ciencia" con el de "producción de conocimiento". Esa perspectiva a pequeña escala no interesó a los economistas en una etapa de crecimiento rápido de la economía, en la que la influencia del progreso técnico a gran escala parecía ser más relevante, a raíz de los estudios de Solow (1956). En cambio, se interesaron por matizar y cuantificar los beneficios de la primera fase de la innovación, según la concepción lineal, la investigación básica. Así, los científicos de ambas disciplinas abordaron el papel de la ciencia desde perspectivas distintas.

2.3.2. Las ideas de la sociología de la ciencia: qué sabemos sobre el conocimiento

Una de las contribuciones pioneras sobre la naturaleza del conocimiento es la de Hayek (1945), que lo describía como un fenómeno disperso, como consecuencia de la forma en que es producido. Así, la coordinación es necesaria para hacer útil el conocimiento disponible. De hecho, las innovaciones son el resultado del aprendizaje interactivo y de las nuevas combinaciones de conocimiento.

Polanyi (1958) fue más lejos al hacer hincapié en que había determinado conocimiento que no se podía transmitir, lo que él llamaba "conocimiento tácito", que era el que poseían las personas y que no se podía transformar en información, entendiendo como tal conocimiento que ha sido codificado de manera que es apto para ser reproducido por otras personas.

Adviértase que ambas visiones preconizaban mayores dificultades de transmisión del conocimiento de las que se desprendían del modelo del empuje de la ciencia.

Más centrado en el proceso de producción de conocimiento científico, Kuhn (1962) planteó que bajo el mecanismo de revisión por los pares, el valor del nuevo conocimiento generado es evaluado primordialmente en términos de su contribución a la estructura explicativa de cada disciplina científica, lo que él denominaba el paradigma científico. Así, describía el proceso de creación de conocimiento dentro de cada paradigma como un proceso de "resolución de puzzles". Si un paradigma recibe aceptación general durante un cierto período de tiempo, permite que los científicos dediquen sus recursos a cuestiones muy detalladas, y no a tratar de socavar la teoría subyacente bajo el paradigma. El hecho de que estas cuestiones se deriven de la teoría aceptada implica que deben tener una solución y anticipar esta solución representa una parte importante de la motivación del científico. El problema estriba en que los problemas planteados pueden no tener ninguna apariencia práctica relevante, lo que pondría en tela de juicio que su solución pasara a la siguiente fase de la cadena lineal del proceso de la innovación.

2.3.3. Las ideas de la economía (I): bajo el enfoque del empuje de la ciencia

2.3.3.A) El fallo del mercado en la asignación de recursos científicos

Dos autores, Nelson y Arrow, contribuyeron de manera decisiva a sentar las bases de lo que posteriormente se llamaría la economía de la ciencia.

Nelson (1959) caracterizó la investigación básica a través de tres propiedades intrínsecas de sus resultados: su incertidumbre, su rendimiento a largo plazo y su escasa posibilidad de apropiación.

Esta última propiedad se deriva de la conjunción de otros dos rasgos que son la falta de exclusividad y de rivalidad y que en definitiva caracterizan lo que la economía del sector público ha venido a llamar bienes públicos, o aquellos cuyos beneficios no puede retener su autor. El considerar la investigación básica como tal significa que las empresas pueden beneficiarse de los conocimientos generados fuera de sus fronteras organizativas, ya que pueden utilizar, en cuanto lo consideren necesario, los resultados obtenidos por otros individuos que la realicen. Es decir, que estos resultados producen efectos desbordamiento, o beneficios sobre terceros que su autor no puede controlar.

La escasa posibilidad de apropiación sirve, pues, como argumento para justificar que el sector privado tendrá un incentivo para invertir en un bien público menos de lo que sería socialmente deseable. Es decir, el mecanismo de mercado no funciona adecuadamente en bienes como la investigación básica, produciendo un fallo de mercado, y el sector público debe compensarlo financiando esos bienes en parte. El argumento se ve reforzado en el caso de la investigación básica por su incertidumbre y su rendimiento a largo plazo.

Arrow (1962) insistió en la naturaleza de bien público de la investigación básica al añadir a los anteriores argumentos que los costes marginales de reproducirla son muy reducidos y que sus beneficios no disminuyen al compartirlos. La investigación básica

presenta, pues, costes de producción, pero no de imitación o de reproducción. Así, concluía justificando la misma necesidad de apoyo público a la investigación básica que Nelson.

En la terminología de Polanyi, ambos autores estaban considerando la investigación básica como producción de información y no que también pudiera dar lugar a conocimiento tácito. Así, enraizaban con la perspectiva lineal de la innovación.

2.3.3.B) La cuantificación de los beneficios de la ciencia: efectos sobre las ventas

En esta época surge uno de los primeros problemas a la hora de abordar estudios empíricos sobre innovación: el de elegir los indicadores adecuados. La contribución de Griliches (1958) ha sido una de las más influyentes para cuantificar el impacto de la ciencia en la economía. En EE.UU. existían estadísticas sobre gastos de investigación y desarrollo (I+D), que se consideraron una variable aproximada del volumen de actividad científica. Su método consistía en estimar la tasa de rendimiento de la investigación básica sobre las ventas, bajo el supuesto de que las empresas que más invertían en ciencia (en I+D), mayores ventas obtenían. Distinguiendo entre la I+D financiada privadamente y la financiada públicamente, utilizó una muestra de empresas en el sector del maíz híbrido en EE.UU. Obtuvo un resultado de entre el 20 por ciento y el 40 por ciento para la segunda.

Numerosos autores han seguido este método con posterioridad, como, en la época, Peterson (1967) sobre una muestra de empresas del sector de las aves de corral, y Griliches (1968) y Evenson (1968), sobre el sector agrícola. Encontraron altas tasas de rendimiento del 21 al 25 por ciento, del 35 al 40 por ciento, y del 20 al 47%, respectivamente. En todo caso, siempre positivas.

2.3.3.C) La economía de la ciencia: la productividad científica individual

Bajo el supuesto de que el científico determina libremente su investigación, los primero estudios sobre productividad científica se decantaron por el análisis del comportamiento individual, considerando sólo marginalmente las cuestiones relacionadas con la institución donde se desarrollaba su actividad o el entramado institucional que la condicionaba.

La medición tradicional de la productividad de los investigadores se ha basado en métodos bibliométricos que utilizan las publicaciones como un indicador de la producción de aquéllos.

Schockley (1957) mostró que 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%.

De Solla Price (1963) contó el número de artículos científicos publicados en revistas indexadas y llegó a la conclusión de que la producción científica publicada había seguido una senda de crecimiento a lo largo de los últimos tres siglos, que no podía ser mantenida a largo plazo sin agotar los recursos dedicados a otras actividades sociales.

El propio Merton (1968) hizo una contribución al sugerir que la organización y la estructura distributiva de la ciencia tiende a recompensar a los individuos y grupos de éxito con el acceso a medios que aumentan la probabilidad de que sigan siendo exitosos en el futuro, fenómeno conocido como el “efecto San Mateo”.

2.3.4. Las ideas de la economía (II): nuevo apoyo al enfoque lineal

2.3.4.A) El tirón del mercado

El modelo del empuje de la ciencia asumía implícitamente que la investigación básica que desencadenaba el proceso de innovación se generaba de forma exógena a los procesos productivos. En cambio, Schmookler (1962; 1966) probó que la evidencia empírica sugiere que la mayor parte de la investigación básica trata de satisfacer nuevas demandas de los mercados. Formuló así el llamado modelo del "tirón del mercado" en el que la demanda venía a sustituir a los propios intereses de los científicos como fuente de la investigación básica.

Sin embargo, eso seguía siendo compatible con la visión de que la investigación básica daba paso de forma secuencial a la investigación aplicada, el desarrollo y la comercialización de nuevos productos y procesos. En definitiva, de que las innovaciones procedían de la investigación. De esa forma, el esquema del enfoque lineal recibía un apoyo adicional a través de la comprobación empírica.

Schmookler realizó, al mismo tiempo, una segunda contribución de orden metodológico, ya que fue el pionero de la recopilación de estadísticas sobre patentes, y el primer autor que trató de relacionarlas con variables de producción, tratándolas como un indicador de recursos. Griliches (1990) le critica que excluía así la investigación y el desarrollo de las fuentes de la innovación, a pesar de que su carácter primordial les confiere una mayor relación con el concepto de "recurso". Sin embargo, reconoce su mérito de haber proporcionado una variable de recursos dedicados a la investigación, en tiempos en que las estadísticas sobre I+D estaban poco desarrolladas.

2.3.4.B) La cuantificación de los beneficios de la ciencia: efectos sobre la innovación

A partir del uso de las patentes como indicador económico por parte de Schmookler, se suceden los estudios que tratan de ligarlas con indicadores de I+D, ora gastos, ora personal[4]. Inspirados por el enfoque lineal, las preguntas principales que aquéllos se plantean versan en torno a la relación entre recursos y resultados de I+D, y a los determinantes de unos y otros. Scherer (1965), Mansfield (1968), Pavitt y Wald (1971), o McLean y Round (1978), por ejemplo, encuentran, por medio de correlaciones y estimaciones econométricas, que existe una relación positiva significativa entre ambas variables, y que presenta rendimientos a escala constantes o decrecientes, al menos tras un umbral, que se achaca a que la frontera de conocimiento se aleja tras cada nuevo descubrimiento, y que para producir el siguiente es necesario incurrir cada vez en un mayor volumen de gasto.

Entre los otros determinantes que despiertan el interés de los primeros estudios, figuran el tamaño y el poder de monopolio. Respecto al tamaño, la evidencia de Comanor (1965), el propio Schmookler (1966) o Vernon y Gusen (1974) es dispar, pero apunta a que presenta una relación negativa con la innovación, atribuida a posibles ineficiencias organizativas y a la adopción de estrategias de mercado conservadoras. Respecto al poder de monopolio y el esfuerzo en I+D, Scherer (1967), Phillips (1971), Rosenberg (1976), Shrieves (1978), Angelmar (1985) o Chappell et al. (1986) arrojan evidencia contradictoria que impide obtener un resultado general y exige matizar en función del nivel de monopolio, el nivel de base científica, las barreras de entrada y el tipo de bien. De forma parecida, en cuanto a la relación entre el poder de monopolio y

[4] Vence (1995) incluye en su capítulo 4 una revisión adecuada de la literatura, de la que bebe esta sección.

los resultados de la I+D, no se aprecia una relación, o se aprecia de forma contradictoria. Mansfield (1971) encuentra que es positiva en determinadas circunstancias, que vienen a coincidir con la descripción de un monopolio natural. Scherer (1984) recomienda un equilibrio entre monopolio y competencia, a favor de la segunda si existe suficiente base científica.

Algunos de estos estudios también trataron de discriminar la importancia de la hipótesis del empuje de la ciencia frente a la del tirón del mercado. Mientras que Scherer (1965) y Phillips (1971) encontraban evidencia a favor de la primera, Schmookler (1972) y Utterback (1974) lo hacían a favor de la segunda. Un enfoque de síntesis se puede encontrar en Freeman (1975) y Kline y Rosenberg (1986), que explicaremos en la sección 2.4.4.

2.4. Las universidades como creadoras y difusoras de conocimiento (desde 1970 hasta la actualidad)

2.4.1. Los hechos

El éxito del enfoque lineal en el ámbito político se puede apreciar en la definición que la OCDE daba de la innovación tecnológica a principios de los años 70: “la primera aplicación de la ciencia y la tecnología en una nueva dirección, seguida de un éxito comercial” (OCDE, 1971: p. 11). Sin embargo, una serie de hechos provocó un replanteamiento del paradigma. Estos hechos fueron, en Estados Unidos, la ralentización del crecimiento económico a partir de la década de 1970 y la presión por parte de las universidades menos prestigiosas y la necesidad de liquidez de todo tipo de universidades, que incrementó la competencia por los fondos de investigación; y en Europa, la imitación del modelo estadounidense.

La desaceleración del ritmo de crecimiento y de la productividad de la década de 1970 debilitó la posición internacional de EE.UU. David et al. (1994b) atribuyen a esa atmósfera de crisis dos tipos de reacciones: por un lado, los políticos y empresarios, que tradicionalmente (bajo la concepción lineal del proceso de innovación, especialmente del modelo de empuje de la ciencia) habían considerado a las universidades como motor del crecimiento, se plantearon si la utilidad de éstas estaba disminuyendo e incrementaron sus demandas de que la contribución académica fuera más visible. Por otro lado, las propias universidades, aun defendiéndose de las críticas y rechazando la responsabilidad ante la crisis, se sintieron motivadas para ayudar.

Por otra parte, en Estados Unidos, el modelo de la ciencia pura y la revisión por los pares empezó a no resultar aceptable como criterio único de distribución de los fondos públicos para la investigación. Los congresistas que representaban a las regiones que no recibían una cuantía significativa de esos fondos presionaron para que se les atribuyeran ayudas de forma discrecional. Eso no obsta para que esta financiación apoyara investigación científica de calidad. Incluso cuando la recibían facultades y escuelas con poca o nula experiencia investigadora, los fondos se utilizaban para adquirir rápidamente las competencias necesarias para competir con el sistema de la revisión por los pares.

También las universidades dominantes tuvieron que presionar por fondos discrecionales, debido a la lentitud de la obtención de fondos mediante el mecanismo de la revisión por los pares. Etzkowitz y Leydesdorff (2000) dan el ejemplo de la Universidad de Columbia, que en un momento dado necesitó fondos para renovar la

infraestructura de su departamento de química. Para ello, siguiendo el consejo de su servicio de relaciones públicas, renombró su departamento de Química como el "Centro Nacional de Excelencia en Química", consiguiendo de esa forma que se habilitara un fondo federal especial y que la infraestructura de investigación del departamento fuera renovada y expandida.

Esta competencia creciente por los fondos de investigación entre actores nuevos y viejos causó una crisis incipiente del sistema de la revisión por los pares, que estaba mejor diseñado para operar bajo condiciones de competencia moderada. Dado que la competencia por los fondos de investigación ha continuado creciendo, la respuesta de la administración pública estadounidense fue exigir a la ciencia una nueva vía de legitimación, como la contribución al desarrollo económico y social, a escala nacional y regional.

Paralelamente, se estaba produciendo un fenómeno que venía a constatar las posibilidades de la investigación académica para contribuir a dicho desarrollo, como fue el auge de la biotecnología y las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC.)

Respecto a la biotecnología, aunque este área ya existía desde muchos años antes, aplicada en el cruce de animales y en el desarrollo de plantas híbridas, su verdadera revolución empezó en 1973. Zucker y Darby (1997a, b) explican cómo ese año, Stanley Cohen, de la Universidad de Stanford, y Herbert Boyer, de la Universidad de California (San Francisco) descubrieron la técnica básica para recombinar el ADN, lo que devino la base de la ingeniería genética (Cohen et al., 1973). Rápidamente, a partir de 1975, se formaron nuevas empresas, y en 1998 ya eran unas 1274 en EE.UU., entre públicas y privadas.

Respecto a las TIC, surgieron dos casos paradigmáticos: el *Silicon Valley*, cerca de San José, California, y la Ruta 128, alrededor de Boston, deben su posición como focos de la innovación comercial y de espíritu emprendedor a su proximidad a la Universidad de Stanford y al Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT). Otras regiones del país han intentado construir nuevos centros de sectores de alta tecnología en torno a sus universidades.

Con el objetivo de que otras disciplinas científicas siguieran el ejemplo de la biotecnología y las TIC y contribuyeran al desarrollo, se asumió, en primer lugar, que se debía estimular políticamente la transferencia de tecnología desde las universidades a las empresas. Así, comenzó una serie de acciones encaminadas a potenciar la interacción universidad-empresa, como la propuesta de la *National Science Foundation* de crear mediante fondos federales centros de investigación mixtos entre universidades y empresas. Y se asumió, en segundo lugar, que parte de esa transferencia se podía incentivar mediante la protección de los resultados de la investigación académica. La justificación política de este segundo supuesto era que las empresas necesitan que esos resultados estén protegidos para decidirse a recurrir a ellos e invertir en gastos adicionales para su desarrollo y comercialización.

Así, se produjo una ampliación de los privilegios de patentar y licenciar de los inventores de universidades y centros públicos de investigación (CPI). Como parte de una serie de medidas generalizadas para promover el recurso a la solicitud de patentes[5],

[5] Jaffe (2000) inserta el estímulo de las patentes universitarias y de los CPI dentro de una tendencia general del aumento de las patentes estadounidenses, que invertía su largo declive histórico. Otros cambios de política importantes, aparejados con el anterior, fueron la creación del Tribunal de la *Court of*

el Acta Bayh-Dole configuró el marco legal específico para el caso académico. Hasta ese momento, sólo cierto tipo de financiación de la I+D podía dar lugar a resultados que estuviera permitido patentar (la I+D financiada a través de fondos militares o de programas específicos), y sólo ciertas universidades (unas 60) podían tener acceso a dicho tipo de financiación. Aprobada en 1980 por el Congreso de EE.UU. y en vigor a partir del 1 de julio de 1981, el Acta Bayh-Dole autorizaba a explotar comercialmente a universidades y CPI las invenciones generadas a partir de financiación parcial o total de fondos públicos para investigación.

Mowery y Sampat (1999) muestran que de 1979 a 1984 el número de solicitudes anuales de patentes universitarias estadounidenses se duplicó (el total pasó de 177 a 408) y de 1984 a 1989 se duplicó de nuevo (pasó a 1008).

Para acomodar estos cambios en el seno de las universidades, se crearon estructuras internas para gestionar las patentes, las llamadas oficinas de transferencia de tecnología (TTO)[6]. Según Carlsson y Fridh (2001), su número creció de 25 en 1980 hasta 200 en 1990.

En Europa, los gobiernos han incrementado las presiones sobre las universidades para que centren su investigación en prioridades económicas de ámbito nacional y regional. Geuna (1999: cap. 4.1) presenta la siguiente evidencia:

- El gasto de I+D de las instituciones de Enseñanza Superior de la UE ha crecido un 4,2% entre 1981 y 1995. Su participación dentro del total de gasto de I+D ha aumentado un 1,3% y dentro del PIB un 1,7% (hasta situarse en torno al 21% y el 0,4%, respectivamente), si bien se ha pasado de un período de crecimiento hasta principios de la década de 1990 a otro de estancamiento a mediados de dicha década. Además, el crecimiento del primer período ha estado concentrado en los países de la UE menos intensivos en I+D.
- En un conjunto de siete países de la UE para los que los datos son comparables[7], la financiación gubernamental de los gastos de I+D de las instituciones de Enseñanza Superior ha caído del 94,0% en 1983 al 85,6% en 1995. Esta caída se debe a la de la una partida de la financiación gubernamental, la de mayor volumen, los fondos gubernamentales directos (por ejemplo, contratos y fondos para fines específicos), ya que la otra partida, de menor volumen, los fondos generales para universidades, ha aumentado. En el resto de países de la UE, estudiados individualmente, se aprecia tendencias similares.

El autor interpreta así que la política científica de muchos países ha apuntado hacia una mayor concentración y selectividad de los fondos de investigación y, en general,

---

Appeals for Federal Circuit en 1982, un nuevo tribunal para revisar las decisiones sobre los derechos de patentes (y la aparente mejora asociada del éxito ante el tribunal de los solicitantes), la ampliación y clarificación de la aplicabilidad de los derechos de patente a áreas tecnológicas nuevas (particularmente software e investigación genética, como la sentencia de Diamond vs. Chakrabarty de 1980, que permitió la solicitud de una patente amplia en la nueva industria de biotecnología que abrió la puerta a muchas otras patentes en esta área.) y las negociaciones del GATT en la ronda Uruguay para ampliar y armonizar la protección mundial por medio de patentes.

Sin embargo, Kortum y Lerner (1999) achacan el aumento de las patentes estadounidenses a cambios en la gestión de la innovación, orientada hacia actividades más aplicadas, en vez de a la expansión de sectores de tecnología punta o la existencia de cambios legislativos.

[6] En España, son más conocidas como "oficinas de transferencia de resultados de la investigación" (OTRI).

[7] Dinamarca, Francia, Alemania, Italia, Irlanda, Holanda y Reino Unido.

hacia mayores niveles de cuantificación de beneficios, por lo que ha predominado la reducción de costes. Tras ello subyace el supuesto de que es posible evaluar *ex post* la actuación de las universidades mediante la actuación de fuerzas de mercado, por oposición al criterio *ex ante* que subyacía tras el mecanismo de revisión por los pares. Bajo esta concepción, los consumidores, como estudiantes, administraciones públicas y otras organizaciones compran los servicios de las universidades, proporcionando así una evaluación directa de sus resultados.

Este nuevo enfoque de política económica se tradujo en que, durante la década de 1980, la participación de la financiación empresarial del gasto en I+D de las instituciones de enseñanza superior creció en todos los países de la UE. Aunque esa participación mostró signos de estabilización o, en algunos casos, descenso, durante la primera parte de la década de 1990, su proporción estaba en torno al 6 por ciento del gasto de I+D de las instituciones de enseñanza superior en 1995 (Geuna, 1999: p. 3).

Sanz y Cruz (2003) ofrecen evidencia de estas tendencias en el caso español. La financiación pública de los centros públicos de investigación, en términos absolutos, cayó durante la década de 1990 un 3%, distinguiéndose el descenso del 24% hasta 1996 de la recuperación hasta 2000, insuficiente para alcanzar el nivel de 1990, con datos de los Presupuestos Generales del Estado.

Proporcionamos en el Cuadro 1 evidencia adicional para el caso de las universidades españolas durante el período comprendido entre 1984 y 2001. Como se puede observar, la proporción de los gastos internos en I+D de las instituciones de enseñanza superior sobre el PIB, la financiación empresarial de los gastos internos en I+D de las instituciones de enseñanza superior y los gastos internos por investigador aumentan hasta principios de la década de 1990 y permanecen en un estado de atonía (alternancia rápida de ligeros aumentos y descensos) a partir de entonces. La cantidad de personal empleado en I+D distinto de los investigadores (técnicos y auxiliares) por investigador ha ido casi siempre en descenso. La proporción de investigación básica de las universidades e IPSFL se ha mantenido constante hasta el descenso de 1995 a 2001. La proporción de investigación básica de todos los sectores de ejecución experimentó el mismo descenso, precedido de una expansión hasta 1995. Es decir, en contra de la visión predominante, parece compatible la investigación básica, la dotación de medios a las universidades y la financiación empresarial de la investigación universitaria. En las siguientes secciones se dan explicaciones a este aparente puzzle.

Cuadro 1. Indicadores de I+D sobre el sector de enseñanza superior y sobre investigación básica en España, 1984-2001

Año	*Sector de enseñanza superior*				*Gastos internos corrientes: porcentaje de investigación básica sobre el total*	
	Gastos internos en I+D			*Otro personal por investigador*		
	Porcentaje financiado por empresas	*Porcentaje sobre el PIB*	*Por investigador (miles de euros)*		*Todos los sectores*	*Sector de enseñanza superior + Sector IPSFL (1)*
1984	1%	0,11%	12	(n.d.)	23%	51%
1985	1%	0,11%	14	(n.d.)	21%	51%
1986	2%	0,12%	15	(n.d.)	21%	51%
1987	3%	0,12%	17	(n.d.)	18%	52%
1988	8%	0,14%	20	(n.d.)	18%	51%
1989	9%	0,15%	24	0,28	19%	52%
1990	9%	0,17%	28	0,25	18%	51%
1991	10%	0,19%	31	0,22	18%	51%
1992	7%	0,26%	42	0,24	20%	51%
1993	6%	0,28%	44	0,24	21%	51%
1994	6%	0,27%	36	0,21	(n.d.)	(n.d.)
1995	8%	0,26%	41	0,24	25%	51%
1996	7%	0,27%	40	0,26	(n.d.)	(n.d.)
1997	6%	0,27%	43	0,20	23%	49%
1998	7%	0,27%	42	0,19	(n.d.)	(n.d.)
1999	8%	0,27%	44	0,20	22%	48%
2000	7%	0,28%	40	0,18	20%	45%
2001	9%	0,30%	41	0,16	20%	45%

(n.d.) No disponible. (1) Calculado como la diferencia del total menos la parte correspondiente a empresas y administraciones públicas.
Fuente: elaboración propia a partir del servidor web del INE: www.ine.es, con datos de la *Estadística sobre actividades de I+D.*

2.4.2. Las ideas de la sociología de la ciencia: la ruptura con la ciencia pura

Las ideas de Merton de que una ciencia pura bastaba para asegurar la continuidad de los descubrimientos seguían siendo influyentes al principio de este período. En 1973 Merton postuló que muchos de los incentivos de la ciencia no provienen de una organización de mercado y que por tanto la ciencia se distingue de las actividades económicas. Sus incentivos provienen de la meta personal de los científicos de establecer la prioridad de sus descubrimientos siendo los primeros en anunciar un avance en el conocimiento. La recompensa por la prioridad es el reconocimiento de la comunidad científica. Por lo tanto, los científicos se ven abocados a seguir una conducta de transparencia y publicación de la información, alimentando una base de conocimientos en continua expansión.

Lo que otros sociólogos cuestionaban, sin embargo, era la conveniencia y el hecho de que la ciencia funcionara de forma tan independiente del contexto y de los incentivos individuales.

Por lo que concierne a la conveniencia del aislamiento de la ciencia, curiosamente, una de las aportaciones más importantes vino de los países en desarrollo, de la mano de Sábato (1975), que subrayó que en países así el mecanismo del reconocimiento por los pares incentiva a los científicos a escoger temas de investigación punteros, alejados de

las necesidades locales. Proponía que un modo más beneficioso para la sociedad de generar ciencia era impulsar las conexiones entre el mundo científico, representado por las universidades, las empresas y el Estado. Este modelo, llamado el "triángulo de Sábato", otorga un papel determinante al Estado, como agente a cargo de impulsar y facilitar las conexiones.

En cuanto al hecho de que efectivamente la ciencia tuviera lugar de forma autónoma, hacia el final de la década de 1970, otros autores propusieron una ruptura explícita con las ideas de Merton con el estudio de lo que denominaban la "ciencia en acción" (Latour y Woolgar, 1979). Consideraban que la naturaleza de las ideas, el conocimiento y las teorías científicas no son independientes del contexto en que se generan. Las comunidades de especialistas, por tanto, pueden ser un marco de referencia menos adecuado para construir una reputación que las propias unidades de investigación, como laboratorios, departamentos o institutos. Su análisis ayuda a comprender mejor cómo las problemáticas se configuran a partir de estrategias para ganar acceso a los recursos.

Para tener en cuenta este fenómeno, Knorr-Cetina (1982) introduce la noción de "campos transepistémicos de investigación". Partiendo de que la selección de los temas de investigación no es una decisión aislada de los científicos, sino condicionada a la obtención de recursos, estos científicos deben formar alianzas y "traducir" las necesidades de otros agentes. En este contexto, la distinción entre lo que es científico y lo que no lo es resulta irrelevante. La producción científica moviliza personas, objetos e ideas que pertenecen a ambos mundos y que frecuentemente cambian del uno al otro. Para este autor, pues, los "campos transepistémicos" son los niveles analíticos relevantes de la producción científica y se pueden localizar a través del estudio de las unidades de investigación,[8] identificando sus relaciones con otros agentes.

Por otro lado, a escala individual, los científicos se enfrentan a lo que Ziman (1987) llama "el problema de la elección de problemas" a la hora de determinar sus temas de investigación. Dado que el éxito de una unidad de investigación depende de la elección de áreas y líneas de investigación, Ziman afirma que esa elección depende de los incentivos, ya que se incurre en un coste en términos de tiempo y esfuerzo, para obtener beneficios en forma de recompensas materiales, prestigio social o satisfacción intelectual. A su vez, estos beneficios dependen no sólo de las publicaciones sino también de la contribución de la investigación a la resolución de problemas reales de un abanico amplio de especialidades, medido por ejemplo por el número de citas. Así, los científicos pueden condicionar su investigación a sus expectativas sobre el beneficio que van a obtener de ellas.

2.4.3. Las ideas de la economía (I): la concepción ortodoxa, o la continuación del enfoque lineal

Herederos de los estudios de la sección 2.3.3.B), los trabajos señalados a continuación continúan los esfuerzos para cuantificar los beneficios de la investigación básica, por métodos alternativos.

2.4.3.A) La relación entre la innovación y los gastos de I+D de las empresas

Quien fuera pionero del cálculo de la tasa de retorno de la investigación básica, Griliches, junto con su grupo de la *National Bureau of Economic Research*, refrendó el

[8] El autor hablaba de "laboratorios" pensando en el caso francés, pero aquí preferimos el término "unidades de investigación" porque permite incluir otras entidades con cierto margen de autonomía investigadora existentes en otros países, como los departamentos o los institutos de investigación.

uso del número de patentes como una medida indicativa del grado de innovación. Respecto a los estudios anteriores, sus aportaciones fueron proporcionar un marco conceptual para el uso de ese indicador, la confección de la primera base de datos de panel que superaba a las series temporales y cortes transversales utilizadas hasta entonces y el desarrollo de métodos econométricos específicos para la estimación de modelos con las patentes como variable independiente.

Pakes y Griliches (1982) empezaron planteándose una serie de relaciones entre variables observables y no observables: supóngase que lo que se pretende medir es *K*, la valoración del conocimiento aplicado en los mercados, que no se observa. Está en función de *R*, una medida observable de los recursos invertidos en la actividad innovadora, usualmente los gastos en I+D o el número de investigadores, con el objetivo de producir *K*. Como la producción de invenciones es estocástica, un término *u* debería reflejar su eficiencia cambiante y el impacto de otras fuentes informales y no medidas de *K*. Así, se puede formular la siguiente *función de producción del conocimiento*[9]:

$$K = R + u \quad (1)$$

Ahora, sea un indicador cuantitativo del número de invenciones, *P*, como puedan ser las patentes. Entonces *v* es el error de los determinantes de las patentes, que las hace una medida imperfecta y falible de *K*. De ahí se obtiene la *función del indicador*, que relaciona *P* con *K* y, sustituyendo, con *R*:

$$P = aK + v = aR + au + v \quad (2)$$

Por último, como lo que se busca explicar finalmente son los efectos de la innovación sobre un grupo de variables, representadas por *Z*, y que podrían ser distintas medidas de crecimiento, productividad, rentabilidad o del valor de mercado de las acciones de una empresa o un sector, y asumiendo que les afectan componentes aleatorios adicionales, *e*, se puede definir una tercera relación:

$$Z = bK + e = bR + bu + e \quad (3)$$

Con estas tres ecuaciones, Griliches pretende ofrecer más una "descripción estadística que una teoría de patentes". En un intento de validar las patentes como un indicador económico, lo que numerosos autores habrían estimado y seguirían estimando sería ecuaciones del tipo de (2), poniéndolas en función de las actividades de I+D. El supuesto importante que se hace es que los diversos componentes aleatorios (*u*, *v* y *e*) son independientes unos de otros. La calidad de *P* como indicador de *K* depende del tamaño de *v*.

Tras que Pakes y Griliches (1982) realizaran estimaciones por mínimos cuadrados ordinarios (MCO), Hausman et al. (1984) perfeccionan el método de estimación proponiendo modelos de recuento (Poisson, binomial negativo) que tienen más sentido y les proporcionan mejores ajustes. Los principales resultados que obtienen para la economía estadounidense pueden resumirse así:

- En estimaciones de corte transversal, por empresas o por sectores, se demuestra que hay una relación estrecha entre patentes e I+D: el R^2 medio es 0,9, indicando

[9] Esta nomenclatura puede inducir a error: es el conocimiento lo que produce, no lo que se produce. Un nombre más adecuado sería "función de producción de la innovación", pero, curiosamente, este grupo de autores evitaba hablar de innovación y, en su lugar, utilizaban el término "producto inventivo".

además que las patentes deben de ser un buen indicador de las innovaciones. Esta relación resiste a particiones de la muestra por tamaño de las empresas.

- En estimaciones de series temporales, la relación, aunque todavía significativa estadísticamente, es mucho más débil: el R^2 medio es 0,3. La evidencia sobre la presencia de desfases no es definitiva, pero parece que la relación está cercana a ser contemporánea. Hall et al. (1986) profundizan en este aspecto y lo achacan a que las patentes se vinculan principalmente a gastos para la iniciación de nuevos proyectos. Como el grueso de los gastos de I+D corresponden al desarrollo, gran parte de la varianza de las series temporales de esta variable ha de venir del diferente éxito en el posterior desarrollo de proyectos en curso más que de la iniciación de otros nuevos. La correlación baja no debería, por tanto, ser sorprendente, sino que implica que las cifras de patentes son un indicador mucho más pobre de los cambios a corto plazo en el producto de la innovación.

Otra de las cuestiones centrales que ha dominado la literatura es si la I+D presenta rendimientos decrecientes, es decir, si conforme ésta aumenta, el número de patentes lo hace en menor proporción. A partir de los estudios citados más otros, Griliches (1990) resume así las principales conclusiones:

- En estimaciones de corte transversal, a primera vista se detecta la presencia de rendimientos decrecientes, ya que las empresas pequeñas aparentan obtener un mayor número de patentes por unidad monetaria de I+D. Sin embargo, si se estudia separadamente las empresas grandes, se observa que la relación se vuelve plana y que no hay evidencia de rendimientos decrecientes. Además, los resultados son muy sensibles a la técnica de estimación: la de Poisson y la de mínimos cuadrados no lineales indican rendimientos decrecientes, mientras que la de mínimos cuadrados ordinarios y la binomial negativa, crecientes. La apariencia de rendimientos decrecientes se puede deber a que se subestima la I+D de las empresas pequeñas por dos motivos:
  - Selección de muestras defectuosa: muchas no son aleatorias o no siguen una estratificación cuidadosa, con el resultado de incluir una proporción grande de empresas de mayor tamaño, poco representativa.
  - Falta de consideración del papel de la I+D informal y de las patentes: tomando en conjunto el total de empresas (no sólo las que realizan I+D), las empresas pequeñas tienden a realizar más I+D informal (la mayoría de las invenciones provienen de departamento de producción y de calidad y control y los métodos convencionales de recogida de datos subestiman la I+D de las empresas pequeñas), no incluida en las estadísticas al uso, y las patentes representan para ellas una mayor esperanza de éxito (en las grandes, la supervivencia no depende de eso).
- En estimaciones de series temporales, la elasticidad total está entre 0,3 y 0,6; resultado robusto a diferentes métodos de estimación. Es tentador aceptar la hipótesis de rendimientos decrecientes, pero es innecesario: la relación entre los cambios anuales en la I+D y las patentes es muy débil, aunque sea estadísticamente significativa.

La relación entre I+D y patentes (Griliches, 1984) también difiere entre actividades económicas. Las industrias que más patentan son farmacia, plástico, caucho, ordenadores y material informático, equipos de telecomunicaciones y productos químicos. En cuanto a la "propensión a patentar" (patentes por dólar de I+D), las

diferencias son difíciles de explicar: algunas industrias con menor propensión realizan mucha I+D (vehículos a motor, aeronaves); entre las de mayor propensión, aparte de equipos de telecomunicaciones, algunas realizan poco I+D (utillaje). La explicación puede estar en que los ratios de patentes sobre I+D aparecen dominados por grandes fluctuaciones irrelevantes en las cifras de I+D. Probablemente lleve a confusión interpretarlas como indicadores de la efectividad de patentar o de los procesos de I+D.

Las patentes como indicadores económicos, sin embargo, han recibido numerosas críticas. Sanz y Arias (1998) enumeran algunas de las habituales:

- No todos los inventos son patentados, por ejemplo por falta de empresas patrocinadoras o por su naturaleza poco práctica; o, si lo son, no se comercializan inmediatamente a causa de la incertidumbre sobre la demanda del producto.
- No todas las invenciones se pueden patentar, por ejemplo porque no cumplan los requisitos legales.
- No todas las patentes tienen el mismo significado tecnológico o económico: su valor es heterogéneo[10] y unas se asocian a descubrimientos importantes y otras no.
- Su significado y papel varía según áreas tecnológicas o sectores productivos.
- Las empresas, organizaciones e individuos tienen diversas estrategias a la hora de patentar en diferentes países o mercados.
- El solicitante opta por patentar en el mercado nacional o en el extranjero en función de las leyes nacionales.
- Las comparaciones internacionales y temporales se ven afectadas por los cambios en los requisitos para patentar.
- Los grandes países tienden a acaparar el mayor número de solicitudes de patentes.
- No existe ninguna forma de conocer qué tipo de solicitante tiene una patente a menos que se examinen individualmente los registros.
- Las clasificaciones utilizadas en los documentos de patentes no permiten una fácil identificación con los sectores económicos.

En busca de medidas alternativas, se puede citar a Acs y Audretsch (1990), que emplearon datos sobre el número de innovaciones en cada sector de cuatro dígitos de la *Standard Industrial Classification* en 1982. Los datos fueron publicados por la *Small Business Administration*¸ que los había confeccionado identificando innovaciones a través de más de cien revistas sobre tecnología, industria y comercio. Los autores encontraron que, aunque el número total de innovaciones seguía estando estrechamente relacionado con los gastos de I+D y con el número de patentes, la relación exacta entre la I+D y la innovación era algo diferente de la de la I+D y las patentes: aquella crece con los gastos de I+D a una tasa menos que proporcional, es decir, presenta rendimientos decrecientes. El problema de este tipo de estudios es que tradicionalmente no se ha dispuesto de datos de panel con el suficiente número de observaciones.

2.4.3.B) Las citas en las patentes

Los documentos de solicitud de patentes, en algunos países, incluyen un campo en que se citan las patentes previas, los artículos científicos y otras fuentes con las que la

[10] Pavitt (1988) argumenta en contra que eso mismo se podría decir de las actividades de I+D y que es inevitable en cualquier actividad que implique un alto grado de incertidumbre y aprendizaje.

invención en particular pueda estar relacionada. El uso de las citas en las patentes como indicadores presupone que algunas invenciones futuras harán referencia a la invención original en sus patentes, convirtiendo al número y carácter de las citas recibidas en un indicador válido de la importancia tecnológica de la nueva invención.

Narin, con distintos colaboradores, fue el pionero en el uso de este tipo de instrumental y ya en la década de 1980 lo empleó para establecer una tipología de áreas tecnológicas según su grado de base científica, definiendo las áreas fuertemente basadas en la ciencia como aquellas en que las patentes citan con más frecuencia las publicaciones científicas. Encontró que la relación más estrecha se daba en las áreas de tecnología punta. Por otro lado, estableció que el vínculo entre la investigación con financiación pública y la tecnología en EE.UU. era creciente (Narin y Noma, 1985).

Narin y Olivastro (1988) hicieron un balance de las razones a favor y en contra del uso de las citas en las patentes como fuente de información. Una ventaja clave es que los datos están disponibles de forma procesable mediante la informática. Además, permite rastrear los vínculos entre países citados y países que citan, empresas y áreas científicas y tecnológicas, ya que las patentes citan patentes no sólo nacionales sino foráneas, así como la literatura científica.

Sin embargo, las citas en las patentes también han recibido críticas como indicador, como la de Cozzens (1989), que señala limitaciones como el sesgo que introduce el idioma inglés, la desproporción de citas recibidas por los artículos seminales y el fenómeno de la circularidad que se produce entre familias de patentes.

A pesar de eso, los estudios de citas de patentes han continuado. Por ejemplo, Narin y Olivastro (1992) exploran el número relativo de patentes que citan documentos en diversas disciplinas científicas. Encuentran que los productos farmacéuticos y la investigación clínica citan la medicina clínica y la investigación biomédica, mientras que áreas aplicadas como la de informática y telecomunicaciones las patentes tienden a citar documentos de ingeniería y tecnología, de acuerdo con la base de datos de la Oficina Estadounidense de Patentes (USPTO).

Este mismo indicador muestra que, a lo largo del tiempo, los vínculos entre las patentes de EE.UU. y los documentos de investigación científica, de acuerdo con el número de citas, según Narin et al. (1997), van en aumento: el 73 por ciento de los documentos citados por las patentes empresariales estadounidenses provienen de la investigación pública, y sus autores son científicos universitarios o de instituciones públicas; sólo un 27% son de científicos empresariales. Los autores encuentran un fuerte componente nacional de estos vínculos por citas, dado que los inventores de cada país citan preferentemente (entre dos y cuatro veces más) documentos de autores de su propio país. En particular, las referencias de las patentes de EE.UU. a los autores de documentos científicos de EE.UU. se ha triplicado a lo largo de un período de seis años, de 17.000 en 1987-88 a 50.000 en 1993-94, período en el que las patentes de EE.UU. crecieron sólo un 30%. Los documentos estadounidenses citados responden a las características principales de la investigación moderna: bastante básica, publicada en revistas influyentes, firmada por autores de las universidades y laboratorios de investigación puntera, relativamente reciente y apoyada fuertemente por instituciones públicas.

El indicador ha trascendido las fronteras de EE.UU. Así, Meyer-Krahmer y Schmoch (1998) también optan por el método de las citas en las patentes para identificar las áreas tecnológicas más fuertemente dependientes de la ciencia en el caso alemán. Encuentran que las mayores conexiones con la ciencia se dan en biotecnología, química y

tecnologías de la información; las menores corresponden a áreas de ingeniería mecánica e ingeniería de caminos, canales y puertos.

Por otro lado, Acosta y Coronado (2002) aplican este tipo de ejercicio al caso español, estudiando una muestra de 1.643 patentes nacionales solicitadas por 1.129 empresas, y publicadas entre 1998 y 2000 por la Oficina Española de Patentes y Marcas. Identifican las patentes que citan al menos una referencia "científica" (literatura científica, libros de texto y otras citas) y, dentro de ellas, las que citan al menos una referencia científica "de calidad" (revistas incluidas en el *Institute for Scientific Information,* ISI). Mediante una estimación logit, explican ambas variables a partir de la influencia positiva de una medida de si la patente ha sido desarrollada entre la universidad y la empresa y la influencia negativa de una medida de las reivindicaciones anuladas por el examinador, teniendo en cuenta que la mayor propensión a realizar citas de ambos tipos del sector químico. No encuentran evidencia de que la pertenencia a regiones más avanzadas tecnológicamente (Madrid, Cataluña y Navarra) o de que la especialización regional en la tecnología incorporada en la patente influyan de forma fuertemente significativa.

2.4.3.C) La relación entre la innovación y los gastos de I+D de las universidades

Jaffe (1989) es el primer autor que incluye en la *función de producción de conocimiento*, descrita en la sección 2.4.3.A), los efectos desbordamiento de la I+D universitaria. Así, plantea la siguiente función:

$$\log(P_{it}) = \beta_{1t} \log(KE_{it}) + \beta_{2t} \log(KU_{it}) + \beta_3 \left[\log(KU_{it}) \log(C_{it})\right] + e_{it} \qquad (4)$$

P representa las patentes empresariales; *KE*, la I+D empresarial; *KU*, la I+D universitaria; *C*, una medida de proximidad geográfica entre universidades y empresas; *e*, el error estocástico. También contempló la posibilidad de que, de forma simultánea, existiera una relación entre I+D empresarial y universitaria, añadiendo al modelo las siguientes ecuaciones:

$$\log(KU_{it}) = \beta_4 \log(KE_{it}) + \delta_1 Z_1 + \xi_{it} \qquad (5)$$

$$\log(KE_{it}) = \beta_5 \log(KU_{it}) + \delta_2 Z_2 + \mu_{it} \qquad (6)$$

Z representa determinadas características estatales (Z_1, la población y el número de universidades públicas y privadas y CPI; Z_2, la población y el valor añadido de la industria); ξ y μ, los términos de error. Empleando un panel de datos de 29 estados de EE.UU. y 8 años, el autor encontró que los efectos desbordamiento comerciales de la investigación universitaria son importantes. Por áreas de conocimiento, son mayores en farmacia, más pequeños y menos significativos en química y más pequeños pero bastante significativos en electrónica. La evidencia a favor de que la coincidencia geográfica dentro del mismo estado de universidades y laboratorios de investigación facilita los efectos desbordamiento es débil. El efecto es más claro en las áreas técnicas que en el conjunto de áreas. Eso sugiere que los efectos desbordamiento están asociados a áreas específicas y no al efecto difuso de la vasta actividad investigadora. Hay un efecto indirecto: la I+D empresarial está asociada a la universitaria. Y, lo que es más importante, parece que la segunda causa la primera y no viceversa, es decir, que la realización de I+D universitaria induce a la realización de I+D empresarial.

En el camino, el autor también contrastó una serie de hipótesis que era plausible plantearse:

- Las patentes derivadas de la investigación financiada por universidades y empresas son el producto directo de dicha investigación, y no un efecto desbordamiento.
- Los centros públicos de investigación son diferentes de las universidades, así que su I+D debe de tener distinto coeficiente.
- La financiación empresarial indica mayor vínculo universidad-empresa, por lo que los efectos desbordamiento serán mayores.

Ninguna de las hipótesis resultaba significativa, por lo que podían rechazarse.

Posteriormente, Acs et al. (1991) estiman de nuevo el modelo utilizando, en sustitución de las patentes, la medida de innovación ya empleada por Acs y Audretsch (1990) en el caso de las empresas, es decir, el número de innovaciones. Como disponen de datos para un solo año, para poder comparar, comprueban que los resultados de Jaffe siguen siendo válidos aun para un año. Así, con su estimación obtienen que el número de innovaciones por dólar de investigación universitaria es mayor en mecánica y menor en química. El valor de la innovación por patente es mayor en electrónica y menor en química. Respecto al modelo de Jaffe (1989), encuentran dos importantes diferencias:

- La elasticidad de la investigación universitaria se duplica: los efectos desbordamiento son mayores.
- El impacto de la localización geográfica es mucho mayor. La explicación estriba en que áreas como electrónica pertenecen a un régimen tecnológico de tipo "empresarial", en el que las innovaciones tienden a generarse desde la investigación básica y fuera de la industria; mientras que otras como la mecánica, siguen un régimen de tipo "rutinario", en el que las innovaciones tienen lugar dentro de los laboratorios industriales. Por otro lado, las innovaciones no suelen provenir de patentes en sectores como electrónica.

Luego la sustitución de las patentes por la medida de innovación refuerza los argumentos de Jaffe (1989). Da mayor soporte a que la coincidencia geográfica de universidades y empresa facilita los efectos desbordamiento. Los resultados para sectores específicos pueden venir influidos por el régimen tecnológico, siendo mayores en sectores donde la tecnología es fuertemente dependiente de la ciencia (electrónica, biotecnología, etc.)

García Quevedo (2002) ha trasladado este tipo de análisis al contexto español, estimando una función de producción de patentes, en la que el número promedio (entre 1994 y 1996) de solicitudes de patentes de una provincia depende de los gastos en innovación de las empresas, el personal investigador universitario y el personal de los centros tecnológicos. Mediante una serie de estimaciones por MCO, con un máximo de 50 observaciones, el autor encuentra que el personal investigador universitario es la única variable sin poder explicativo, significativo, sobre el número de patentes. Lo atribuye a la escasa valoración de las universidades por parte de las empresas, la escasez de sectores de base científica (véase apartado 2.4.4.E) y la limitada vinculación entre universidades y empresas españolas.

2.4.3.D) Tasa de rendimiento de la investigación académica y desfases de aplicación comercial

Como planteamiento alternativo al de los modelos anteriores, una forma de calcular la rentabilidad social de la investigación académica es la prolongación de los trabajos de la sección 2.3.3.B) que propuso Mansfield (1991). Su objetivo era determinar: a) el grado en que las innovaciones tecnológicas de diversos sectores se han basado en la

investigación académica reciente[11]; b) los desfases temporales entre la investigación académica y el uso industrial de sus descubrimientos; c) la tasa de retorno de la investigación académica.

Hizo una encuesta en 76 empresas estadounidenses (de 7 sectores industriales) y preguntó cuántas innovaciones no se habrían desarrollado (sin un retraso sustancial) en ausencia de investigación académica y cuántas se habían desarrollado con una ayuda sustancial de la investigación académica: el porcentaje en el primer caso era de 11% y 9% (3% y 1% sobre las ventas) para innovaciones de producto y de proceso, respectivamente; y de 8% y 6% (2,1% y 1,6% sobre las ventas) en el segundo. También se preguntaba en qué momento se introdujeron las innovaciones y se obtuvo un desfase medio de 7 y 6 años, respectivamente, desde que se produjo el descubrimiento. Mediante un modelo econométrico que situaba el desfase en función de las ventas**,** se venía a demostrar que el desfase es mayor en las empresas más grandes.

Por último, se estimó la tasa de retorno de la investigación académica: el autor asumía que las innovaciones tenían lugar 7 años después de la investigación y que daban lugar a beneficios sociales durante 7 años (lo que implicaba el supuesto de que, en ese tiempo las empresas habrían generado la innovación por sí mismas, empezando a obtener beneficio en el año 8). El modelo teórico planteado era el siguiente:

$$X\left[\frac{1}{(1+i)^{7}}+\frac{1}{(1+i)^{8}}+...+\frac{1}{(1+i)^{14}}\right]=C \qquad (7)$$

C es la I+D universitaria, *X* el beneficio anual que genera, *i* la tasa de rendimiento que se pretende estimar. El autor aproximó la primera variable mediante la investigación académica mundial durante 1975-78 y la segunda mediante los resultados de la encuesta, obteniendo datos para el período 1982-85, calculados gracias a supuestos adicionales que le permitieron repartir a partes iguales los resultados de 1985 y sometiendo el dato así obtenido a diversos ajustes. La estimación que se obtuvo era una tasa de retorno del 28% con todas las correcciones, del 23% si se excluían ajustes por las innovaciones sólo parcialmente ayudadas, del 10% si se excluían ajustes por beneficios para los usuarios y del 5% si se excluían ambos ajustes.

Mansfield (1998) actualiza el estudio haciendo una nueva encuesta a 70 empresas. No llega a recalcular una tasa de rendimiento pero obtiene nuevos datos sobre el origen académico de las innovaciones. Así, encuentra que un 15% de nuevos productos y un 11% de nuevos procesos no se habrían desarrollado (sin un retraso sustancial) en la ausencia de investigación académica (5% de las ventas en ambos casos). Todos los cálculos apuntan a un incremento del valor del vínculo entre la investigación académica y la innovación empresarial. Asimismo, el autor sugiere que el desfase temporal se acorta a 6 años.

Aunque el planteamiento es aceptable, los datos usados vuelven el cálculo bastante burdo, como el mismo Mansfield reconoce. Para él, sin embargo, se pone en evidencia que la contribución de la investigación académica a la innovación industrial es considerable, particularmente para algunos de los sectores estudiados. Sin investigación académica, los beneficios sociales se habrían reducido. Atribuye los cambios observados en el segundo estudio a la cada vez mayor orientación del trabajo académico

[11] Por reciente, entiende que lo es la que tiene hasta quince años de antigüedad, supuesto que, según otros estudios, le parece cauteloso.

hacia objetivos más aplicados y a corto plazo y a los esfuerzos de las universidades por trabajar más estrechamente con las empresas.

De una encuesta a 2300 empresas (Beise y Stahl, 1998), se extrae que menos de un décimo de las empresas innovadoras de productos o procesos introdujeron innovaciones entre 1993 y 1995 que no podrían haberse desarrollado sin investigación pública. Estos nuevos productos representan el 5% del total de ventas por nuevos productos. Las universidades son citadas por las empresas con innovaciones apoyadas públicamente como la fuente más importante, aunque los laboratorios financiados públicamente reciben casi el mismo número de citas. Los laboratorios científicos grandes son casi invisibles, lo que sugiere que su transferencia de tecnología a las empresas todavía carece de efectividad. Las empresas también tienden a citar instituciones de investigación que están localizadas cerca de la empresa. Pero al contrario de la opinión ampliamente extendida de que la proximidad a las instituciones de investigación pública promueve la colaboración entre empresas e investigación pública y aumenta la magnitud de los efectos desbordamiento del conocimiento recibidos, no se encuentra una probabilidad mayor de que las innovaciones apoyadas públicamente de las empresas en Alemania estén localizadas cerca de las universidades o politécnicas. Sin embargo, las propias actividades de I+D de las empresas apoyan en su lugar la habilidad de absorber los descubrimientos de la investigación pública y convertirlos en innovaciones. Adicionalmente, las empresas con una alta intensidad de I+D citan institutos de investigación públicos más frecuentemente que las empresas menos intensivas en I+D, lo que sugiere que en Alemania la alta tecnología no depende de la co-localización de la investigación pública y privada.

2.4.3.E) La economía de la ciencia: productividad científica institucional

Si bien los anteriores estudios de esta sección hacen referencia al impacto de la investigación universitaria fuera de sus fronteras organizativas, sólo a partir de tiempos recientes la economía se ha ocupado del estudio del comportamiento de las universidades dentro de esas fronteras. Sin embargo, haciendo eco del creciente papel de las universidades en el desarrollo económico, así como de la importancia del contexto institucional sobre las decisiones individuales, algunos estudios sobre la productividad científica han empezado a tratar las universidades como unidades de observación, en vez de los individuos.

Así, Adams y Griliches (1996) usaron una muestra de entre 16 y 41 facultades estadounidenses (dependiendo de la disciplina científica, aunque todas ellas dentro de 30 universidades) y nueve años (1981-89) para estimar el número de publicaciones y de citas en función del gasto en I+D de años anteriores. Encontraron evidencia de rendimientos decrecientes a escala para cada disciplina y, sin embargo, rendimientos constantes a escala agregada. Dan dos posibles explicaciones: que los errores sean más importantes a escala individual o que existen efectos desbordamiento de la investigación que sólo se puede captar a escala agregada.

Otros resultados son los siguientes:

- La distinción entre gastos de I+D financiados por fondos federales (del gobierno supraestatal) y no federales (del gobierno estatal, de empresas o de fundaciones) muestra que el efecto de la financiación federal es similar al del total de gasto en I+D, mientras que el efecto de la financiación no federal varía ampliamente entre disciplinas.

- La estratificación de la muestra entre universidades públicas y privadas muestra que la elasticidad de la producción científica respecto al gasto en I+D es mayor en las segundas.
- Al añadir a la estimación de la producción científica el número de estudiantes graduados, y estimar simultáneamente la producción de estos estudiantes, igualmente en función del gasto en I+D de años anteriores, se descubre que el gasto de I+D no sólo tiene un efecto directo sobre la producción científica sino también un efecto indirecto a través de la producción de estudiantes graduados.

Este tipo de estudios ha tenido especial eco en el análisis de la producción de patentes de las universidades, de lo que damos cuenta en el apartado 4.2.2.C).

2.4.4. Las ideas de la economía (II): la concepción heterodoxa, o la crítica al enfoque lineal

Los análisis conceptuales que han ganado cierta aceptación desde principios de la década de 1980 han pasado a considerar la relación entre ciencia e innovación selectiva, dinámica, compleja, interactiva, retroactiva, indirecta para la ciencia privada y dependiente del contexto, si bien todavía directa para la ciencia pública. Todo ello ha venido a cuestionar también los modelos del empuje de la ciencia y del tirón del mercado y, por tanto, la perspectiva lineal en general. Vamos a ver en los siguientes apartados cómo se ha configurado el pensamiento sobre cada uno de los rasgos mencionados.

2.4.4.A) Una relación selectiva y dinámica

El modelo del empuje de la ciencia considera la innovación como el resultado de una decisión de inversión en la ciencia en general, e independiente de un momento en el tiempo a otro. Así, predice resultados no confirmados por la evidencia empírica, como que toda la ciencia se convierte en innovación o que se maximizará de forma racional la utilidad esperada de la inversión.

Frente a ello, Nelson y Winter (1982) proponen interpretar la innovación como un proceso evolutivo, en el que a partir de un estado de la naturaleza dado, en el que existen y se reproducen un cierto número de individuos, se producen mutaciones que diversifican los tipos de individuos, desencadenando mecanismos de selección que conducen a la supervivencia de los individuos más aptos. Se trata de una traslación del modelo interpretativo desde el campo de la biología al de la economía, según el cual el estado inicial, las mutaciones y la selección se asimilan a las formas tecnológicas y organizativas, la ciencia y la competición de mercado.

Según este enfoque, llamado evolucionista, la ciencia sería un mecanismo de diversificación que produciría mutaciones o nuevas posibilidades tecnológicas, algunas de las cuales serían seleccionadas por mecanismos de mercado hasta convertirse en innovaciones. Esto quiere decir que, por un lado, habrá partes de la ciencia que no se transformen en innovaciones. La ciencia más bien configura un espacio de búsqueda en el que los individuos pueden invertir parceladamente.

De ese modo, la inversión en ciencia está sujeta a incertidumbres que dificultan la utilización de criterios de optimización independientes de un período a otro. Por el contrario, resulta más plausible aplicar reglas operativas en un primer momento que supongan incurrir en menores costes de cálculo, e ir variando período a período en función de las decisiones pasadas. Esto introduce una inercia en la inversión en ciencia que configura una trayectoria de inversión en ciencia dependiente del tiempo.

El argumento es extensible a otros ámbitos en los que la innovación debe afrontar la incertidumbre, y Nelson y Winter (1982) lo conceptúan con el nombre de "rutinas innovadoras". La presencia de estas rutinas acota la racionalidad de las decisiones y puede conducir a decisiones por debajo del óptimo potencial, especialmente las que impliquen cambios más drásticos, por ejemplo, adoptar nuevos descubrimientos científicos, porque implican que las organizaciones están más preparadas para continuar que para adaptarse al cambio[12].

2.4.4.B) Una relación compleja

La concepción lineal de la innovación presenta ésta como el resultado de una sola fuente, la ciencia o, alternativamente, el mercado, y de un solo tipo de conocimiento, el codificado, o información. En cambio, los estudios más recientes consideran que el fenómeno es más complejo, puesto que puede provenir de múltiples fuentes (la ciencia, el mercado, el interior de la empresa, etc.) y de los dos tipos de conocimiento, codificado y tácito.

Como ya hemos visto, Schmookler (1962) presentó una alternativa a la ciencia, los usuarios, como fuente de la innovación, pero de hecho lo que venía a decir es que bastaba la segunda para explicar el fenómeno. Freeman (1975), al estudiar varios casos de innovaciones, también le concedió más importancia, ya que comprobó que la mayoría de innovaciones exitosas se habían basado en los usuarios mientras que la mayoría de innovaciones no exitosas lo habían hecho en la ciencia. No obstante, también apreció que algunas innovaciones exitosas partían de otras no exitosas, por lo que de alguna manera la ciencia podía tener un carácter complementario del mercado y no tendrían que verse como fuentes excluyentes de la innovación.

Ambas fuentes eran exógenas a los procesos productivos de la empresa. Sin embargo, Rosenberg (1982), basándose en estudios de caso y encuestas, recalcó la relevancia de fuentes internas de la innovación, más vinculadas a los procesos productivos, como las actividades de diseño, la ingeniería de producción, el lanzamiento de fabricación, la comercialización experimental, etc. Todas ellas son actividades en contacto directo con la tecnología que utiliza la empresa, permiten que los individuos que las realizan "aprendan haciendo" o "aprendan usando" y ese aprendizaje, por prueba y error más que siguiendo el método científico o las señales de los inversores, incide positivamente en la introducción de mejoras y novedades de la tecnología.

El autor nunca presenta estas fuentes internas como excluyentes de la ciencia y el mercado, sino que las ve también complementarias, si bien matiza que en el caso de la ciencia, lo general es que las empresas sólo recurran a ella cuando no bastan los conocimientos existentes, frente a la visión de que la aparición de oportunidades científicas generará innovaciones per se.

---

[12] Véase Pavitt (2000a) para una mayor dotación de contenido al concepto de "rutinas innovadoras", entre las que distingue rutinas para hacer frente a la creciente especialización del conocimiento (coordinación laxa o estrecha, diversificación y centralización de las actividades tecnológicas, coordinación externa y alianzas estratégicas, recurso a la investigación universitaria), rutinas para hacer frente a la creciente complejidad de la tecnología (desarrollar una gestión "formal" o apreciativa, hasta qué punto mantener el desarrollo tecnológico alejado del conocimiento científico, conocer e incorporar las TIC) y rutinas para hacer frente a la co-evolución de la innovación tecnológica y organizativa (emparejar tecnologías específicas con prácticas organizativas específicas, escoger entre competencias tecnológicas clave y periféricas, adoptar prácticas organizativas a las tecnologías revolucionarias)

Por otro lado, incorporando las ideas de la sociología de la ciencia, Nelson y Winter (1982) afirman que los resultados de la ciencia contienen un componente de conocimiento explícito, o información, que es codificable en forma de axiomas, etc., y otro componente de conocimiento tácito, incorporado a las personas, complejo y difícil de codificar. Se puede esperar que el componente explícito sea más difícil de apropiar, pero el alcance de los efectos desbordamiento estará condicionado por el componente tácito, en contraste con lo que predecía la visión tradicional (véase la sección 2.3.3.A). Esta idea tiene consecuencias sobre la interpretación de los siguientes apartados.

Patel y Pavitt (1997) explican que la dualidad de componentes del conocimiento, unida a la diversidad de sus fuentes, convierte la tecnología en un objeto complejo de aprehender. Por eso la ciencia, o creación y aplicación de conocimiento, tiene algo distinto que ofrecer a la tecnología del resto de fuentes de la innovación: mientras que la primera proporciona conocimiento codificado, las otras proporcionan un mayor grado de conocimiento tácito, a través del aprendizaje, más cercano a los procesos y productos de la empresa. Para los autores esto se manifiesta en que, como muestra la evidencia empírica, es difícil transferir e imitar tecnología, de nuevo frente a la visión tradicional, y en que la ciencia no encuentra una aplicación inmediata a la tecnología. Por otra parte, también se manifiesta en que el aprendizaje es un fenómeno acumulativo que sitúa a quien aprende primero en mejor posición de seguir aprendiendo, lo que se deriva en la constatación empírica de la estabilidad de los líderes en innovación, tanto al nivel de las empresas como al de los países.

2.4.4.C) Una relación interactiva y retroactiva

Kline y el mismo Rosenberg (1986) avanzan un paso más en la idea de la multiplicidad de fuentes de la innovación y señalan que no sólo se trata de que cada una de las fuentes pueda generar por separado invenciones, sino que a menudo deben interactuar para lograrlo. “Interactuar” significa poner en juego elementos comunicativos y organizativos que generan conocimiento tácito y propician que la transmisión de conocimiento sea más compleja de lo que la concebía el enfoque lineal, y más dependiente de la propia gestión empresarial que de la existencia de fuentes externas. En palabras de Senker y Faulkner (1992), “la interacción entre los agentes en el proceso de innovación se deriva de la necesidad de conocimiento y técnicas en diferentes esferas.”

Lo que es más, tal como siguen Kline y Rosenberg (1986), la interacción puede proceder de que una vez se ha avanzado un paso en el proceso de innovación, se genere nuevo conocimiento que obligue a volver atrás, es decir, puede proceder de la retroalimentación. Así, la ciencia puede proporcionar invenciones que sean mejoradas por las actividades de aprendizaje y que requieran de nuevo de la ciencia para llegar a explotar su potencial. Estas actividades pueden incluso abrir nuevos caminos a la ciencia, invirtiendo la relación de causalidad tradicional de la ciencia a la innovación a otra que vaya de la innovación a la ciencia. Extendiendo el argumento a los procesos de difusión de innovaciones, también se aprecia la existencia de casos de retroalimentación desde la difusión hacia la innovación o hacia la invención.

Los autores plantean el modelo de “enlaces en cadena”, esquematizado en la Figura 1, para captar todas estas relaciones. La importancia del aspecto comunicativo-organizativo sirve también para matizar la forma en que se generan invenciones desde los ámbitos externos a la empresa, de la ciencia y el mercado, que pasan por el entendimiento mutuo con los usuarios y los proveedores (Lundvall, 1985) y por la influencia de los clientes principales (von Hippel, 1988).

Figura 1. El modelo de enlaces en cadena

Fuente: Kline y Rosenberg (1986).

Esta concepción interactiva del proceso de innovación pone el acento en que quien innova es la empresa y tiene consecuencias sobre la concepción de la ciencia ya que la diferencia entre investigación básica e investigación aplicada se diluye, debido a que también se percibe retroalimentación mutua. La principal diferencia con el enfoque lineal, pues, es que ahora no hay ni primacía de la ciencia ni tan clara separación de fases.

De hecho, Rosenberg (1992) insiste en la idea de que la ciencia y la tecnología están cada vez más entrelazadas. Aunque hay ejemplos tempranos de descubrimientos científicos que han conducido a avances tecnológicos (como el descubrimiento de la presión atmosférica, que dio lugar a la máquina de vapor), el autor no lo encuentra el caso más típico. Lo que ocurre es que después de 1860, aproximadamente, la ciencia comenzó a jugar un papel más importante. La química fue la primera ciencia que produjo nuevas técnicas industriales de forma sostenida y nuevos materiales y productos. Una vez la física se convirtió en una ciencia aplicada, nacieron la electricidad y las TIC. Con el paso del tiempo, la ciencia ha crecido en importancia para la innovación y eso ha oscurecido la importancia más general de otras fuentes.

Brooks (1994) insiste en la idea de que también la tecnología contribuye a la ciencia, de dos formas: creando tanto nuevos problemas como nueva instrumentación para la ciencia. La tecnología es frecuentemente una fuente fértil de nuevas cuestiones científicas y por tanto ayuda a justificar la asignación de los recursos necesarios para solventar esas cuestiones. La tecnología es también una fuente de instrumentación de la que no se podría disponer de otro modo, necesaria para plantearse cuestiones científicas nuevas y más difíciles de forma más eficiente.

Todas estas aportaciones han servido para que Rosenberg (1994) haya afirmado que “el modelo lineal está muerto”. Además, explica que la evidencia histórica sugiere que muchos de los avances espectaculares de la investigación básica están íntimamente ligados con (y a menudo potenciados por) avances en los métodos y técnicas que están

al alcance de los científicos. La instrumentación física juega un papel importante para relajar las limitaciones naturales de la cognición humana, como la visualización de fenómenos o la manipulación de estructuras naturales.

No obstante, algunos autores todavía consideran válido el modelo lineal en función del contexto, como comentamos en el apartado 2.4.4.E).

2.4.4.D) Una relación indirecta (para la ciencia privada)

Si la presencia de un componente tácito en el conocimiento ponía en cuestión la amplitud de sus efectos desbordamiento, Cohen y Levinthal (1989, 1990) ponen de manifiesto un segundo factor que los condiciona: la capacidad de absorción de las empresas, que definen como la habilidad que éstas tienen para reconocer nueva información, asimilarla y aplicarla con fines comerciales. Es, dicho de otro modo, su habilidad para expandir sus fronteras de conocimiento más allá de sus fronteras de producción, de forma que potencien sus esfuerzos internos por innovar.

La idea que encierra el concepto de capacidad de absorción es que las empresas no hacen I+D sólo para incorporar sus resultados de forma directa en su esfera productiva sino también para estar en mejor posición de adaptar la I+D de fuentes externas y, al hacerlo, transformarla igualmente en resultados comerciales. De ahí se desprende que el proceso de absorber conocimientos del exterior es costoso, puesto que requiere una inversión en capacidad de aprendizaje interno, no como se desprendía del enfoque lineal.

Rosenberg (1990) usa un argumento muy similar para explicar por qué las grandes empresas, a pesar de sus dificultades para proteger sus resultados, financian su propia investigación fundamental. Para apropiarse de los resultados de la investigación académica, incluso cuando están codificados, se ha de “conocer el código”. La investigación fundamental de una empresa hace posible trasladar el conocimiento producido por la investigación académica en términos que sean utilizables por la investigación interna. Su papel es más el de actuar como una interfaz, para potenciar la capacidad de absorción, que el de producir conocimiento original.

2.4.4.E) Una relación dependiente del contexto

Además de la dependencia del tiempo que implica el enfoque evolucionista, la relación entre ciencia e innovación depende de hasta otros tres factores contextuales, que reseñamos a continuación.

En primer lugar, es dependiente de la estrategia de la empresa. El ya citado estudio de Freeman (1975) distinguía seis tipos: la estrategia ofensiva de las empresas líderes en tecnología, que realizan los mayores gastos en I+D; la estrategia defensiva de las empresas que se siguen las pautas de los líderes y realizan un menor gasto de I+D, típica de oligopolios; la estrategia imitativa de las empresas que, básicamente, adoptan maquinaria; la estrategia dependiente de las empresas que sólo innovan a raíz de las necesidades de mercado; la estrategia tradicional de las empresas que no innovan y se dirigen a nichos de mercado consolidados; y la estrategia oportunista de las empresas que invierten en I+D y de forma no sistemática.

En segundo lugar, la relación entre ciencia e innovación es dependiente del sector económico. Las diferencias que ya habían encontrado los estudios econométricos (apartados 2.3.4.B) y 2.4.3) encuentran una sistematización teórica en la taxonomía de Pavitt (1984). El autor distingue las diferente pautas de innovación de los sectores económicos, que clasifica en tres grandes grupos: sectores dominados por los

proveedores, o sectores tradicionales (textiles, madera, papel, impresión), en los que las fuentes principales de tecnología son los proveedores de equipo y materiales, aunque en algunos casos también contribuyan los clientes principales y los servicios exteriores de investigación financiados públicamente; los sectores intensivos en producción[13], entre los que se distinguen los intensivos en escala (p. ej. alimentos, metalurgia, automóviles), en los que las fuentes principales de tecnología son la ingeniería de producción y los proveedores, y los sectores de proveedores especializados (p. ej. maquinaria e instrumental), que abastecen a los anteriores, en los que las fuentes principales de tecnología son la ingeniería de producción y sus usuarios; y los sectores basados en la ciencia, como la electrónica, la electricidad y la química, en los que las fuentes principales de tecnología son la I+D pública y privada. Aunque todos los sectores son susceptibles de recibir algún influjo de la ciencia, sólo en este último grupo la ciencia adquiere un papel habitual. En estos sectores dependientes de la ciencia, el modelo lineal, y en concreto el del empuje de la ciencia, parece explicar todavía el proceso de innovación (Vandendorpe, 1997).[14]

En tercer lugar, la relación entre ciencia e innovación es dependiente del ámbito geográfico, definido por un marco institucional concreto. Edquist (1997) recoge las diferentes aproximaciones al concepto de "instituciones" en dos grandes grupos, a los que se puede hacer referencia simultáneamente: por un lado, se trata de organizaciones como empresas, gobiernos, universidades y CPI, etc. Por otro lado, se trata de "cosas que imprimen carácter" como el marco legal, la cultura, la religión, etc. Por ello se entra en un terreno en el que la economía de la innovación bebe de las aportaciones de la sociología de la ciencia (apartado 2.4.2) y que merece un apartado aparte, como el siguiente.

2.4.5. Economía y sociología de la mano: el papel de las instituciones en la producción de conocimiento

La economía de la innovación ha comenzado recientemente una fase en la que se ha desplazado el estudio de la producción de conocimiento desde el punto de vista del individuo aislado al del marco más amplio de su interacción con otros agentes económicos y sociales. Diversos enfoques se han encargado de ello: los sistemas de innovación, las redes tecnoeconómicas, el modo 2 de producción del conocimiento, la triple hélice y la economía (sociedad) del conocimiento (aprendizaje). De todos ellos damos cuenta en los siguientes apartados.

---

[13] El término "sectores intensivos en producción" hace referencia a que son industrias caracterizadas por la creciente división del trabajo y la simplificación de las tareas de producción, resultado del aumento del tamaño del mercado y causa de una sustitución de trabajo por capital que permite reducir los costes de producción. Es decir, industrias caracterizadas por la mejora de la capacidad para explotar las economías de escala. A continuación, los términos "intensivos en escala" y "proveedores especializados" hacen referencia a industrias que producen a escala grande y pequeña, respectivamente.

[14] Molero y Buesa (1996) enlazan con esta tradición al confeccionar una tipología a partir de una muestra de 582 empresas innovadoras de Madrid. Definen siete categorías de tales empresas en función de su tamaño y su propensión a exportar, variables que encuentran relacionadas positivamente con sus resultados de innovación, no relacionadas con su grado de autonomía tecnológica y algo relacionadas con ciertos comportamientos de innovación (fuentes de la tecnología, medios de apropiación, tipos de I+D) y con el sector económico. Destacan por tanto la necesidad de abordar el fenómeno de la innovación desde la idea de la diversidad, máxime teniendo en cuenta la presencia de excepciones a las anteriores relaciones. Más adelante, Molero (1998) amplía la muestra a 814 empresas innovadoras de toda España y analiza los determinantes de sus patrones de internacionalización comercial y tecnológica.

2.4.5.A) Los sistemas de innovación

Freeman (1987) y Lundvall (1988) introdujeron el concepto de "sistemas nacionales de innovación". El primero lo define como "la red de instituciones de los sectores público y privado cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías." Lo hace casualmente, al tratar cómo en el caso japonés se ha obtenido altas tasas de innovación a partir de un esfuerzo comparativamente moderado de inversión en tecnología, gracias a la rápida circulación de conocimiento promovida por las instituciones.

Lundvall (1988) lo define como "todas las partes y aspectos de la estructura económica y la base institucional que afectan el aprendizaje, así como la búsqueda y la exploración -el sistema de producción, el sistema de mercado y el sistema financiero se presentan en sí mismos como subsistemas en que el aprendizaje tiene lugar." Más preocupado por dotar de contenido a la definición, detalla que la necesidad de introducir el concepto deviene de que el paradigma clásico de oferta y demanda, es decir, las fuerzas de mercado, no basta para determinar la tasa y dirección del proceso de innovación. Haciendo suyo el lenguaje evolucionista, el autor reclama considerar un sistema de referencia adicional al mercado que contemple la variedad emergente de la interacción entre productores y consumidores y el entorno de selección que procura un marco legal e institucional concreto, y propone la noción de "sistema nacional de innovación" como referencia. Asimismo, recomienda no considerarlo como un sistema cerrado, ya que "el grado y la forma específicos de apertura determina la dinámica de cada sistema nacional de innovación".

Lundvall (1992) y Nelson (1993) han contribuido a popularizar el concepto compilando estudios empíricos, descriptivos de las distintas partes que compondrían un sistema nacional de innovación, en los casos escandinavo y estadounidense, respectivamente. Las dos obras acentúan la idea de que el grado de innovación de un país y, por tanto, su crecimiento potencial, dependen del desarrollo de un sistema equilibrado de producción y distribución de conocimiento. Este tipo de estudios se ha replicado frecuentemente en numerosos países, a menudo a instancias de las administraciones públicas.[15]

Edquist (1997) ha proporcionado un soporte adicional al enfoque de sistemas, al vincularlo a los discursos evolucionista e interactivo de la innovación, a los que aporta el papel de las instituciones, y al exponer sus ventajas y limitaciones. Entre las primeras, se cuenta recalcar la centralidad de la innovación y el aprendizaje en la economía, la amplitud y multidisciplinariedad que incluye no sólo factores económicos, la perspectiva histórica, la heterogeneidad de casos y la inexistencia de decisiones óptimas, la interdependencia y la no-linealidad de los procesos de innovación, la co-evolución de innovaciones tecnológicas y organizativas y la centralidad de las instituciones. Entre las desventajas figura la dispersión conceptual derivada de las diferentes definiciones utilizadas por los autores y los límites borrosos de lo que es un sistema, así como que se trata de un marco conceptual, no de una teoría formal.

[15] Fernández y Conesa (1996) realizan el primer trabajo de este tipo en el caso español, que aporta como novedades una especial atención a la distinción de un entorno tecnológico (frente a los más habituales entornos científico, productivo y financiero), compuesto por institutos tecnológicos y empresas de bienes de equipo y de servicios avanzados, y a considerar la presencia de "estructuras de interfaz" que sirven de puente entre los entornos, como por ejemplo las OTRI en el caso de universidades y empresas.

El reconocimiento de estas limitaciones ha servido para que el enfoque de sistemas se traslade a otras dimensiones, tanto igualmente geográficas (los sistemas regionales de innovación, por ejemplo véase Cooke, 1992) como sectoriales (los sistemas sectoriales de innovación, por ejemplo véase Breschi y Malerba, 1997).

2.4.5.B) Las redes tecnoeconómicas

Al igual que las citas incluidas en las patentes, las citas de las publicaciones han dado lugar a un amplio número de estudios. Callon (1991) las ha utilizado para medir la existencia de interconexiones entre los agentes que ha acabado llamando "redes socioeconómicas" (Callon, 1994). Para él, la distinción entre bien público y bien privado no está clara y encuentra más condicionantes de los efectos desbordamiento del conocimiento el hecho de que se genere en redes "locales" o "extensas", en función del número de agentes entre los que circule ese conocimiento.

Además, Callon sugirió que el apoyo público a la investigación académica se puede justificar porque permite que se mantenga un grado necesario de variedad y flexibilidad y no porque la ciencia sea un bien público. El mercado, en cambio, tiende a agotar las fuentes de variedad existentes, lo que conduce a la irreversibilidad y a que la sociedad se encierre en opciones tecnológicas concretas. El gobierno puede romper este ciclo, crear nuevas opciones y contrarrestar estas tendencias del mercado a dejar exhausto el stock existente de ideas y relaciones. A través de la financiación pública, es posible crear nuevos enfoques para dirigirse y resolver problemas técnicos, incrementando la variedad de opciones científicas disponibles para las empresas.

2.4.5.C) El modo 2 de producción del conocimiento

La combinación de la globalización, la masificación de la investigación y de la enseñanza y la revolución de las TIC ha provocado un cambio en la forma de producir conocimiento, o lo que Gibbons et al. (1994) llaman el paso del modo 1 al modo 2 de la producción de conocimiento. Mientras que el primero opera en un contexto unidisciplinar o multidisciplinar, jerárquico, homogéneo y estable, el último lo hace en un contexto transdisciplinar, no jerárquico, heterogéneo y transitorio.

El enfoque del modo 2 de producción del conocimiento proporciona consideraciones interesantes sobre la necesidad de apoyo público a la investigación de las universidades, como juzgar que tanto otros centros públicos de investigación como las empresas se vuelven más importantes en el proceso de producción de conocimiento y que, aunque las universidades continúan produciendo capital humano de calidad, ya no gozan de una posición privilegiada en dicho proceso.

En cambio, el enfoque del modo 2 subraya los beneficios sociales derivados de las relaciones entre las universidades y las empresas, que incrementan la relevancia de la investigación científica.

2.4.5.D) La triple hélice

Etzkowitz y Leydesdorff (1996) consideran que las actividades emprendedoras de las universidades son el reflejo de haber adoptado la meta del desarrollo económico entre sus misiones, ya que esas actividades contribuyen a impulsar la economía regional y nacional y permiten obtener ventajas financieras para los profesores.

Los dos autores presentan un enfoque que capta la producción de conocimiento entre tres actores (universidades, gobierno y empresas), que llaman modelo de la "triple hélice." Su rasgo distintivo es que no concede un protagonismo principal a ninguno de

los actores, considerados como hélices de una misma cadena (con la imagen metafórica de una cadena de DNA como punto de partida), sino al solapamiento de comunicaciones, redes y organizaciones que se genera entre ellos. Este solapamiento de relaciones da lugar a "subdinámicas reflexivas de intenciones, estrategias y proyectos que crean valor añadido al reorganizar y armonizar continuamente la infraestructura subyacente" de forma que se alcanza al menos una aproximación a las metas iniciales.

La capacidad de control de estas subdinámicas es relativa, lo que no significa que el gobierno deje de tener un papel, sino que debe intervenir para promover la variedad de oportunidades y sincronizarse con las otras dos hélices, la universidad y las empresas. A su vez, la universidad adquiere tanta importancia como las otras hélices, al depender la innovación también de las relaciones que genere con ellas. Luego los autores recomiendan una "elaboración deliberada" de relaciones entre las universidades y las otras hélices.

Etzkowitz y Leydesdorff (2000) comparan su modelo de la triple hélice con otras concepciones sobre la producción de conocimiento. En primer lugar, frente a otros posibles modos de relación entre universidad, empresa y estado, la triple hélice no concede la primacía al estado, como los autores estiman que hiciera el triángulo de Sábato (véase sección 2.4.2)[16], ni a una política de *laissez faire*. Para ellos, la triple hélice "genera un una infraestructura de conocimiento en términos de esferas institucionales que se solapan, cada una adoptando el papel de la otra y con organizaciones híbridas que emergen en las interfaces" (p. 111) y la identifican con lo que predomina actualmente en la mayoría de países y regiones. Detallan que tal modelo incluye una explicación de las dinámicas de relaciones en términos de inestabilidad y continua reorganización y armonización en diferentes niveles (organizativos, locales, regionales, nacionales y multinacionales) y unidades (mercados, sectores o sistemas) de observación[17].

En este sentido, en segundo lugar, los autores sitúan la triple hélice en la línea del pensamiento evolucionista y no lineal de la innovación y consideran que el enfoque de sistemas es una forma de interpretar la triple hélice[18]. Respecto al Modo 2, consideran que no es nuevo sino "el formato original de la ciencia antes de su institucionalización académica en el siglo XIX" y que se transformó en el Modo 1 tras los miedos de una excesiva dependencia de la financiación privada, creciente al final del siglo XIX, el auge de la ideología de Merton y del modelo lineal. El retorno al Modo 2 se debe a las necesidades de una distribución más amplia de los fondos públicos de financiación y a la creciente competencia por ellos. De acuerdo con los autores, la justificación futura de la investigación académica depende de reconocer su contribución al desarrollo empresarial y regional, a los objetivos culturales, militares y sanitarios, a la necesidad de multidisciplinariedad y al papel prevaleciente de las universidades en la producción del conocimiento, debido a la combinación de investigación y enseñanza y a sus mayores ventajas derivadas de la experiencia acumulada.

---

[16] Esta interpretación es arriesgada, porque Sábato (1975) se limitaba a afirmar que el estado debía preocuparse por la generación de ciencia y tecnología nacional.

[17] Leydesdorff (2000) formaliza alguna de estas ideas, comparando la dinámica de la interacción entre tres instituciones con la de la co-evolución de tecnologías que compiten, y prueba un modelo mediante simulaciones para mostrar cómo esta dinámica puede conducir a diferentes situaciones reversibles e irreversibles.

[18] En un seminario impartido por B. A. Lundvall, partidario del enfoque de sistemas, el firmante de la tesis tuvo ocasión de escuchar el desacuerdo de aquél respecto a esta alineación, basándose en que la triple hélice pierde de vista el papel primordial de las empresas.

2.4.5.E) La economía/sociedad del conocimiento/del aprendizaje

Empleados los anteriores términos según distintas combinaciones, todos vienen a resaltar que el énfasis sobre el papel del conocimiento en el proceso de innovación y el crecimiento económico ha cobrado incluso más importancia desde la aparición del enfoque de las "economías basadas en el conocimiento" y que se basa en la idea de que la ventaja competitiva de las empresas depende cada vez más de la intensidad de capital intangible, especialmente conocimiento, al mismo tiempo que las TIC experimentan una difusión espectacular (Foray, 2000). Esto último reduce el coste de experimentación de la investigación, por ejemplo en el diseño de productos, las pruebas y el desarrollo y disminuye la importancia de la distancia, si bien no sustituye completamente el contacto cara a cara.

Para la OCDE (2000a), estos cambios aceleran la forma y la rapidez con que se produce, se reconfigura y se disemina el conocimiento. En esa situación las universidades se encuentran bajo una presión constante para adaptar sus sistemas de enseñanza e investigación, ya que deben producir el conocimiento apropiado, capacitar a los estudiantes titulados para afrontar los nuevos requerimientos y enfrentarse a otras fuentes de conocimiento como los centros públicos de investigación y las empresas.

Lundvall (2002) explica que en la economía del aprendizaje la aceleración del cambio tecnológico ha llevado a que el acceso al conocimiento resulte menos importante para las empresas y los individuos que su habilidad para adquirir nuevas competencias, dado que se enfrentan a nuevos tipos de problemas. Para las universidades eso significa no sólo intensificar la formación continua, sino vencer el creciente riesgo de que quede obsoleta.

Lundvall (2002) explica que la economía del aprendizaje es otro marco para considerar que las mayores demandas a la universidad de investigación aplicada y desarrollo despiertan tensiones entre rapidez o profundidad, publicar o interactuar y curiosidad u orientación. Desde esta perspectiva, propone una solución basada en la diferenciación académica, pero no entre universidades de elite y el resto (que no haría más que reforzar tal dicotomía), ni entre especialistas en investigación, enseñanza e interacción (que haría perder las sinergias entre estas actividades), sino entre el tiempo de cada individuo dedicado a una cosa u otra. Esta última opción, la preferida, implicaría que los académicos se turnaran sus funciones a lo largo de su vida profesional. Esta práctica, que el autor detecta entre el personal de algunas empresas, estimula la capacidad de adaptación y la obtención de una visión de conjunto.

Por otro lado, el autor teme que la economía del aprendizaje acentúe la polarización social, en función de la capacidad de aprendizaje de los individuos. Así, plantea que el papel de la universidad debe, en primer lugar, asumir una dimensión ética, a través de una enseñanza que redistribuya esa capacidad de aprendizaje, y que lleve a cabo investigación útil socialmente (no necesariamente para las empresas). Y, en segundo lugar, racionalizar la interacción con empresas, considerando que en algunas disciplinas científicas se producen mayores oportunidades para interactuar que en otras, y que sólo parte de las empresas interactúan con parte de las universidades.

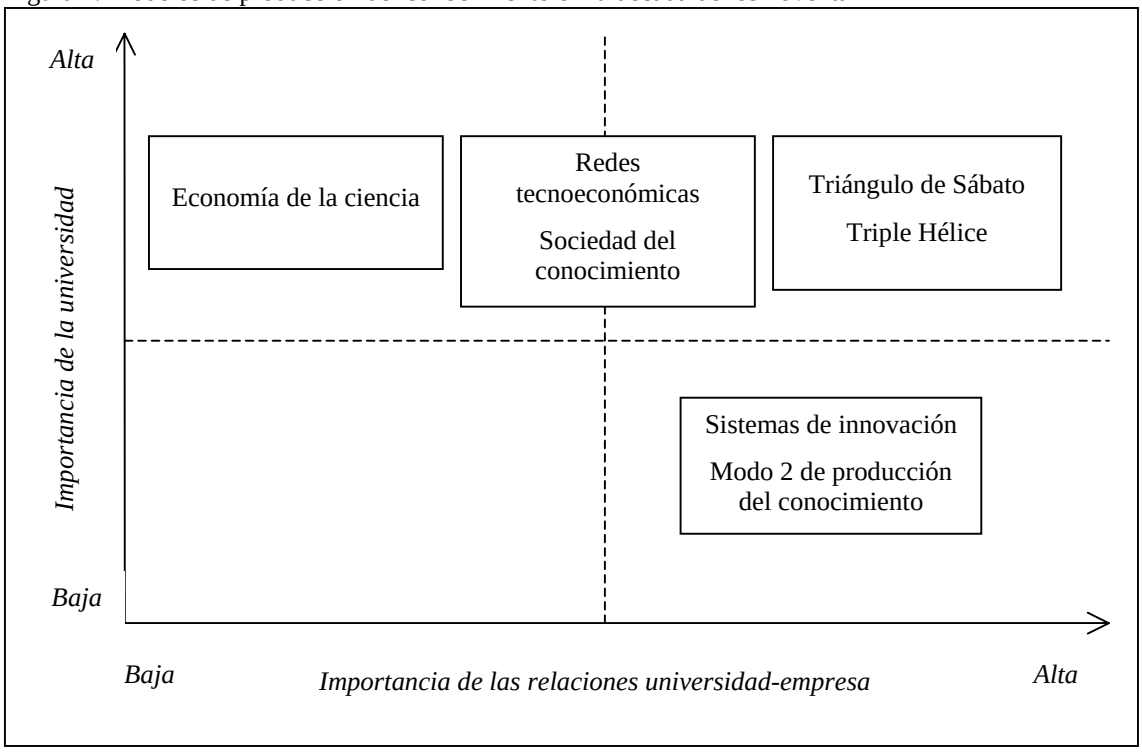
Por último, el autor recomienda el recurso a infraestructuras de apoyo a la innovación, como los institutos tecnológicos, como puente entre las universidades y las empresas, como alternativa a la interacción directa, así como el recurso a la movilidad de personal como clave de la interacción.

2.4.5.F) Una visión de síntesis

Los modelos reseñados sobre producción del conocimiento admiten una comparación en términos de la importancia que otorgan al papel directo de las universidades en la innovación y a la interacción universidad-empresa para incrementar la anterior. Hemos tratado de esquematizarlo en la Figura 2, en la que se puede apreciar lo siguiente:

- En el cuadrante inferior derecho, los enfoques de los sistemas de innovación y el modo 2 de producción del conocimiento dan primacía a la empresa, por lo que las universidades (como el resto de agentes) ganan importancia en función de lo que interactúen con las empresas.
- En el cuadrante superior derecho, el enfoque, anterior a los demás, del triángulo de Sábato, y el de la triple hélice dan una importancia alta a la universidad en el desarrollo económico regional y consideran la interacción con la empresa una forma de valorizar y potenciar esa misión.
- El enfoque de las redes tecnoeconómicas considera la universidad central en la formación de redes y el enfoque de la economía/sociedad del conocimiento/del aprendizaje considera la universidad importante para cubrir las nuevas necesidades de la sociedad. Ninguno de los dos se pronuncia sobre la importancia de la interacción con la empresa, si bien el segundo reconoce sus riesgos. De ahí que lo hayamos situado a la izquierda del grupo anterior.

Figura 2. Modelos de producción del conocimiento en la década de los noventa



Fuente: elaboración propia.

Hasta ahora, todos estos enfoques han dado primacía, dentro del concepto de instituciones, a su dimensión como organizaciones más que a la de las "cosas que imprimen carácter". Existe un enfoque más, el de la economía de la ciencia, que hace hincapié en esta segunda dirección, considera la ciencia pública y la tecnología privada como instituciones per se y, al hacerlo, reinterpreta la relación entre ambas en términos

de su carácter indirecto. Así, critica la interacción universidad-empresa hasta el punto de situarse en el cuadrante superior izquierdo de la Figura 2. Por todas esas razones, lo destacamos en el siguiente apartado.

2.5. Algunas consideraciones críticas sobre el papel difusor del conocimiento de las universidades: la relación indirecta entre ciencia pública e innovación

El enfoque de la economía de la ciencia comparte con los del apartado 2.4.5 el constituirse como una teoría apreciativa sobre producción del conocimiento en las sociedades modernas, así como el conceder importancia al papel de las instituciones. Su mayor diferencia, sin embargo, enfatizar el papel de los incentivos de cada institución, como exponemos en el apartado 2.5.1, lo que le hace aproximarse a sus interacciones en términos más críticos. Las ideas derivadas de esta perspectiva han influido en la revisión de la literatura ortodoxa sobre los beneficios de la investigación académica, como exponemos en el apartado 2.5.2.

2.5.1. La economía de la ciencia y la institución de la ciencia abierta

Dasgupta y David (1994) han tratado de desarrollar una nueva "economía de la ciencia" incorporando la teoría de los agentes y de los contratos óptimos a los argumentos de Merton. Distinguen que la ciencia tiene dos modos de operar, el de la "ciencia abierta" y el de la "ciencia privada", cada uno con su propia lógica de funcionamiento. El primero incrementa la reserva de conocimiento mientras que el segundo hace circular el conocimiento.

La ciencia abierta se basa en un sistema de recompensas a través de la revisión por los pares. Dicho sistema premia la prioridad de un descubrimiento. Para que su descubridor pueda probar la prioridad, debe revelar su descubrimiento. Cuanto antes lo haga, antes obtendrá la prueba. Para revelarlo, necesitar publicarlo, y ello se realiza a través de la validación (el "escepticismo organizado") por parte de sus colegas. Al mismo tiempo, se consigue que el conocimiento se haga alcanzable por una comunidad de científicos más amplia y se convierta así en conocimiento público fiable. De hecho, cuanto más popular devenga más prestigio obtendrá el investigador. Eso proporciona un incentivo para realizar una investigación con mayores efectos desbordamiento.

El análisis de estos autores demuestra que este modo de operar satisface los requerimientos de eficiencia económica en la producción de conocimiento, si bien matizan que la ciencia abierta también puede dar lugar a "carreras de prioridad" en las que no se publique los descubrimientos parciales antes de un gran descubrimiento final para no señalar a otros investigadores el curso de la investigación. Esto significa que puede haber duplicación de esfuerzos y exceso de inversión.

Asimismo, alegan que si para la eficiencia de un sistema conviene la coexistencia de la ciencia abierta y la ciencia privada, también conviene que cada una opere de forma independiente, porque la transferencia de conocimiento de una a otra puede verse perjudicada en caso contrario. Parte de esta ineficiencia al entrar en contacto las dos esferas proviene de la fricción constante entre las instituciones académicas, que desean publicar y asegurar la prioridad, y los espónsores privados, que desean retrasar la publicación de los descubrimientos hasta que se pueda emplear mecanismos apropiados,

como por ejemplo las patentes, para proteger los beneficios económicos de una innovación.[19]

Según el paradigma de la ciencia abierta, a pesar de los enfoques en contra de la naturaleza de bien público de los resultados de la investigación, ésta todavía ser considerada como útil si se la entiende como portadora de información. La revolución de las TIC posibilita una expansión del componente codificado del conocimiento científico. La información puede circular cada vez más libremente entre los agentes, aun separados por grandes distancias geográficas, con un coste de reproducción cercano a cero. Consecuentemente, la política científica debería promover los sistemas de información a través de nuevos accesos a la información, como las librerías electrónicas.

Siguiendo este esquema de análisis, David et al. (1992) plantean que la contribución directa de la investigación básica a la innovación, a través de productos tangibles, es menos relevante de lo que pueda serlo la contribución indirecta, a través de resultados intangibles, como el aumento del stock de conocimientos fundamentales y la facilitación de la investigación aplicada. Para estos autores, la investigación básica se constituye como una actividad de muestreo que explora y acota el espacio de búsqueda de las aplicaciones comerciales del conocimiento, abriendo nuevas posibilidades y descartando otras.[20] Así, se incrementa el ingreso marginal de la investigación aplicada y se permite que el sistema científico y el tecnológico actúen como bienes complementarios. Un ejemplo claro es lo que ocurre en la industria farmacéutica.

Sin embargo, David et al. (1994b) arguyen que si eso es así se debe a que cada sistema cuenta con diferentes instituciones participantes. En cambio, cuando se intenta que ambos coexistan dentro de una misma institución, sólo se consigue que se comporten como bienes sustitutivos. En el caso concreto de las universidades, su compromiso con la investigación comercial provoca conflictos sobre cómo acomodar el sistema de recompensas. Y dichos conflictos hacen que la administración universitaria adquiera una complejidad sujeta a múltiples ineficacias. Por ejemplo, las empresas suelen operar en un contexto multidisciplinar y encuentran problemas para interactuar con las universidades, donde los departamentos suelen operar en un contexto unidisciplinar y a aquéllas les es demasiado difícil que éstos cooperen entre sí. La universidad no es tan flexible como las empresas necesitan.

Los autores argumentan que quizás eso no sea necesariamente malo. El hecho de que la universidad sea una institución que ha sobrevivido tanto tiempo da cuenta de ello. Se sustenta en comunidades autoorganizadas que obedecen ciertas normas de orden y control y producen eficientemente. Resulta difícil esperar introducir presiones externas y que se mantenga esta eficiencia. Las universidades orientan su investigación a largo plazo y es más arriesgada, no pueden anticipar todos los resultados esperados y se acomodan peor a las fechas de entrega y plazos.

La cuestión es, pues, si la universidad es la organización adecuada para transferir y comercializar el conocimiento, no porque esa función no sea compatible con la de crear conocimiento, sino porque no lo es sin un cierto coste, que puede resultar excesivo.

---

[19] Cabe objetar que, si existe un período de gracia (Schmiemann y Durvy, 2001), el retraso no se puede atribuir a las patentes. Además, como exponemos en el Capítulo 4 (especialmente en el apartado 4.4.6), las empresas realizan vigilancia tecnológica a través de las patentes, por lo que no cabe excluir un efecto de señalización como el de las publicaciones.

[20] Los autores lo comparan con una actividad de preparación de minas para su explotación.

2.5.2. La revisión de las ideas ortodoxas sobre los beneficios de la investigación académica

El hecho de que los trabajos sobre la cuantificación de los beneficios de la investigación básica partan de una concepción lineal del proceso de innovación ha motivado que los autores que comparten las críticas a dicho enfoque hayan dedicado atención a su reinterpretación. Por ejemplo, Steinmueller (1994) acepta que la literatura econométrica ha proporcionado buenas herramientas para aproximarse a comprender el papel de la investigación básica, pero advierte que modelos más complejos de producción del conocimiento, especialmente el de la ciencia abierta, pueden completar los aspectos que quedan fuera del anterior.

Salter y Martin (2001) reconocen igualmente que la economía ha llegado a conclusiones interesantes, pero le reprochan basarse en una concepción simplista de los procesos innovadores y tratar únicamente de justificar la razón tradicional del apoyo público a la investigación básica: que la ciencia es un bien público y la inversión de las empresas en ciencia no alcanzaría el óptimo social. Revisando exhaustivamente la bibliografía, los autores muestran que hay bastantes otras formas de contribución de la investigación básica a la innovación, por medios indirectos:

- El incremento de la reserva de conocimientos útiles, y no sólo del conocimiento codificado, que sería el considerado tradicionalmente, sino también el conocimiento tácito, a través de intereses comunes, afiliaciones institucionales y vínculos personales, o de la disminución del coste de exploración de las alternativas científicas (en el sentido de la economía de la ciencia).
- La formación de egresados cualificados, que contribuyen a la innovación no necesariamente a través su "transporte" de conocimientos científicos a la empresa sino a través de su capacidad para resolver problemas complejos, realizar investigación y desarrollar ideas.
- La creación de nuevos instrumentos y metodología, que diluyen la frontera entre ciencia y tecnología pública y que eventualmente son adoptados por las empresas a las que se licencia. La OTA (1995) cita como ejemplos el difractor de electrones, el escáner microscópico de electrones, el implantador de iones, las fuentes de radiación de sincrotrones, la litografía de fase alterna y las magnetos superconductores.
- La formación de redes y el estímulo de la interacción social, que fomentan la innovación a través del aprendizaje y puesta al día de conocimientos científicos por vías informales, en el sentido de Callon (1994, véase apartado 2.4.5.B).
- El incremento de la capacidad de resolución de problemas científicos y tecnológicos, consecuencia de que la investigación básica, guiada por la curiosidad, tiende a aunar elementos de distintas tecnologías que la empresa necesita de forma genérica, y que de hecho valora más que la investigación orientada para empresas (Klevorick et al., 1995.)
- La creación de nuevas empresas, derivadas de la investigación básica, de lo que son ejemplos las aglomeraciones empresariales en torno al MIT y la Universidad de Stanford.

La importancia de cada una de estas formas varía según áreas científicas, tecnologías y sectores económicos. Esta heterogeneidad implica que no es posible construir un modelo simple de la naturaleza de los beneficios económicos de la investigación básica. Así, la clave no es que los beneficios "estén ahí", sino cómo organizar los sistemas

nacionales de investigación e innovación para hacer el uso más efectivo de los mismos. Una mayor racionalidad de la financiación pública de la investigación básica exigiría trascender la justificación tradicional para pasar a reconocer la variada gama de beneficios que dicha investigación reporta, de forma que se asegurara la continuidad de la financiación pública.

Scott et al. (2002) insisten en las limitaciones del modelo lineal y revisan la literatura que, bajo dicho enfoque, cuantifica los rendimientos de la investigación básica, enfatizando las dificultades de medir los recursos, los resultados y otros factores como los desfases de aplicación. También revisan la literatura sobre la interacción universidad-empresa centrándose en tres puntos. En primer lugar, los beneficios indirectos de la relación entre ciencia e innovación, añadiendo a la lista de Salter y Martin (2001) los dos siguientes:

- La provisión de conocimiento social, o conocimiento sobre los condicionamientos legales e institucionales que determinan en parte el éxito de la innovación, por ejemplo sobre la regulación medioambiental.
- El acceso a facilidades únicas, como laboratorios e instrumentación lista para su uso, de importancia para empresas pequeñas y empresas derivadas de la universidad.

En segundo lugar, revisan el más intangible valor estratégico de la ciencia, a través de la mejora de la capacidad y variedad del sistema. Y en tercer lugar, los canales que permiten que surjan todos esos beneficios: la codificación y los artefactos (publicaciones, patentes, prototipos), la cooperación (alianzas estratégicas, intercambio de personal), los contactos (redes e interacción, parques científicos, OTRI) y los contratos (licencias, investigación contratada, consultoría). Esta segunda revisión sigue un enfoque menos intuitivo y más complejo que el lineal, y abunda en la idea de que la investigación contribuye a la economía de formas mucho más variadas de lo que el enfoque lineal predeciría, y que sus beneficios son mayores que los que han sido cuantificados.

Molas-Gallart et al. (2002), conscientes de la multiplicidad de formas, directas e indirectas, en las que la universidad contribuye a "la generación, el uso, la aplicación y la explotación del conocimiento" fuera del entorno académico proponen una serie de indicadores para medir lo que llaman el "tercer flujo" de la universidad, en adición a la docencia y la investigación. Su punto de partida un marco conceptual que relaciona el stock de la universidad (conocimiento y facilidades físicas) con las actividades de la universidad (docencia, investigación y comunicación), dando lugar a doce "actividades del tercer flujo" que van más allá de las actividades de comercialización (licencia de tecnología, actividades emprendedoras, consultoría, licencia de uso de facilidades, investigación contratada) para incluir las actividades de colaboración, el intercambio de personal, las prácticas de estudiantes, la docencia de postgrado, la adecuación de planes docentes, la creación de redes sociales y la difusión en medios divulgativos y de comunicación de masas. Basan sus indicadores en el asesoramiento del nivel de actividad y no de su impacto, justificándolo porque es difícil identificar la aportación adicional de una actividad en concreto, el momento en que ocurre y aislar el "efecto san Mateo" (ver apartado 2.3.3.C), el éxito por azar y la influencia de factores fuera del control de la universidad. Asimismo, reconociendo la diversidad de la excelencia de las universidades, recomiendan que ellas mismas establezcan ponderaciones para valorar cada uno de los indicadores.

Por otro lado, Meyer (2000a) se ha centrado en el análisis de citas en las patentes y critica los estudios tradicionales porque asumen que la conexión entre ciencia y

tecnología es directa y unidireccional, es decir, que implícitamente están bajo la concepción del enfoque lineal. Frente a eso, el autor revisa la literatura y cuestiona la fiabilidad de los indicadores de citas en las patentes:

- Hay muchas estrategias a la hora de patentar y eso influye sobre cómo se escriben las patentes y cómo se seleccionan las citas.
- Los solicitantes eligen las citas estratégicamente, en función de los requisitos legales de describir el estado del arte, la utilidad y la novedad. Por su parte, los examinadores pueden no ser expertos en el campo de cada invención en concreto[21].
- Las referencias citadas en las patentes son de diferentes tipos y cada uno tiene un grado diferente de vínculo con la patente examinada. Se estima que sólo un 15% de las referencias pertenecen al tipo que indica un vínculo mayor.
- Los estudios de citas se basan en las citas de los examinadores, que son las únicas disponibles en bases de datos informatizadas. Se estima que menos del 10% coinciden con las citas del inventor.
- De entre las citas de referencias que no son de patentes, sólo las de publicaciones científicas reflejan inequívocamente un vínculo entre ciencia y tecnología. Si no se distinguen del resto, el indicador resultante debe interpretarse con cautela.

El autor estudia diez casos de patentes, obteniendo información adicional a través de entrevistas con sus inventores, para concluir que, en efecto, las citas en las patentes indican ciertos vínculos entre ciencia y tecnología, pero de manera mucho más difusa que la pretendida, puesto que la ciencia viene a constituirse como un fondo de conocimientos tácitos y generales que influyen de manera indirecta sobre los inventores, y en ningún caso unidireccional, puesto que se da el caso de que primero se patente y a raíz de eso se publique.

Frente al uso actual de los datos sobre citas de patentes para justificar las inversiones públicas en investigación básica, Meyer (2000b) recomienda otras aplicaciones potenciales que podrían ser utilizadas en la planificación de programas y seminarios: seguimiento en el tiempo de la orientación general de los campos científicos, medida de la intensidad de la interacción ciencia-tecnología, detección de los flujos potenciales de conocimiento entre los campos y subcampos científicos, tecnológicos o industriales y entre organismos dentro de un área científica y tecnológica e identificación de los actores clave potenciales, es decir, aquellos que son capaces de desarrollar tanto investigación universitaria como tecnología en un área.

2.6. Conclusiones

Este capítulo ha seguido un enfoque histórico de los hechos sobre el papel de las universidades en la innovación y las ideas sobre la relación entre ciencia e innovación a lo largo del siglo XX para poner de manifiesto que unos y otras han co-evolucionado de manera que las ideas a veces promovían, a menudo ratificaban e incipientemente criticaban los hechos.

Durante la primera mitad del siglo XX, las universidades no tenían un papel definido en la innovación, la colaboración surgía espontáneamente en los países líderes en

[21] El autor cita estudios que detectan repeticiones ocasionales, errores bibliográficos o chauvinismo nacional por parte de los examinadores.

tecnología y apenas se daba en otros países, y no existía un cuerpo sistemático de literatura sobre tal fenómeno, más allá de la separación del cambio tecnológico en las tres fases schumpeterianas de invención, innovación y difusión.

En el tercer cuarto del siglo XX, los economistas desarrollan el enfoque lineal del proceso de innovación, que establece una relación causal entre dichas fases, y una fuente exógena como desencadenante del proceso: la ciencia o el mercado. Al citar la ciencia, se establece una conexión entre ésta y la innovación que el propio enfoque lineal concibe así:

- Exhaustiva: toda la ciencia es aprovechable por las empresas.
- Estática: las empresas deciden su inversión en ciencia de forma racional e independiente del tiempo.
- Sencilla: no hay fuentes distintas de la ciencia ni tipos de conocimiento distinto del codificado que puedan dar lugar a la innovación.
- Aislada: no hay otras fuentes con las que interactuar.
- Secuencial: no hay retroalimentación de la innovación a la ciencia, ni entre otras fases del proceso de cambio tecnológico.
- Directa: la ciencia sólo sirve para ser traducida en nuevos productos y procesos.
- Independiente del contexto: no importa la estrategia de la empresa, el sector, la nación o la región.

Este planteamiento justifica una de las misiones tradicionales de la universidad, la de producir ciencia, así como la falta de necesidad de que la universidad adopte un papel activo en la difusión del conocimiento codificado que genera, puesto que a la empresa le resulta inmediato transformarlo en innovación. Por otro lado, los economistas desarrollan la idea de que la ciencia es un bien público y que, por lo tanto, la empresa privada invertirá en él menos de lo que es deseable socialmente, por lo que la financiación pública debe cubrir la diferencia. Los gestores de política científica y universitaria, siguiendo estos planteamientos, promovieron que en los países líderes en tecnología los fondos públicos de las universidades sustituyeran a los privados y que en el resto de países aquéllos se consolidaran.

El enfoque lineal posee la virtud de la simplicidad de cara a una primera modelización del proceso de innovación. Sin embargo, en el último cuarto del siglo XX, los economistas cuestionan dicho enfoque, añadiendo elementos de complejidad a la relación entre las fases del cambio tecnológico, y haciendo hincapié en el carácter endógeno de la aparición de invenciones. La relación entre ciencia y tecnología pasa a ser concebida así:

- Selectiva: sólo parte de la ciencia es aprovechable por las empresas y por tanto implica costes de búsqueda.
- Dinámica: las empresas deciden su inversión en ciencia de forma intuitiva y dependiente del tiempo, por lo que dicha inversión está sujeta a errores e inercias.
- Compleja: hay fuentes alternativas o complementarias de la ciencia y conocimiento tácito alternativo o complementario del codificado, a partir de los cuales también surgen las innovaciones.
- Interactiva: puede ser necesario integrar esas distintas fuentes y piezas de conocimiento.

- Retroactiva: la innovación o la difusión pueden dar lugar a la ciencia.
- Indirecta: la investigación básica de la empresa sirve para traducir la ciencia externa en nuevos productos y procesos, y la investigación básica de universidades y CPI sirve para generar una serie de condiciones favorables para la innovación.
- Dependiente del contexto: algunas empresas exitosas eligen realizar menos ciencia, algunos sectores la necesitan menos, y algunos países o regiones la aprovechan mejor).

Esta serie de planteamientos justifica algunas acciones más o menos asumidas por las instituciones socioeconómicas, como son las siguientes:

- En primer lugar, justifica el papel activo que los gestores de ciencia y tecnología desean que adopte la universidad a la hora de difundir su conocimiento codificado. La existencia de costes de búsqueda de la ciencia aprovechable para la innovación y de inercias en la toma de decisiones de inversión en ciencia hace conveniente la aparición de foros de transmisión de la ciencia académica (por ejemplo, seminarios, cursos de formación de postgrado, etc.), la dotación de estructuras para su transferencia (como puedan ser OTRI, fundaciones universidad-empresa, etc.), y el intercambio de personal entre la universidad y la empresa.
- En segundo lugar, justifica que la ciencia no es el único factor de la innovación (por importante que sea), así como que se diseñe políticas de innovación complementarias a la científica, del modo en que se ha venido haciendo, con distintos grados de éxito. La existencia de fuentes de innovación alternativas a la ciencia y de retroalimentación entre las fases del proceso de cambio tecnológico, y la necesidad de interactuar entre los diferentes mundos implicados y de combinar los distintos tipos de conocimiento que proporcionan requieren mejorar la formación técnica y comunicativa de sus integrantes, prestar ayuda al diseño, la fabricación y el lanzamiento de nuevos productos y a la incorporación de nuevos procesos, así como establecer foros de interacción entre usuarios y proveedores de tecnología, como las ferias, y estructuras para favorecer los contactos, como las cámaras de comercio.
- En tercer lugar, justifica un apoyo público decidido a la investigación básica, tanto pública como privada, a diferencia del experimentado por la mayoría de economías de los países desarrollados en las últimas décadas, en las que el sector público ha subvencionado crecientemente la investigación aplicada.
    - La existencia de usos indirectos de la investigación básica por parte de la empresa, como el de aumentar su capacidad de asimilar el conocimiento provinente de fuentes externas, significa que debe existir un cierto grado de este tipo de I+D en la empresa. En principio, es indistinto que su financiación sea pública o privada. Sin embargo, la empresa especialmente presionada por la búsqueda de rentabilidad a corto plazo tenderá a invertir en los componentes de la I+D distintos de la investigación básica. En la medida en que la empresa parta de una situación de desconocimiento del uso indirecto de esta última, el Estado es el encargado de introducirla como posibilidad en la economía, ayudando financieramente su realización. Tal política tiene dos implicaciones: por un lado, asumir que la responsabilidad de que la ciencia pública llegue a la empresa no debe recaer exclusivamente en la universidad, sino también en la propia empresa; por otro, la puesta en marcha de medidas complementarias a las financieras para que la empresa asuma la realización de investigación básica,

como facilitar la incorporación de personal cualificado científicamente en la misma.

- La existencia de beneficios indirectos de la investigación básica procedente de la universidad (conocimiento tácito, egresados cualificados, nuevos instrumentos y metodología, redes e interacción social, capacidad de resolución de problemas científicos y tecnológicos, nuevas empresas, conocimiento social, acceso a facilidades únicas) apunta en la misma dirección de apoyo a este tipo de I+D. Como en el caso anterior, en principio, es indistinto que su financiación sea pública o privada. Pero de nuevo, la empresa puede tener incentivos a financiar I+D de otro tipo. Por lo tanto, el Estado debe asumir la financiación de (probablemente la mayor) parte de la investigación básica.

  Una vez más, tal política tiene dos implicaciones. Por un lado, que la universidad se concentre en este tipo de ciencia dará lugar a que sus resultados codificados no tengan una gran repercusión directa sobre la innovación en las regiones cuya economía no cuente con empresas con la capacidad de absorción suficiente. Podría ocurrir que incluso otras regiones que sí contaran con tal tipo de empresas se beneficiaran de tales resultados. Sin embargo, este pago es una consecuencia que las regiones débiles tecnológicamente deben asumir, a cambio de beneficiarse de los efectos indirectos de la ciencia académica, si bien es necesario llevar a cabo discusión teórica y evidencia empírica adicionales sobre el hecho de que su impacto no esté condicionado por la capacidad de absorción de las empresas locales. Por otro lado, si se quiere aprovechar de forma más directa los resultados de la ciencia académica, quizás sea conveniente la existencia de instituciones-puente cuya misión sea reconvertirlos en resultados más cercanos a la innovación, por ejemplo institutos tecnológicos que interactúen estrechamente con la universidad.

- En cuarto lugar, justifica un diseño de política de interacción universidad-empresa selectivo, a diferencia del que se ha venido practicando hasta la actualidad, que ha sido indiscriminado.

  - La dependencia de la relación entre ciencia e innovación respecto a la estrategia de la empresa, en el sentido de Freeman (1975), debería conducir a los gobiernos y las universidades a plantearse qué individuos son sus objetivos, para rentabilizar esfuerzos.

  - La dependencia del sector económico permite detectar grupos de empresas en mejor posición de financiar y beneficiarse directamente de la investigación básica de la universidad (las situadas en sectores dependientes de la ciencia) y grupos de empresas en los que no es así (las de sectores no dependientes de la ciencia) y sobre cuya capacidad de absorción hay que incidir especialmente. De lo contrario, la I+D que estos últimos demanden a las universidades será más incompatible con la investigación básica.

  - La dependencia del contexto geográfico, nacional o regional, permite saber dónde la administración pública tiene que ganar terreno en la financiación de la ciencia universitaria a las empresas. Así, en países o regiones donde las empresas cuenten con suficiente capacidad de absorción y la especialización sectorial sea en actividades dependientes de la ciencia, la financiación empresarial de la investigación académica no tenderá a poner en peligro la investigación básica. En otros países, será más conveniente que el estado asuma dicha financiación. Por eso, puede ser un error que Europa trate de imitar el

modelo estadounidense de sustitución de fondos públicos para investigación por fondos privados, porque en EE.UU. eso no tiene consecuencias negativas sobre la realización de investigación básica que en Europa sí está teniendo, como veremos en el Capítulo 3.

Para resumir, desde un punto de vista económico, el papel principal de las universidades en la innovación es producir investigación básica financiada públicamente y/o privadamente, por empresas con suficiente capacidad de absorción, y jugar una participación activa en la difusión de los resultados, de forma que ejerzan sus limitadas repercusiones directas sobre las empresas anteriores y sus abundantes repercusiones indirectas sobre el conjunto de empresas. Para potenciar estos fenómenos, el papel del estado, además de financiero, es, a largo plazo, contribuir a que las empresas ganen capacidad de absorción de la ciencia pública y a que cuenten con más vías para innovar y, a corto plazo, crear instituciones-puente entre la universidad y las empresas con poca capacidad de absorción.

La universidad también podrá realizar investigación aplicada y desarrollo tecnológico, admitiendo igualmente financiación pública y privada, hasta el punto en que los beneficios marginales derivados de la inversión en estas actividades se iguale a los derivados de la inversión en investigación básica. Aun pendientes de comprobarlo empíricamente, sugerimos que eso ocurrirá en niveles de investigación básica relativamente altos, dado que a sus beneficios directos hay que sumarle los indirectos, y dado que existen sinergias desde la investigación básica hacia la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico. No obstante, quedan como líneas de investigación futura la existencia de beneficios indirectos de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico, así como de sinergias que partan desde estas dos actividades hacia la investigación básica, por ejemplo la medida en que aquéllas puedan resultar útiles para orientar (que no necesariamente sustituir) ésta.

Capítulo 3. LA PREOCUPACIÓN POR LA INTERACCIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA[22]

3.1. Introducción

Cuando la universidad incorporó la producción de conocimientos científicos entre sus funciones en el siglo XIX, empezó a generar de forma espontánea aplicaciones útiles para la sociedad, seguidas de un apoyo creciente de la empresa en países como EE.UU. (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000). A partir del final de la 2ª Guerra Mundial la investigación básica se ve como el motor de la innovación (Bush, 1945), se teme que inmiscuirse excesivamente en las agendas de investigación de los académicos deteriore la calidad de aquélla (Merton, 1942) y la universidad reduce sus contactos con la empresa. Entre otras razones, la crisis de la productividad de la década de 1970 (David et al., 1994a) y un mejor entendimiento del limitado recurso a la ciencia para innovar por parte de las empresas (Kline y Rosenberg, 1986) explican que se reclame a la universidad un papel más activo en la sociedad. Coincidiendo con un auge de la comercialización de tecnologías basadas en la ciencia, como la biotecnología y las tecnologías de la información y de las comunicaciones, que se interpretan como ejemplos de ciencia exitosa por su tangibilidad, se entiende que ese papel más activo debe consistir en un aumento de la interacción entre universidad y empresa. A diferencia de la espontaneidad con que ocurrió inicialmente, esta vez la interacción en EE.UU. se promueve desde las instancias políticas, y se incentiva la obtención de resultados tangibles como mérito en los currícula de los investigadores. Muchas economías desarrolladas de Europa siguen este ejemplo.

Entre los académicos, diversos enfoques han venido a justificar, si no el citado recorte de fondos, sí la necesaria imbricación de las universidades en la economía de cara a fomentar la innovación: Freeman (1987) y Lundvall (1988) desde la perspectiva de los sistemas nacionales, Gibbons et al. (1994) con su detección de un nuevo "Modo 2" de producción del conocimiento o Etzkowitz y Leydesdorff (1996) con sus ideas sobre el modelo de la Triple Hélice, por dar algunos ejemplos. Estos enfoques difieren, más que

[22] Este capítulo procede de las partes correspondientes al autor de la tesis de las contribuciones a congresos Azagra et al. (2003 a, b) y de las siguientes publicaciones: Alto Consejo Consultivo (2001), Fernández et al. (2001) y García Aracil et al. (2002).

nada, en la importancia concedida a las universidades en el proceso innovador, pero no cuestionan que se deban relacionar con empresas.

Otras voces, sin embargo, se han mostrado más críticas. El enfoque de la economía de la ciencia recupera las ideas mertonianas de que el mecanismo de revisión por los pares puede asignar eficientemente los recursos (Dasgupta y David, 1994), e insiste en que la promoción de la interacción universidad-empresa (IUE) responde a una visión estrecha de los beneficios de la investigación básica, cuyas conexiones menos tangibles pero igualmente beneficiosas con la innovación se dejan de lado (David et al., 1994b). En esta línea, se han reseñado algunas de estas conexiones, como el incremento de la reserva de conocimientos útiles (especialmente del conocimiento tácito), la formación de personal humano cualificado, la creación de nuevos instrumentos y metodología, la formación de redes, el incremento de la capacidad de resolución de problemas científicos y tecnológicos, la creación de nuevas empresas (Salter y Martin, 2001), la producción de conocimiento social y el acceso a facilidades únicas (Scott et al., 2002).

Los países "seguidores" en tecnología, como España, se han sumado a la tendencia internacional de favorecer y fomentar la interacción universidad-empresa. Los propios cambios legislativos han intentado procurarlo desde que se promulgó la Ley de Reforma Universitaria en 1983. La fuerza dinamizadora que esa ley supuso es incuestionable y la universidad española es hoy notablemente más activa de lo que lo era hace veinte años (Michavila y Calvo, 1998). Queda por establecer si es una pauta a seguir paso por paso o si se puede evitar algunos de los conflictos experimentados por países que ya han recorrido ese camino.

En el presente estudio se ha analizado hasta qué punto una región, la Comunidad Valenciana, de un país seguidor en tecnología, como España, se suma a las tendencias internacionales de favorecer y fomentar la interacción universidad-empresa, qué trayectoria está siguiendo y qué correcciones sobre la misma se pueden recomendar. Con ese fin, se intenta dilucidar, a través de una encuesta dirigida a los miembros de la comunidad académica, las características de la I+D realizada por dichos miembros, así como su opinión sobre diversos aspectos de la interacción universidad-empresa: cómo actúan y deben actuar las universidades, los profesores y la administración pública.

A continuación, en el apartado 3.2 se hace un breve repaso de la literatura internacional más reciente sobre interacción universidad-empresa para situar mejor algunos debates sobre los beneficios de la misma. En concreto, el apoyo a sus distintos objetivos sociales, los efectos de la interacción sobre la investigación básica o si las medidas de los gestores públicos y universitarios a favor de la interacción resultan deseables. En el apartado 3.3 se da cuenta de algunos análisis sobre los casos español y valenciano. En el apartado Cuadro 13 se expone la metodología y los datos empleados en el presente estudio. El apartado 3.5 muestra una primera aproximación a los datos, meramente descriptiva, y el apartado 3.6 una segunda aproximación, de corte econométrico. Finalmente, en el apartado 3.7 se reflejan las conclusiones.

3.2. Los debates sobre la interacción universidad-empresa

La literatura sobre interacción universidad-empresa se inserta en el marco de la transferencia de tecnología desde el entorno científico público al entorno productivo[23].

[23] El término "transferencia de tecnología" es frecuentemente puesto en entredicho. En primer lugar, la palabra "transferencia" induce pensar en una relación unívoca, cuando a menudo es biunívoca. En

Bozeman (2000) propone una metodología para analizar la bibliografía sobre el tema atendiendo a cinco aspectos, según el énfasis sobre un aspecto u otro del fenómeno de transferencia: el agente emisor, los canales empleados, el objeto intercambiado, el agente receptor o el contexto en que tiene lugar. El presente estudio entronca con aquellos que se centran en el agente emisor, y más concretamente en la universidad como agente emisor, si bien la revisión bibliográfica siguiente incluirá también el punto de vista de las empresas como agente receptor.

El apartado 3.2.1 se centra en el debate positivo sobre los rasgos de la interacción universidad-empresa y el apartado 3.2.2 en una serie de debates normativos sobre el mismo fenómeno. Ofrecemos una visión de síntesis y una exposición de posibles vías de contribución a la literatura existente en el apartado 3.3.

3.2.1. El debate positivo: ¿cuáles son los rasgos de la interacción universidad-empresa? Actitud institucional, actitud personal, empresas que interactúan y apoyo público

El fenómeno de la interacción universidad-empresa está estrechamente ligado con los cambios en la actitud de la institución universitaria y sus integrantes, que ratifican su acuerdo con la dirección por la que les conducen los incentivos reseñados en la introducción. Así, Zucker y Darby (1996) mostraron el papel crítico de los científicos "estrella" en el momento y lugar en que aparecieron las primeras empresas de biotecnología, y en cómo esas empresas resultaron exitosas.

La mayoría de los análisis existentes sobre cambios en la actitud del profesorado universitario se basan en la evidencia que se desprende de encuestas realizadas al efecto, como la del estudio de Lee (1996).

En 1994, este autor realiza una encuesta a unos 1000 profesores universitarios de 115 universidades y nueve disciplinas académicas y concluye que los académicos estadounidenses de la década de 1990 están más dispuestos que los de la década de 1980 a relacionarse más estrechamente con las empresas. Una mayoría de los entrevistados apoya la idea de que sus universidades participen activamente en el desarrollo económico local y regional, faciliten la comercialización de la investigación académica y favorezcan el asesoramiento de los universitarios a las empresas privadas. También una mayoría, sin embargo, rechaza apoyar la idea de que sus universidades se impliquen en relaciones comerciales estrechas con la empresa privada por medio de, por ejemplo, la ayuda para la puesta en marcha de negocios o la inversión en acciones. De las varias tendencias de organización y motivación analizadas, dos factores aparecen como centrales para el debate actual sobre transferencia en las universidades estadounidenses: una es la percepción del declive del apoyo federal a la I+D, que amenaza la vitalidad de su empresa investigadora, y la otra es el impacto de una interacción universidad-empresa estrecha, que parece interferir con la libertad académica para perseguir investigación a largo plazo, desinteresada y fundamental. Es decir, el debate está en buscar las fronteras de la interacción universidad-empresa y encontrar el balance entre estas dos preocupaciones contrapuestas.

---

segundo lugar, lo que se transfiere en el caso del entorno científico público no es tanto "tecnología" como conocimiento. Meyer-Krahmer y Schmoch (1998) proponen el término alternativo "intercambio de conocimiento científico", al comprobar que éste es el elemento central de la interacción universidad-empresa.

Etzkowitz (1998) detecta cambios similares en la actitud del profesorado, e indaga en las causas de este cambio. Realiza 150 entrevistas semiestructuradas a principios de los 80 en cuatro disciplinas de dos universidades, las repite a mediados de los 80 en una disciplina y seis universidades más y de nuevo a principios de los 90, siempre sobre el caso estadounidense. Detecta que la relación con las empresas ha pasado de la provisión de capital humano y conocimientos útiles por vías informales a la proporción de recursos más tangibles por vías intensivas y formales. A ello ha contribuido, según el autor, la externalización de la I+D por parte de las empresas, así como el paso de la investigación al desarrollo y la implantación de metas de investigación y prácticas de trabajo empresariales por parte de las universidades, el aumento de la competencia entre ellas para obtener fondos y la búsqueda de fuentes de financiación alternativas, y el acercamiento entre ciencia y tecnología que han procurado los cambios cognitivos en los investigadores.

Esta última razón de cambio parece especialmente interesante de cara a la cuestión abordada: los científicos más emprendedores en la actualidad observan los resultados de su investigación desde una perspectiva dual: la tradicional, es decir, la de conseguir contribuciones al acerbo del conocimiento científico, mediante la publicación de los resultados de su investigación, y la empresarial, o la de lograr resultados con potencial comercial. Una integración de la perspectiva dual se da en los científicos que fundan sus propias empresas. Ello depende de que sus colegas lo hayan hecho ya y les sirvan como modelo, de que el sistema de fondos públicos no sea suficiente o no esté dispuesto a expandir la capacidad de un laboratorio para atender la demanda que sus productos han creado (y que no existan ya empresas para desarrollar y comercializar el producto) o de que haya empresas dispuestas a pagar un coste elevado por el producto y así se pueda distribuir entre los académicos a un coste menor.

Etzkowitz (1998) detecta como temas controvertidos que algunas empresas ven a las universidades como competidores potenciales a través de su papel en la creación de nuevas empresas. Y, al mismo tiempo que Lee (1996), que algunos académicos también preferirían que las universidades retornaran a su papel tradicional de formar a los estudiantes y publicar sus descubrimientos, y que la financiación fuera sólo pública. Como eso no parece posible, el autor resuelve que el debate ya no está en si la universidad debería perseguir el conocimiento para beneficiarse de él, sino del perfil que deberían tomar las innovaciones de organización para adaptarse a las relaciones con las empresas.

El volumen, mecanismos y efectos de la interacción universidad-empresa varían en función de las disciplinas académicas. De hecho, Nelson (1986) mencionó las dificultades para analizar la interacción universidad-empresa a causa de la heterogeneidad de la población de instituciones de enseñanza superior. Más tarde, Nelson (1988) trató de identificar los principales recursos de la investigación privada desde el punto de vista de 650 responsables de I+D de 130 sectores económicos. Se les solicitó que calificaran en una escala de 1 a 7 la relevancia de varias disciplinas científicas en su sector. Distinguiendo entre la relevancia general de la disciplina científica y la relevancia de la investigación académica en esa disciplina, los resultados fueron que la jerarquía en ambas categorías difiere significativamente. Por ejemplo, 45 sectores calificaron la relevancia de la física con 5 o más puntos, pero sólo 4 le dieron una puntuación alta a la investigación académica en física. Del mismo modo, química fue considerada importante para 75 sectores, mientras que sólo 19 sectores consideraban la investigación académica en química así de importante.

Por su parte, Meyer-Krahmer y Schmoch (1998) hacen una encuesta en 1995 en cuatro áreas tecnológicas (biotecnología, tecnologías de la producción, microelectrónica y software) a profesores de varias universidades alemanas, ampliada en 1997 con una encuesta en el área de química. Las cinco áreas son representativas de un nivel elevado de relación universidad-empresa en Alemania[24]. Los autores obtienen 433 respuestas válidas. De ellas deducen que si bien las áreas de orientación más aplicada y menos basadas en la ciencia (tecnologías de la producción) gozan de una mayor financiación empresarial por medio de contratos, las áreas de orientación más básica y más basadas en la ciencia (las otras cuatro consideradas) se relacionan por medio de otros mecanismos, como la investigación en colaboración y los contactos informales. También que, junto a la adquisición de financiación adicional para investigar, se valora como una ventaja de la relación universidad-empresa el intercambio de conocimientos. Todo esto lleva a concluir que el concepto del "puente de una sola vía" desde la investigación pública hasta la investigación industrial, que responde a una concepción lineal del proceso de innovación, no es válido, a pesar de que está todavía extendido. Por el contrario, reivindican el empleo de un enfoque de un "puente de doble vía" que tenga en cuenta que el elemento central de las relaciones entre universidades y empresas es el intercambio de conocimientos en ambas direcciones.

Por lo que sabemos, el único estudio que pretende ofrecer una explicación cuantitativa de la relación entre interacción universidad-empresa y sus posibles determinantes es el de Schartinger et al. (2002). Los autores realizan una encuesta a todos los departamentos universitarios austriacos para que sus directores contesten cuál es el número de "interacciones" que han llevado a cabo durante el período 1995-1998, entendiendo como tales el número de veces que han recurrido a los siguientes instrumentos de interacción: investigación colaborativa, investigación contratada, movilidad de personal y formación y seminarios. Agrupan los departamentos en 46 disciplinas científicas y se pide que se distinga el número de interacciones con cada una de las 49 ramas de actividad económica propuestas, confeccionando así un panel de 46x49=2254 observaciones. Dividen el número de interacciones de una disciplina científica con una rama de actividad por el número total de interacciones y construyen así una medida de frecuencia relativa de interacción, acotada entre 0 y 1. Hacen una estimación tobit de esta medida en función de una serie de posibles determinantes, entre los que encuentran significativas y positivas ciertas medidas del "tamaño" de la disciplina científica y de la rama de actividad. No encuentran significativas las características estructurales de la disciplina científica (excepto la experiencia en contratos de investigación) ni de la rama de actividad (excepto la intensidad de investigación y la dinámica de empleo). Encuentran una mayor propensión a interactuar en algunas disciplinas científicas (ciencias naturales, técnicas, agropecuarias y económicas) pero no en determinadas ramas de actividad. Concluyen que la interacción no está restringida a disciplinas científicas ni a ramas de actividad concretas, que tampoco está condicionada por la orientación aplicada de las disciplinas científicas ni por los recursos de las ramas de actividad, y que hay que tener en cuenta la variedad de instrumentos empleados para interactuar, especialmente a la hora de evaluar la actuación de la universidad.

---

[24] Lo hacen contando citas de publicaciones científicas en las patentes. Siguiendo un método similar, McMillan et al. (2000) encuentran que la industria de biotecnología en EE.UU. guarda una relación mucho más estrecha con la ciencia pública que otras ramas industriales (véase apartado 2.4.3.B).

3.2.2. Los debates normativos

Hemos tratado de resumir las numerosas cuestiones normativas sobre la IUE en tres grandes grupos: cuáles deberían ser sus objetivos, cuáles son sus repercusiones sobre la calidad de la ciencia y qué repercusión efectiva tienen sobre ella los esfuerzos por promocionarla. Exponemos dichos debates en los apartados siguientes.

3.2.2.A) ¿Cuáles deberían ser los objetivos de la interacción universidad-empresa?

El intento más sistemático que conocemos por estudiar los objetivos de la IUE fue el ya referido de Lee (1996). Una de las preguntas de su encuesta trataba del apoyo que los académicos estadounidenses concedían a siete objetivos atribuidos a la IUE: favorecer en la universidad la investigación orientada, promocionar las invenciones patentables, participar en el desarrollo económico de la región, intensificar la comercialización de los resultados de la investigación académica, incentivar las actividades de consultoría de la universidad para la empresa, ofrecer ayuda para el despegue de nuevas empresas de base tecnológica y estimular la inversión de capital en las empresas basadas en la investigación académica. Como ya hemos dicho, los resultados mostraban que una mayoría de los entrevistados apoyaba los cinco primeros objetivos enumerados y que también una mayoría, sin embargo, rechazaba apoyar los dos últimos objetivos. El autor lo atribuía a que aquéllos representaban una forma pragmática (y no reñida) de adaptarse a las nuevas tendencias de transmisión del conocimiento, mientras que la ayuda para la puesta en marcha de negocios o la inversión en acciones de capital implican relaciones comerciales demasiado estrechas con la empresa privada, que entre otras cosas, incrementan el tiempo dedicado a gestión y disminuyen el dedicado a investigación básica.[25]

El autor exploró la distribución del apoyo a estos objetivos según diversas variables, recurriendo a tests de Pearson para justificar la significatividad de las diferencias: el tipo de universidad, según el prestigio, que encontraba inversamente relacionado con el apoyo, y el régimen de propiedad (público o privado), que no encontraba relacionado con el apoyo; la disciplina académica, encontrando que las ciencias de ingeniería o "aplicadas" mostraban un mayor apoyo; el gasto en I+D, que en conjunto encontraba relacionado positiva y débilmente con el apoyo, si bien al distinguir las partes correspondientes a subvenciones públicas y a financiación empresarial la primera resultaba más fuertemente relacionada y la segunda nada relacionada; el soporte institucional percibido, que estaba positivamente relacionado con el apoyo a los objetivos de la IUE; y los miedos a cuatro efectos que las IUE podían provocar sobre la vida académica (afectar la vida académica, exigir investigación a corto plazo, afectar la investigación a largo plazo y causar conflicto de intereses), que estaban muy relacionados.

Aunque no la llega a formalizar, Lee (1996) establecía una relación causal entre las anteriores variables y los objetivos atribuidos a la interacción universidad-empresa. En concreto, llegó a hacer una estimación econométrica para explicar los objetivos de favorecer la investigación orientada y la comercialización de los resultados de la investigación académica y extendió las conclusiones al resto de objetivos de la interacción. Dichas conclusiones venían a confirmar la mayor propensión a apoyar la IUE de las ciencias aplicadas, la no significatividad del volumen de gasto de I+D, el impacto positivo, significativo, del soporte institucional y negativo, significativo, del

[25] En el caso de la inversión en acciones de capital, el autor también recomendaba que el sector público se hiciera cargo de cubrir el hueco que dejaban las universidades.

miedo al único efecto incluido en la regresión, la posible pérdida de libertad académica. El autor hacía especial hincapié en este último resultado, al recomendar, en primer lugar, la reversión del declive del apoyo federal a la investigación básica en EEUU, que acrecienta el miedo a la IUE y por tanto disminuye su apoyo, y, en segundo lugar, la necesidad de una mejor comprensión de la justificación de ese miedo.

3.2.2.B) ¿Reduce la interacción universidad-empresa la calidad de la ciencia?

Una división clásica de la I+D es la que, en función de su naturaleza, distingue entre investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico. Las dos primeras se caracterizan por la creación de nuevos conocimientos, motivada por la curiosidad en el primer caso y por la resolución de problemas concretos en el segundo. La tercera se caracteriza por la aplicación de conocimientos ya existentes.

Mientras que en las empresas, que necesitan un uso del conocimiento menos incierto y que permita más fácilmente "aprender haciendo", predomina el desarrollo (Patel y Pavitt, 1995), en las universidades, como instituciones productoras de conocimiento, predomina la investigación. Durante el período de promoción de la IUE, los gestores de política entienden que la investigación aplicada puede servir de puente entre los dos mundos y se premia que ésta, e incluso el desarrollo tecnológico, sustituyan a la investigación básica dentro de la universidad.

El fenómeno, junto al paralelo crecimiento de la financiación empresarial de la I+D académica, plantea dudas sobre la repercusión que los cambios organizativos y culturales aparejados tienen sobre la calidad de la ciencia, por lo que ha recibido tanto aprobación como crítica por parte de los diversos análisis de sus consecuencias. Reseñamos a continuación algunas posturas aprobatorias:

- Giamatti (1982) muestra una visión optimista sobre la habilidad de los académicos para equilibrar las demandas de la ciencia y de la contribución al desarrollo: "Deberíamos negociar acuerdos apropiados, a los que se llegue libremente, que puedan llevar adelante nuestra misión. El reto constante para la universidad es conocer en términos claros y con principios cómo cuidar el aprendizaje y su búsqueda como un fin en sí mismo; y cómo ayudar a conducir los resultados de la investigación libre al resto de la sociedad para el bien del público (p. 1280)."
- Crow y Bozeman (1987) proponen una ruptura con la concepción tradicional de que los laboratorios públicos realizan investigación fundamental y los laboratorios privados investigación aplicada. A partir de un estudio de 32 laboratorios, muestran que la naturaleza de los productos de la investigación (productos genéricos con las características de un bien público o productos apropiables concebidos para el uso privado) depende más del modo de financiar la investigación que de su adscripción institucional. Algunos laboratorios públicos funcionan con fondos privados y por tanto centran su investigación en productos mayormente apropiables, mientras que algunos laboratorios privados dependen de los fondos públicos para su supervivencia.
- Allen y Norling (1990) llevaron a cabo una encuesta a cerca de unos 400 profesores de enseñanza superior en Pennsylvania, la mayoría con cargos en programas de ciencia y tecnología. Su estudio trata de determinar si la implicación con las empresas por medio de la consultoría, la investigación financiada privadamente y la puesta en marcha de empresas o alguna combinación de estas tres actividades afectaría las prioridades institucionales, la enseñanza y otras actividades académicas, y daría incentivos para dejar la universidad. Aunque sus resultados no

incluían un análisis estadístico de sus datos, su estudio arrojaba algo de luz sobre estas cuestiones y demostraba la posibilidad de llevar a cabo investigación sobre esta materia. Primero, los profesores "supercomerciales", involucrados en actividades de consultoría y puesta en marcha de empresas parecían dedicar tanto tiempo como otros profesores al resto de actividades académicas. Segundo, la mayoría de los profesores envueltos en actividades comerciales consideraban de la misma importancia que otros profesores metas tradicionales como publicar, generar conocimiento puro, etc. Finalmente, cuanto más implicados estaban los profesores en actividades comerciales, más propensos eran a declarar que el potencial comercial de su investigación podía motivarles a dejar la academia.[26] Por lo tanto, aunque limitado en alcance y metodología, este estudio sugería que los profesores que colaboraban más activamente con las empresas continuaban estando comprometidos con las actividades y metas académicas tradicionales.

- Schumacher (1992) apunta una serie de factores, como el reducido volumen de fondos proporcionados por las empresas, el poder del imperativo de publicar, la heterogeneidad de las fuentes de financiación, la similitud de las metas de las empresas a las de las instituciones gubernamentales con misiones específicas o de defensa, más los esfuerzos de las universidades para asumir distintas presiones, mitigan las consecuencias imprevistas de la interacción con empresas.
- Brooks (1993) recomienda trascender las etiquetas de investigación básica y aplicada y tratar de comprender si la influencia es interna o externa, centralizada o descentralizada. El mismo autor (Brooks, 1994) subraya los beneficios sociales que reporta la interacción universidad-empresa al incrementar la relevancia económica de la producción de conocimiento científico.

Entre las posturas reprobatorias del desplazamiento de la investigación básica hacia la aplicada y el desarrollo tecnológico y de los cambios aparejados, se cuentan análisis como los siguientes:

- Blumenthal et al. (1986) señalan posibles conflictos de interés en la interacción, como la exigencia por parte de las empresas de confidencialidad sobre los resultados de la investigación. Los autores encuentran que los conflictos se producen especialmente en el caso de la interacción con empresas pequeñas.
- Kenny (1986) expone la controversia sobre la ciencia al servicio de la competitividad y más específicamente del control de la investigación académica por las empresas en el campo de la biotecnología. Más adelante (Kenny, 1987) expresa su preocupación por impacto de la investigación cooperativa en la estructura de valores de la universidad, que incluye la universalidad, el comunismo (hacer el conocimiento disponible libremente para todos), la búsqueda desinteresada y el escepticismo organizado. También se preocupa sobre una disminución potencial del volumen de investigación básica y de la posibilidad de que los científicos sean atraídos fuera del mundo académico. Todo ello puede socavar el proceso de innovación.
- El estudio de Gluck et al. (1987) proveyó evidencia de que algunos estudiantes con apoyo directo de las empresas (por ejemplo mediante becas, salarios o fondos para su investigación) producían menos publicaciones, eran más proclives a mostrar

[26] Dado que los profesores que no se dedican a la investigación comercial no tienen tal oportunidad, el significado de este resultado no está claro.

reticencias para discutir su trabajo y a creer que su espónsor privado imponía restricciones sobre ellos.

- En su estudio sobre el caso estadounidense, Rosenberg y Nelson (1994) llegan a la conclusión de que a pesar de la efectiva hibridación de cierta investigación, es necesario respetar la división de trabajo entre la universidad y las empresas.
- Cohen et al. (1994) muestran que aproximadamente un 35 por ciento de los centros mixtos entre universidades y empresas concede a las empresas la opción de suprimir información de los informes científicos y un 50 por ciento les concede el derecho de retrasar la publicación de los resultados.
- Blumenthal et al. (1996) destacan lo complicadas que son las relaciones entre la fuente de financiación y el tipo de resultados. Basándose en una encuesta de una muestra de 2167 profesores de ciencias naturales, descubren que, en general, aquéllos que reciben más fondos de la empresa dan lugar a más publicaciones, más participación en actividades de servicios y una tendencia mayor a publicar. Sin embargo, un análisis más detallado indica que a los profesores que reciben por encima de dos tercios de sus fondos de la empresa les ocurre lo contrario, y que el resultado general se debe a los profesores con apoyo bajo o moderado de la empresa. De todas formas, los profesores con un apoyo alto de la empresa aún generan tantos resultados como los que no cuentan con apoyo de la empresa. Los autores también encuentran que los profesores que reciben apoyo de la empresa tienden a elegir sus temas de investigación de acuerdo con su potencial comercial.
- Más adelante, Blumenthal et al. (1997), a partir de la misma muestra, encuentran que el retraso de las publicaciones más de seis meses depende significativamente de recibir fondos de la empresa y de estar involucrado en actividades de comercialización. El negarse a ofrecer a otros investigadores resultados o materiales de investigación también depende de estar involucrado en actividades de comercialización y, además, de realizar investigación en genética y, curiosamente, contar con tasas de publicación mayores. No se ofrece una explicación clara para esto último, sino que se insiste en la complejidad de los vínculos entre financiación y resultados.
- Campbell (1997) muestra que los profesores que están más involucrados en actividades de colaboración son más propensos a apoyar prácticas que pueden generar conflictos, como la licencia exclusiva de tecnología.
- Feller (1997) sugiere que la reducción del volumen de investigación básica y el secretismo resultante de la creciente cooperación pueden dañar el proceso de innovación.
- Geuna (1999) ha detectado que en Europa se ha producido, imprevistamente, una polarización de universidades entre aquéllas que conservan su prestigio histórico, atraen subvenciones y también un volumen absoluto de financiación empresarial considerable y otras más jóvenes, nacidas en la ola de la IUE, que no cuentan con tantos recursos públicos, dependen de la financiación empresarial en un porcentaje mayor que las anteriores y no pueden realizar investigación de prestigio.
- En un caso de estudio, el de la Universidad Louis Pasteur (Estrasburgo, Francia), Geuna et al. (2001) trasladan esta idea de la polarización al nivel de los laboratorios. Centrados en la disciplina de química, encuentran que algunos laboratorios (18 de 55) han establecido relaciones duraderas con las empresas. Estos laboratorios tienen la mayoría de contratos y dichos contratos suelen estar orientados a más corto plazo,

ser del mismo presupuesto y contar con una mayor proporción de becas y servicios que en el caso de los laboratorios con relaciones no persistentes.

- David (2000) enfatiza los riesgos y costes de la interacción en términos de modificaciones inoportunas de las agendas de investigación.

Un ejemplo de la preocupación política internacional por algunos de estos riesgos es que la OCDE (2000) constata los cambios experimentados por las universidades en los últimos años (disminución y orientación más comercial de la investigación financiada públicamente, aumento de la investigación financiada por empresas, etc.) y recomienda y advierte la necesidad de mantener un cierto nivel de investigación básica a largo plazo y encontrar un equilibrio entre la enseñanza, la investigación y la transferencia de conocimiento.

Sin embargo, una idea reciente ha ganado peso en la literatura, y parece llevar el debate en otra dirección: se trata de negar que la IUE dependa de la investigación aplicada, y sí de la investigación básica. En este sentido, reseñamos los siguientes estudios:

- Koumpis y Pavitt (1999) cuentan la historia de la aparición y difusión de las tecnologías de reconocimiento de voz y proceso de lenguaje natural. Estudian datos de patentes, publicaciones científicas y una encuesta por Internet sobre estas tecnologías. Entre otros resultados, encuentran que el número de patentes ha crecido de forma espectacular, precedido de un crecimiento previo de las publicaciones científicas, lo que les lleva a clasificar estas tecnologías como basadas en la ciencia. Además, muchas de las empresas que las han difundido han sido derivadas de las universidades. Los autores recuerdan que ese fue también el caso de la biotecnología. Así, llegan, entre otras, a las dos reflexiones siguientes:
  - La emergencia de pequeñas empresas especializadas en tecnologías de reconocimiento de voz y proceso de lenguaje natural en EE.UU. ha dependido fuertemente de la fortaleza de universidades y CPI en las ciencias de base, más que en la presencia de empresas grandes en la misma región. El papel de la financiación pública inicial fue muy influyente sobre el desarrollo y la difusión de esas ciencias. El liderazgo mundial por parte de las empresas estadounidenses en las tecnologías citadas puede deberse, pues, al todavía mayor liderazgo de sus universidades en las ciencias de base. De ese modo, los autores insinúan que las políticas nacionales y europeas para emular la capacidad empresarial de la ciencia (basada en promocionar el capital-riesgo, los parques científicos y los llamados "cambios culturales") pueden estar perdiendo de vista que lo fundamental es mejorar la calidad de la ciencia europea, especialmente en campos emergentes.
  - La explicación intuitiva de la importancia de la ciencia pública y las empresas derivadas de la universidad es que, a medida que la producción de conocimiento sustituye a la producción material como motor de la innovación, la universidad contribuye a ella de forma más directa, a través del conocimiento. Pero, según los autores, esa no es la clave, ya que la universidad siempre ha contribuido a la innovación radical en forma indirecta, a través de la investigación y el entendimiento de fondo. Lo que verdaderamente ha cambiado es que los avances recientes tanto en biología molecular como en tecnologías de la información han reducido los costes de búsqueda y experimentación de problemas técnicos específicos y sus soluciones, y han facilitado consecuentemente que las

universidades contribuyan en algunas áreas tanto mediante el desarrollo como mediante la investigación.

- Mahdi y Pavitt (1997) llegan a conclusiones similares en el caso de la química computacional, que también califican como tecnología de base científica.
- Hicks et al. (2000) analizan casi 7000 artículos fechados entre 1993 y 1995 citados por las patentes y los comparan con el nivel de citas dentro de la comunidad científica. Encuentran una correlación entre los artículos citados por otros artículos y por las patentes, lo que les permite concluir que la investigación pública de calidad alta tiende a producir una base de conocimiento aplicado a la tecnología. Adicionalmente, encuentran que la tecnología viene basándose cada vez más en la ciencia.
- Behrens y Gray (2001) apuntan a examinar "si la fuente y tipo de la financiación de la investigación de estudiantes graduados está relacionada con diferencias en las experiencias y resultado de la investigación". Llevaron a cabo una encuesta en 1988 y 1989 a 482 estudiantes graduados en los departamentos de ingeniería química y eléctrica de 6 universidades punteras de EE.UU. que participaron en un programa público de investigación determinado. Encontraron una tasa de apoyo empresarial alta (la mitad de los estudiantes trabajaba en proyectos financiados por empresas, tres de cada cuatro supervisores recibían fondos privados) y que ello podía implicar diferencias menores con los proyectos públicos en términos de involucrarse en la investigación (por ejemplo, ser supervisados por catedráticos y profesores titulares o por académicos jóvenes y gente de la empresa). Sin embargo, destacaban las similitudes en términos de resultados y clima de libertad percibido (por ejemplo, a la hora de realizar investigación de calidad). Más diferencias surgen entre estar financiado por una fuente externa (tanto por el gobierno como por las empresas) y no estarlo. Esto último va asociado a investigación más a corto plazo y menos productiva). Los autores no encuentran, por lo tanto, apoyo al miedo de que la interacción pueda condicionar la libertad.
- Carayol (2001) ofrece una investigación empírica que resalta la diversidad de tipos de interacción universidad-empresa y proporciona ciertas explicaciones sobre sus causas. Construye una tipología a partir de datos recogidos en varios países y encuentra cinco tipos coherentes de interacción universidad-empresa. Subraya la importancia de la compatibilidad de agendas de investigación, propone fundamentos microeconómicos de los procesos de emparejamiento y comprueba que dos formas polares de colaboración pueden ocurrir con más probabilidad. Extrapola estas dos formas exponiendo dos modelos de interacción que exhiben, tanto el uno como el otro, mejores prácticas específicas y resultados valiosos socialmente.

Básicamente, estas ideas están defendiendo que existe una relación de complementariedad entre ciencia pública y ciencia privada de calidad. A escala macroeconómica, tal hipótesis ha sido comprobada en un cuerpo extenso de la literatura, del que dan cuenta David et al. (2000), que además señalan lo aparentemente contradictorio de muchos resultados. David y Hall (2000) proponen un modelo teórico que explica que a corto plazo puedan producirse efectos de sustitución y a largo plazo efectos de complementariedad, lo que justificaría la evidencia dispar.

3.2.2.C) ¿Consigue la promoción de la interacción universidad-empresa estimularla efectivamente?

Otra de las cuestiones que se plantea en torno al debate de la IUE es si el estímulo a la transferencia de resultados tangibles desde la universidad a la empresa es, de hecho, efectivo, porque conlleva la formalización de las relaciones, quizás sobrevalore la calidad comercial de los resultados tangibles y no comprenda con precisión los requerimientos científicos de las empresas.

Respecto al primer punto, Faulkner y Senker (1995) han mostrado cómo el marcado énfasis sobre los proyectos formales no implica que las colaboraciones informales no sean importantes, y que aquéllos sólo representan la punta del iceberg. Más que ver las interacciones formales e informales como sustitutos, se debe entender que los proyectos formales suelen ser precedidos o iniciados por relaciones informales. Para ellos, la relación entre universidades y empresas está mediada a través de contactos formales e informales en forma de consultoría, financiación e intercambio de ideas, instrumentos y prácticas y resultados de investigación.[27]

Abundando en este sentido, Rappert et al. (1999), a través de entrevistas a una serie de empresas derivadas de las universidades en sectores de tecnología punta, encuentran que éstas opinan que las universidades carecen de habilidades empresariales, que organizan su trabajo de forma difícil de gestionar y que no están interesadas en desarrollar tecnología o en evaluarla con propiedad. Aun así las empresas aprecian que se producen cambios en las universidades y que éstas adoptan una orientación más contractual y comercial. Los vínculos informales no parecen salir afectados de ello porque las empresas que antes los mantenían siguen manteniéndolos, aunque a veces aprecien que los universitarios negocian en términos de mercado que no dominan, porque "el deseo de ser comercial no hace automáticamente comercial" (op. cit., pág. 882). Los vínculos formales sí que resultan afectados porque las empresas advierten que los universitarios sobrestiman su propiedad industrial y que los acuerdos contractuales en esa materia pueden ser muy difíciles.

Respecto al último punto, de una encuesta a 2300 empresas alemanas, Beise y Stahl (1998) extraen que las universidades son citadas por las empresas con innovaciones apoyadas públicamente como la fuente más importante, por delante de otras instituciones de contenido más aplicado o tecnológico, por lo que distinguen entre una orientación aplicada de la investigación y una transferencia de conocimiento exitosa. Lo achacan a que, frente a la concepción habitual, las empresas demandan de las universidades conocimientos generales y una puesta al día sobre el estado del arte más que resultados tangibles.

En este sentido, como observa Pavitt (2000b), no está claro que la presión política por la aplicación tenga de hecho repercusión en las empresas. El autor se pregunta por qué los directivos, por ejemplo, esperarían de las instituciones de investigación básica que fueran activas en perseguir las mismas metas de investigación en las que de todos modos trabajan sus empleados de I+D.

Por otro lado, Meyer-Krahmer y Schmoch (1998) proponen un marco teórico sobre la interacción universidad-empresa en términos de que la interacción puede permitir la

[27] Mora et al. (2003) ofrecen un contraste empírico sobre la importancia de estos factores contextuales y organizativos como determinantes del éxito de la cooperación en I+D a partir de una muestra de 800 acuerdos del CDTI entre empresas españolas y centros públicos de investigación (un 60% de los cuales son universidades).

evolución hacia nuevos paradigmas tecnológicos, pero también puede provocar el estancamiento en los viejos paradigmas, de forma irreversible, debido a la "dependencia de la senda". En Alemania, por ejemplo, intuyen que así como la interacción en las áreas de base científica está abierta a la adopción de nuevas tecnologías, en tecnologías de la producción, una industria representativa de la industria de ingeniería mecánica en general, donde existen relaciones tradicionales, ocurre lo contrario y la integración de nuevas tecnologías es insuficiente.

3.2.3. Una perspectiva de síntesis: cómo hacer algunas aportaciones adicionales

Como se puede observar en la revisión bibliográfica expuesta en los apartados anteriores, el fenómeno de la IUE ha sido ampliamente estudiado sobre todo en el caso de países líderes en tecnología, mientras que pocos esfuerzos se han hecho en el caso de países seguidores de los líderes, como, según la UE (2001), Italia o España, donde Geuna (1999: p. 173) piensa que puede haber un mayor margen para el desarrollo de la IUE antes de que dé lugar a consecuencias no esperadas. Por ello, convendría contar con estudios sobre estos países o sus regiones (que a partir de ahora llamaremos regiones tecnológicamente débiles), si se considera que la IUE se produce significativamente a esa escala. Siendo ese nuestro principal interés, una primera hipótesis (H) a plantearse sería, a raíz del debate positivo del apartado *3.2.1*:

H1: los cambios de actitud de la comunidad académica se ratifican en regiones tecnológicamente débiles.

Para entrar en los debates normativos reseñados en el apartado 3.2.2, empezamos por plantearnos una hipótesis derivada del *apartado 3.2.2.A)*, que concreta la anterior:

H2: el apoyo a los objetivos de la IUE en regiones tecnológicamente débiles es similar al que detecta Lee (1996) en el caso estadounidense.

No obstante, no seguiremos a Lee (1996) completamente, puesto que nuestro interés es considerar objetivos declarados de la IUE que él no incluía, como obtener financiación adicional para las actividades de I+D y adecuar los programas docentes. Por otro lado, diferimos de él al no considerar la licencia de patentes ni la realización de consultoría como objetivos sino como instrumentos, que incluiremos entre los posibles determinantes (véase hipótesis H2b más adelante).

Nuestra intención es realizar una serie de estimaciones econométricas que contrasten las siguientes hipótesis. Las dos primeras proceden de la anterior:

H2a: los determinantes del apoyo a los objetivos de la IUE identificados por Lee (1996) coinciden con los de regiones tecnológicamente débiles.

H2b: existen otros determinantes significativos del apoyo a los objetivos de la IUE distintos de los de Lee (1996).

Respecto a estos determinantes, pretendemos incluir variables como las características personales (p. ej. edad, género, escala docente, ocupación de cargo directivo, duración de las estancias en el extranjero o número de sexenios). Adicionalmente, como contrapartida al miedo a los efectos negativos, deberíamos incluir, siguiendo a Meyer-Krahmer y Schmoch (1998) los incentivos (financiación adicional, intercambio de conocimientos, carrera científica, etc.) y los instrumentos (investigación conjunta, contactos informales, formación de personal, etc.) para hacerlo.

H2c: los factores determinantes del apoyo a los objetivos de la IUE son comunes a todos los objetivos.

Esta última hipótesis viene motivada porque, en contra de lo que Lee parecía concluir, cabe preguntarse si hay diferencias de significatividad y signo entre los determinantes, en especial porque éstas podrían suponer que un mismo individuo no apoya todos los objetivos al mismo tiempo.

Por otra parte, y por lo que sabemos, no ha habido intentos de cuantificar el impacto de la financiación empresarial sobre la I+D académica, cuestión que resulta interesante para contrastar la siguiente hipótesis, en especial a raíz de la posibilidad apuntada en el apartado 3.2.2.B) de que las empresas estén principalmente interesadas en la investigación académica básica:

H3: la financiación empresarial de la I+D académica ejerce un impacto negativo sobre la investigación básica y positivo sobre la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico.

Para lograrlo, nos vamos a preguntar cuáles son los determinantes del tiempo dedicado a la I+D académica, según su naturaleza, y, en especial, cuál es el impacto de la financiación empresarial del presupuesto de I+D. Ya que algunas variables explicativas coinciden con las que planteábamos anteriormente, trataremos de contrastar la siguiente hipótesis:

H3a: los determinantes del tiempo dedicado a actividades de I+D académicas, según su naturaleza, coinciden con los del apoyo a los objetivos de la IUE.

Por último, pretendemos abordar el debate planteado en el apartado 3.2.2.C) mediante una estimación de los determinantes de la cooperación en I+D de los universitarios con las empresas, y en especial, del impacto de las medidas de política universitaria y pública para promocionarla. Al hacerlo, una vez más, estaremos utilizando determinantes comunes a los empleados para responder a las preguntas de los apartados anteriores, luego trataremos de resolver también si coinciden en todos los casos. Así, surgen las dos hipótesis siguientes:

H4: las medidas de política universitaria y pública para promover la IUE ejercen un impacto significativo sobre la IUE.

H4a: los determinantes de la cooperación de los universitarios con las empresas coinciden con los del apoyo a los objetivos de la IUE y con los del tiempo dedicado a las actividades de I+D académicas.

Dado que la muestra a utilizar para realizar nuestras aportaciones procede de la Comunidad Valenciana, una región de España, nos ha parecido adecuado situar la realidad de la IUE en el contexto valenciano, mediante una revisión bibliográfica, en el apartado 3.3, antes de exponer la metodología del estudio empírico, en el apartado Cuadro 13.

3.3. Interacción universidad-empresa en la Comunidad Valenciana y caracterización de su entorno económico

Precedida por una visión global del caso español en el que se enmarca, ofrecemos una panorámica de las tendencias de la IUE en el caso valenciano en el apartado 3.3.1. De cara a entender mejor sus causas, completamos la descripción del caso valenciano con una caracterización de su entorno económico en el apartado 3.3.2.

3.3.1. Tendencias de la interacción universidad-empresa en los casos español y valenciano

De acuerdo con Vence (1995), la interacción universidad-empresa se presenta como una buena oportunidad para las economías periféricas, donde las empresas pueden realizar un esfuerzo en I+D limitado. Pero allí también es mayor el riesgo de que las universidades se desvinculen de las necesidades de las empresas, dado que la producción científica se evalúa por criterios de excelencia internacionales y las universidades deben hacer investigación punta que las empresas de estos países, especialmente los países en vías de desarrollo, no tienen capacidad de absorber.

En España, Vence (1995) señala como hitos más importantes de la evolución de la interacción universidad-empresa la creación de las fundaciones universidad-empresa a finales de la década de 1970, la promulgación de la Ley de Reforma Universitaria en 1983 (por la que se permitía e incentivaba la contratación con empresas a través de su artículo 11), la aprobación de la Ley de la Ciencia de 1986 y la creación de las OTRI de 1988. La financiación empresarial de la investigación universitaria ha crecido hasta situarse en el 30 por ciento del total en algunas universidades, pero todavía no se puede hablar de relaciones fluidas ni frecuentes.

Tanto es así que la mayoría de estudios sobre interacción universidad-empresa o, de forma más amplia, de la difusión del conocimiento en España, arrojan una visión poco optimista de la situación actual. En ese sentido apunta el estudio de Cotec (1999), de ámbito nacional, cuando diagnostica que "el número de empresas que colaboran con el sistema público de I+D para sus actividades de innovación es excesivamente reducido, aun dentro de las empresas que realizan I+D".

A partir de una encuesta de 1998 a 56 empresas que contrataron con las universidades de Madrid a través de la FUE, entre 1989 y 1997[28], Cotec (1999) concluye que las empresas aprecian el desarrollo y ejecución de los contratos por parte de las universidades y que éstos repercuten sobre sus innovaciones tecnológicas, pero al mismo tiempo que la I+D universitaria no presenta una rentabilidad clara. Por otro lado, una segunda encuesta a 100 de los equipos de I+D que fueron contratados a través de la FUE, más una tercera encuesta de 1997 a 208 investigadores[29], sirven para concluir que hay una relación positiva entre el grado de relación con las empresas y los recursos humanos y financieros, las publicaciones por investigador y la producción tecnológica de los grupos de investigación universitarios.

Comparando los resultados de la última encuesta mencionada con los de otra encuesta de 1997 a 82 empresas de tres provincias castellano-leonesas, Cotec (1999) interpreta que las universidades ofrecen investigación para algunos sectores de peso en la economía regional, como agroalimentación o materiales y energía, pero también para otros de menor peso, como química y farmacia o electricidad y electrónica; que si bien se dirigen a PYMES, lo hacen más frecuentemente a grandes empresas; que de las distintas actividades de innovación se dedican con creces a la de I+D, pero no a otras como la mejora de calidad o la ingeniería de procesos; que se hacen propuestas de investigación a muy corto plazo, pero sobre todo a más largo plazo del que desearían las empresas; y que las formas de colaboración que desean las universidades son los

[28] La representatividad de los resultados es discutible, dado el escaso número absoluto de observaciones consideradas.

[29] Se trata de investigadores responsables de proyectos del Plan Nacional de I+D o de proyectos de los Programas Marco II y III de la Unión Europea.

proyectos y contratos de I+D, mientras que las empresas preferirían el intercambio de información.

Bayona et al. (2001) construyen una variable dicotómica que identifica qué empresas cooperan en I+D y qué empresas no lo hacen, si bien no distinguen con qué instituciones se coopera. Los autores buscan los posibles factores explicativos de tal dicotomía con datos y variables de la "Encuesta sobre innovación tecnológica" del Instituto Nacional de Estadística, para una muestra de 1652 empresas españolas en 1996. Mediante una regresión logística, encuentran significativos ciertos motivos para cooperar, como la complejidad de la tecnología y la minimización de la incertidumbre, pero no otros motivos comprobados por estudios con muestras de otros países, como el acceso a los mercados y la búsqueda de oportunidades. Ofrecen como explicación la particularidad del sistema español de innovación, pero postergan el profundizar hasta realizar investigación futura. También comprueban que el tamaño y la capacidad de absorción de la empresa influyen significativa y positivamente sobre la cooperación.

Una aproximación a la diferencia entre instituciones que cooperan se encuentra en Navarro (2002). Comparando los datos de la citada "Encuesta sobre innovación tecnológica" con los de las *Statistics on Innovation in Europe* de la Comisión Europea y Eurostat, el autor pone de manifiesto que, en España, las universidades, seguidas de los CPI y centros tecnológicos, aparecen citados en primer lugar como los socios con los que las empresas cooperan en innovación, mientras que en el conjunto de países de la UE las universidades aparecen citadas en tercer lugar. Lo achaca a que en España las empresas pueden de esta manera acceder a fondos para la investigación a través de la participación en programas públicos. También encuentran que la cooperación es mayor, en niveles, en empresas grandes, de sectores de tecnología alta, pertenecientes a un grupo (especialmente si es multinacional) y que realizan I+D sistemática.

Estos resultados generales deben ser matizados según la región española de que se trate. Atendiendo a diversos indicadores de I+D y patentes, Coronado y Acosta (1999) clasifican las comunidades autonómicas españolas en regiones tecnológicamente avanzadas (Madrid, Cataluña, País Vasco, Navarra y la Comunidad Valenciana) y regiones en la periferia tecnológica, respecto a la media española. A partir de una muestra de 1342 empresas[30], entre 1989 y 1995, los autores encuentran que el impacto de la localización geográfica depende del tipo de región. En las regiones tecnológicamente avanzadas, las empresas ubicadas en una aglomeración urbana o zona funcional tienen mayores posibilidades de innovar, como consecuencia de la presencia de externalidades positivas (mejores comunicaciones e infraestructuras, flujo de conocimientos, aprendizaje, etc.). En las regiones periféricas, las aglomeraciones urbanas no son relevantes, debido a deficiencias estructurales (carencia de redes que favorezcan el aprendizaje, mala calidad de las infraestructuras, dependencia de sectores productivos tradicionales, carencia de mano de obra especializada, etc.) En estas condiciones, de lo que se trata es de optimizar la interacción universidad-empresa en el primer grupo de regiones, entre los que los autores incluyen la Comunidad Valenciana, más que de fomentarlas per se.

Sin embargo, clasificar a la Comunidad Valenciana como una región tecnológicamente avanzada, aun comparando con la media española, es discutible. Para Fernández et al. (2001), por ejemplo, es una región con muchas carencias entre las que

[30] Son empresas que han acudido al CDTI para solicitar algún tipo de ayuda con que subvencionar su actividad tecnológica.

destaca el desequilibrio de la inversión en I+D, que corresponde en casi tres cuartas partes al sector público, y la falta de desarrollo de los sectores empresariales de nivel tecnológico alto.

En ese sentido, la Comunidad Valenciana encaja mejor en la definición que Martínez et al. (1999) dan de región intermedia. Para estos autores, las regiones pueden clasificarse en regiones centrales, periféricas e intermedias. Mientras en las regiones centrales tienden a aglomerarse centros de I+D y actividades de alta tecnología, en las regiones periféricas hay una práctica ausencia de actividades de investigación. En cambio, en las regiones intermedias suele producirse un desequilibrio entre los diferentes agentes ejecutores de la I+D -empresas, universidad y administración pública- de forma que alguno de ellos participa mas que los otros en el progreso técnico regional. En esta situación se hace necesario que se promocione la interacción universidad-empresa para aprovechar mejor las sinergias entre los agentes ejecutores de la I+D regional. Los autores estudian el caso de una región intermedia española, Aragón, mediante una encuesta en 1997 a 96 empresas aragonesas y 60 profesores de la universidad de Zaragoza que participan en proyectos de colaboración con empresas.

En el caso de las empresas, los autores encuentran que se relacionan con las universidades mediante la participación en proyectos de I+D nacionales, la prestación de servicios de asesoría, la asistencia técnica y el uso de laboratorios universitarios. Recurren de forma escasa a los proyectos europeos de investigación, lo que constituye una característica inherente a las regiones periféricas e intermedias. La forma más señalada de establecer contacto es que las empresas se dirijan directamente a la universidad y, a continuación, que se reciban propuestas de colaboración desde la universidad. Los autores deducen que la relación universidad-empresa no es un fenómeno institucionalizado, ya que sólo un tercio de las empresas recurren a la vía institucional (la solicitud o recepción de propuestas de FUE y OTRI). La ventaja más importante que encuentran al relacionarse es el aumento de conocimientos, seguida de la posibilidad de disponer de servicios adicionales (uso de laboratorios, ensayos y desarrollo de prototipos) y de la mejora de la imagen de la empresa. No se aprecian ventajas para aspectos como la obtención de patentes. El grado de importancia de los posibles problemas experimentados al relacionarse es bastante bajo. Sólo el retraso en el cumplimento de objetivos tiene una cierta importancia, seguido de los problemas de comunicación. No parece haber existido ningún problema con la propiedad industrial.

Por parte de la universidad, los resultados de Martínez et al. (1999) muestran que el criterio valorado en primer lugar para decidir el tipo de colaboración con la industria es el contenido tecnológico, en el sentido de poder aplicar los conocimientos científicos. Los principales beneficios apuntan en esa dirección, ya que se menciona la resolución de problemas reales e implicar a los alumnos en las rutinas de la empresa. Los principales problemas coinciden en cierta forma con los de las empresas, ya que el más acentuado es el de los retrasos en el cumplimiento de objetivos y en este caso es también de aplicación el de los pagos. La principal barrera para colaborar es que la empresa muestra a priori poco interés en la investigación universitaria. Destaca que los profesores encuestados no consideren la transferencia de tecnología como algo negativo para su actividad investigadora. La transferencia es más eficiente cuanto mayor sea el nivel tecnológico de la empresa, lo que refuerza la política de los recursos humanos con los egresados. No obstante, se detecta la sensación de que la universidad tendría que hacer esfuerzos adicionales para implicarse más en el sistema de innovación regional.

Existe un precedente de encuesta a los académicos de la Comunidad Valenciana sobre interacción universidad-empresa. A partir del estudio de la contratación de I+D de las

universidades, Sweeney (1993) concluye que sus vínculos con la economía son débiles y presentan un enfoque poco multidisciplinar, así como una orientación alejada de la economía regional (p. 194). A continuación realiza una encuesta postal a 513 profesores universitarios[31] para obtener información más cualitativa. Entre los principales resultados figura que tanto el profesorado en general como los profesores punteros, se limitaban mayormente al ámbito académico, que el nivel de relaciones con PYMES era bajo y desproporcionado en relación con las grandes empresas, que la investigación académica carecía de cualificación tecnológica y se dirigía a economías fuera de la región; como aspecto positivo destacaba que en las áreas tecnológicas en que se especializaba la universidad, las relaciones con empresas de la región eran más fluidas, lo que se atribuía al "apego a la tierra".

La encuesta se complementó con entrevistas estructuradas a 54 profesores con antigüedad y jerarquía. De ellas se extrajo que los profesores de menor excelencia científica conseguían más financiación empresarial y que parecían menos limitados al ámbito académico, que en general hay desconocimiento del clima industrial y falta de contacto con las empresas, y que los límites se deben a necesidades académicas, aunque la mitad de los entrevistados se mostró a favor de involucrarse más profundamente en las necesidades de la economía.

El Cuadro 2 permite obtener una imagen más actual de la situación de la contratación de las universidades de la Comunidad Valenciana. El total de contratos ha aumentado, más en presupuesto (11%) que en número (4,3%), por lo que también ha aumentado el importe medio (6,8%), lo que indica el énfasis puesto en la interacción universidad-empresa. Sin embargo, sólo cabe achacar el crecimiento del importe medio del total de contratos al de los contratos de I+D (ya que, a pesar de haber experimentado un aumento modesto (0,2%), se trata de la partida de importe medio más cuantioso) y al de los contratos de prestación de servicios (de un nivel de importe medio pequeño). Por el contrario, los contratos que más han crecido en número, los de apoyo tecnológico y asesoría, han decrecido en importe medio. Esto podría indicar que el aumento del número de contratos va asociado a una polarización del importe medio por tipo de contrato: un práctico mantenimiento del importe medio de los contratos de I+D frente a un abaratamiento de los contratos de apoyo tecnológico y asesoría.

[31] Un 87 por ciento pertenecía a disciplinas científicas y tecnológicas y un 12 por ciento a economía y ciencias sociales (se excluyó las áreas de humanidades y similares).

Cuadro 2. Evolución de las actividades de las OTRI de las universidades de la Comunidad Valenciana (número y miles de pesetas)

Tipo de contrato	*1995*	*1996*	*1997*	*1998*	*1999*	*2000*	*2001*	*Tasa crec. 95-01*
De I+D								
Número	214	218	251	261	673	497	673	17,8
Presupuesto	947.432	1.225.359	1.712.111	1.341.328	1.770.921	2.100.756	3.019.371	18,0
Importe medio	4.427	5.621	6.821	5.139	2.631	4.227	4.486	0,2
De apoyo tecnológico y asesoría								
Número	197	286	350	404	743	405	2.081	40,0
Presupuesto	834.089	1.011.730	1.305.827	1.452.976	967.805	1.183.139	2.158.989	14,6
importe medio	4.234	3.538	3.731	3.596	1.303	2.921	1.037	-18,2
Acuerdos marco y convenios de colaboración								
Número	85	97	67	123	108	89	142	7,6
Presupuesto	224.308	28.092	19.087	80.253	156.365	154.046	210.028	-0,9
Importe medio	2.639	290	285	652	1.448	1.731	1.479	-7,9
Prestación de servicios (análisis y otros)								
Número	2.824	3.140	4.049	3.650	3.171	3.372	1.730	-6,8
Presupuesto	486.853	525.991	775.937	601.105	541.812	655.230	408.586	-2,5
Importe medio	172	168	192	165	171	194	236	4,6
Actividades de formación								
Número	161	94	82	57	33	29	54	-14,4
Presupuesto	265.840	239.354	190.788	214.861	65.819	44.993	82.512	-15,4
Importe medio	1.651	2.546	2.327	3.769	1.995	1.551	1.528	-1,1
Total								
Número	3.481	3.835	4.799	4.495	4.728	4.392	4.680	4,3
Presupuesto	2.758.521	3.030.525	4.003.750	3.690.523	3.502.722	4.138.164	5.879.486	11,4
Importe medio	792	790	834	821	741	942	1.256	6,8

Nota: en el caso de la UJI, parte de las actividades típicas de las OTRI se realizan mediante la Fundación Universidad-Empresa y el ITC. No incluida la UCH.
Fuente: Alto Consejo Consultivo (2002).

3.3.2. Caracterización tecnológica del entorno económico de la Comunidad Valenciana

La Comunidad Valenciana aporta a España casi el 10% del valor añadido bruto y algo más del empleo total (Cuadro 3). En torno a dos terceras partes del valor añadido bruto y del empleo total provienen del sector servicios, al igual que en el conjunto de la nación. Destacan la especialización relativa en la rama de comercio y reparación, frente a la falta relativa de especialización en las ramas de intermediación financiera, y educación y sanidad de mercado y los servicios de no mercado. A continuación, el sector de la industria genera aproximadamente la tercera parte del valor añadido bruto y el empleo total, también como en el conjunto de la nación. Dentro de la industria, la Comunidad Valenciana se encuentra especializada en las manufacturas, entre las que, a su vez, destaca la especialización relativa de las ramas de otros productos minerales no metálicos (que incluyen la industria cerámica), textil, confección, cuero y calzado, industrias manufactureras diversas (que incluye la industria del mueble) y madera y corcho, frente a la falta de especialización relativa en ramas como equipo eléctrico, electrónico y óptico, industria química y fabricación de material de transporte, así como, por otro lado, la del sector energético.

Cuadro 3. Distribución del valor añadido bruto a precios básicos (corrientes) y del empleo total, por ramas de actividad – Comunidad Valenciana (2000)

Rama de actividad	*Valor añadido bruto (miles de euros)*	*Distribución del valor añadido bruto*	*Empleo total (miles de empleos)*	*Distribución del empleo total*	*% sobre España – valor añadido bruto*	*% sobre España – empleo total*
1, Agricultura, ganadería y pesca	1.447.910	2,71%	83,1	4,89%	7,20%	7,75%
2, Industria incluida la energía y la construcción	17.723.880	33,11%	580,8	34,18%	10,66%	12,50%
Energía	1.153.693	2,16%	8,9	0,52%	6,38%	7,04%
Manufacturas	11.653.467	21,77%	396,2	23,31%	11,65%	13,70%
Alimentación, bebidas y tabaco	1.240.920	2,32%	42,5	2,50%	8,56%	10,16%
Textil, confección, cuero y calzado	1.811.761	3,38%	95,1	5,60%	23,86%	24,78%
Madera y corcho	510.958	0,95%	20,3	1,19%	18,83%	16,69%
Papel; edición y artes gráficas	693.512	1,30%	20,7	1,22%	7,71%	9,46%
Industria química	614.147	1,15%	9,5	0,56%	6,79%	6,57%
Caucho y plástico	545.013	1,02%	14,2	0,84%	10,88%	11,31%
Otros productos minerales no metálicos	2.031.693	3,80%	50,4	2,97%	25,12%	25,15%
Metalurgia y productos metálicos	1.239.907	2,32%	47,0	2,77%	9,44%	11,55%
Maquinaria y equipo mecánico	550.225	1,03%	19,9	1,17%	7,92%	10,04%
Equipo eléctrico, electrónico y óptico	380.905	0,71%	12,0	0,71%	5,20%	6,72%
Fabricación de material de transporte	985.918	1,84%	21,1	1,24%	8,29%	7,54%
Industrias manufactureras diversas	1.048.508	1,96%	43,5	2,56%	21,78%	20,27%
Construcción	4.916.720	9,19%	175,7	10,34%	10,21%	10,79%
3, Actividades de los servicios	36.423.258	68,05%	1,035,5	60,93%	9,46%	10,12%
Servicios de mercado	29.624.651	55,35%	740,0	43,54%	9,78%	10,69%
Comercio y reparación	7.340.343	13,71%	322,6	18,98%	11,37%	13,03%
Hostelería	4.106.148	7,67%	97,8	5,75%	8,84%	9,98%
Transportes y comunicaciones	4.472.549	8,36%	87,4	5,14%	9,69%	9,54%
Intermediación financiera	2.629.105	4,91%	31,8	1,87%	8,78%	8,89%
Inmobiliarias y servicios empresariales	7.799.004	14,57%	109,2	6,43%	9,74%	9,71%
Educación y sanidad de mercado	1.773.488	3,31%	47,3	2,78%	8,76%	7,74%
Otras actividades sociales y otros servicios de mercado	1.504.014	2,81%	43,9	2,58%	9,79%	9,64%
Servicios de no mercado	6.798.607	12,70%	295,5	17,39%	8,27%	8,92%
Total	53.523.631	100,00%	1,699,4	100,00%	9,73%	10,65%

Fuente: elaboración propia a partir del servidor web del INE: www.ine.es, con datos de la *Contabilidad Regional de España. Base 1995.* Estimación provisional.

Agrupando las ramas de actividad según su contenido tecnológico (bajo, medio o alto), la distribución de ciertas variables permite aproximarse a la caracterización tecnológica de la Comunidad Valenciana. Hemos podido hacerlo con el empleo, las exportaciones y las importaciones. Empezando por el empleo (Cuadro 4), se puede apreciar que la Comunidad Valenciana está especializada en actividades de contenido tecnológico bajo y medio, y que lo está en mayor proporción que la media española. La evolución desde 1993 a 2001 muestra una tendencia a favor del empleo en actividades de contenido tecnológico alto, si bien moderada, sobre todo en comparación con la media española.

En cuanto a las exportaciones de la Comunidad Valenciana (Cuadro 4), se detecta en su distribución porcentual una especialización aún más marcada en actividades de contenido tecnológico bajo y medio, que desde 1988 hasta 2001 evoluciona en contra de las de contenido tecnológico alto. Algo similar ocurre al comparar la ratio de las exportaciones valencianas sobre el conjunto español: ha sido siempre relativamente alto (por encima del 10% que correspondería a su aportación al VAB y al empleo), debido fundamentalmente a las actividades de contenido tecnológico bajo. Además, adviértase que la ratio se ha mantenido en descenso desde 1988 hasta 2001, con una caída atribuible a las actividades de todos los contenidos tecnológicos, siendo mayor en el caso de las de contenido tecnológico alto.

En la distribución porcentual de las importaciones de la Comunidad Valenciana (Cuadro 4) también predominan las actividades de contenido tecnológico bajo, que se han mantenido en torno a algo menos del 50 por ciento entre 1988 y 2001. Durante ese período, las actividades de contenido tecnológico medio han sustituido parcialmente a las de contenido tecnológico alto, partiendo ambas de niveles similares. Respecto al conjunto español, la ratio de las importaciones valencianas ha sido siempre relativamente bajo (por debajo del 10% que correspondería a su aportación al VAB y al empleo), debido fundamentalmente a las actividades de contenido tecnológico alto. La evolución de esta ratio se ha mantenido estable desde 1988 hasta 2001, al compensarse el aumento de los niveles de las actividades de contenido tecnológico alto y medio con el descenso de los niveles de las actividades de contenido tecnológico bajo.

Cuadro 4. Población ocupada total de la Comunidad Valenciana, según el contenido tecnológico de las actividades económicas, 1993-2001

Año	*Distribución porcentual*				*Porcentaje sobre España*			
	Act. de contenido tecn. bajo	*Act. de contenido tecn. medio*	*Act. de contenido tecn. alto*	*Total*	*Act. de contenido tecn. bajo*	*Act. de contenido tecn. medio*	*Act. de contenido tecn. alto*	*Total*
1993	42,32	39,71	17,98	100	10,18	11,16	7,92	10,02
1994	42,72	38,87	18,41	100	10,61	11,15	8,30	10,28
1995	43,61	37,19	19,19	100	11,02	10,95	8,71	10,46
1996	41,64	39,49	18,87	100	10,92	11,43	8,28	10,47
1997	41,28	38,65	20,07	100	10,56	11,08	8,54	10,26
1998	40,19	40,06	19,75	100	10,55	11,44	8,48	10,37
1999	40,17	39,47	20,36	100	10,60	11,40	8,59	10,40
2000	40,03	39,64	20,33	100	10,92	11,96	8,68	10,73
2001	40,74	38,67	20,58	100	11,09	11,73	8,60	10,68

Nota: sectores CNAE-93 de intensidad teconológica alta: 24, 29-35, 64-75, 90, 92; intensidad tecnológica media: 25, 26, 28, 37, 50-52, 80, 85, 91, 93, 95, 99; e intensidad tecnológica baja: 01-23, 27, 36, 40, 41, 45, 55-63.
Fuente: INE y elaboración propia del IVIE.

Cuadro 5. Importe de las exportaciones de la Comunidad Valenciana, según el contenido tecnológico de las actividades económicas, 1988-2001

Año	*Distribución porcentual*				*Porcentaje sobre España*			
	Act. de contenido tecn. bajo	*Act. de contenido tecn. medio*	*Act. de contenido tecn. alto*	*Total*	*Act. de contenido tecn. bajo*	*Act. de contenido tecn. medio*	*Act. de contenido tecn. alto*	*Total*
1988	56,62	30,76	12,62	100	18,97	14,65	12,16	16,33
1989	55,96	32,01	12,04	100	19,33	14,69	10,35	16,04
1990	53,77	34,73	11,51	100	18,87	15,50	9,65	15,92
1991	47,24	37,91	14,85	100	18,45	16,56	12,57	16,58
1992	50,40	35,52	14,08	100	18,79	14,08	10,83	15,37
1993	51,99	35,09	12,92	100	17,91	13,38	9,41	14,50
1994	51,32	38,61	10,07	100	18,49	14,34	7,52	14,69
1995	50,77	39,92	9,31	100	17,67	13,89	6,91	14,09
1996	49,82	38,20	11,99	100	16,84	13,32	8,24	13,74
1997	52,28	37,60	10,12	100	16,86	12,97	7,19	13,50
1998	51,25	38,71	10,05	100	17,16	12,66	6,67	13,24
1999	48,40	42,72	8,89	100	16,45	13,80	5,63	13,13
2000	48,11	43,12	8,77	100	15,19	13,19	5,29	12,36
2001	48,55	42,88	8,57	100	15,18	13,05	5,12	12,26

Nota: sectores CNAE-93 de intensidad teconológica alta: 24, 29-35, 64-75, 90, 92; intensidad tecnológica media: 25, 26, 28, 37, 50-52, 80, 85, 91, 93, 95, 99; e intensidad tecnológica baja: 01-23, 27, 36, 40, 41, 45, 55-63.
Fuente: Dirección General de Aduanas, AEAT, IVE y elaboración propia del IVIE.

Cuadro 6. Importe de las importaciones de la Comunidad Valenciana, según el contenido tecnológico de las actividades económicas, 1988-2001

Año	*Distribución porcentual*				*Porcentaje sobre España*			
	Act. de contenido tecn. bajo	*Act. de contenido tecn. medio*	*Act. de contenido tecn. alto*	*Total*	*Act. de contenido tecn. bajo*	*Act. de contenido tecn. medio*	*Act. de contenido tecn. alto*	*Total*
1988	47,69	25,29	27,01	100	8,30	6,92	6,26	7,29
1989	49,15	26,11	24,75	100	8,16	6,92	5,43	6,97
1990	52,28	25,06	22,66	100	8,37	6,66	4,83	6,80
1991	49,59	25,30	25,10	100	8,29	7,02	5,62	7,12
1992	48,55	28,25	23,20	100	8,36	7,35	5,73	7,30
1993	47,12	32,73	20,15	100	8,51	9,02	5,64	7,85
1994	48,87	31,16	19,96	100	9,16	8,84	5,88	8,16
1995	49,53	31,55	18,92	100	9,31	8,49	5,49	8,01
1996	49,14	31,58	19,29	100	9,34	8,45	5,26	7,90
1997	48,37	32,20	19,44	100	9,36	8,50	5,39	7,96
1998	45,43	33,64	20,92	100	9,26	8,19	5,43	7,78
1999	43,62	34,88	21,50	100	9,12	8,25	5,32	7,67
2000	47,20	31,46	21,34	100	8,78	7,55	5,45	7,43
2001	48,41	30,56	21,03	100	9,33	7,77	5,74	7,82

Nota: sectores CNAE-93 de intensidad teconológica alta: 24, 29-35, 64-75, 90, 92; intensidad tecnológica media: 25, 26, 28, 37, 50-52, 80, 85, 91, 93, 95, 99; e intensidad tecnológica baja: 01-23, 27, 36, 40, 41, 45, 55-63
Fuente: Dirección General de Aduanas, AEAT, IVE y elaboración propia del IVIE.

En relación con el número de empresas totales que existen en la Comunidad Valenciana, hay que mencionar que supone un porcentaje algo superior al 10% del total nacional (Cuadro 7), que se mantiene prácticamente estable a raíz de una tasa de crecimiento del número de empresas similar a la española.

Cuadro 7. Evolución del número de empresas, 1996-2003

Año	*España*	*Comunidad Valenciana*	*% Comunidad Valenciana/ España*	*Tasa de variación España*	*Tasa de variación Comunidad Valenciana*
1996	2.384.711	250.25	10,5%		
1997	2.438.830	256.319	10,5%	2,3%	2,4%
1998	2.474.690	260.505	10,5%	1,5%	1,6%
1999	2.518.801	266.763	10,6%	1,8%	2,4%
2000	2.595392	276.032	10,6%	3,0%	3,5%
2001	2.645.317	281.932	10,7%	1,9%	2,1%
2002	2.710.400	288408	10,6%	2,5%	2,3%
2003	2.813.159	299.452	10,6%	3,8%	3,8%

Fuente: elaboración propia a partir del servidor web del INE: www.ine.es, con datos del *Directorio Central de Empresas.*

Si nos fijamos en el tamaño de las empresas valencianas, se observa que, en general, son muy pequeñas (Cuadro 8). En 2003, sólo un 0,9% del total tienen 50 empleados o más. En comparación con el conjunto del estado, la Comunidad Valenciana cuenta con una proporción superior de microempresas (menos de 6 trabajadores) y empresas pequeñas (entre 6 y 99 trabajadores) e inferior de empresas medianas y grandes (mayores de 99 trabajadores).

Cuadro 8. Número de empresas, por estrato de asalariados (2003)

Estrato de asalariados	*Comunidad Valenciana*	*% total*	*España*	*% total*	*% Comunidad Valenciana/ España*
<6	263.890	88,12%	2.506.104	89,09%	10,53%
6-19	26.797	8,95%	230.502	8,19%	11,63%
20-49	6.200	2,07%	51.619	1,83%	12,01%
50-99	1.550	0,52%	13.486	0,48%	11,49%
100-199	622	0,21%	6.402	0,23%	9,72%
200-999	368	0,12%	4.418	0,16%	8,33%
>1000	25	0,01%	628	0,02%	3,98%
Total	299.452	100,00%	2.813.159	100,00%	10,64%

Fuente: elaboración propia a partir del servidor web del INE: www.ine.es, con datos del *Directorio Central de Empresas.*

Otro importante factor a analizar dentro del entorno productivo es el que hace referencia a la formación de los recursos humanos. Se han producido mejoras en los niveles educativos de la población valenciana, que han llevado a que su población en edad de trabajar con estudios medios y superiores represente en 2001 el 11,24% de la española (Villar y Soler, 2002).

La descomposición de ese porcentaje por sectores económicos descubre ciertas diferencias. Comparando el Cuadro 9 con el Cuadro 3 en la medida de lo posible, apreciamos que, en el sector industrial, la proporción de ocupados cualificados (con estudios medios o superiores) es superior a la del conjunto nacional en una rama de especialización relativa menor (la industria química) y en otra rama de especialización relativa probablemente mayor (alimentos, textil, calzado, madera y piel). Por el contrario, la proporción de ocupados cualificados es inferior a la del conjunto nacional en dos ramas de especialización relativa menor (energía y agua y maquinaria y elementos de transporte). La comparación en el sector servicios no es posible porque los

datos del Cuadro 9 no distinguen entre servicios de mercado y de no-mercado, pero se aprecia la debilidad relativa en cuanto a formación de las ramas de administración, finanzas, sanidad y transportes y comunicaciones; ramas que, al menos en su vertiente de mercado, también vimos que adolecían de una falta de especialización relativa.

Cuadro 9. Distribución de los ocupados cualificados (con estudios medios o superiores) por rama de actividad (2001)

Rama de actividad	*Comunidad Valenciana*	*España*	*% Comunidad Valenciana sobre España*
Agricultura, ganadería y pesca	3,48%	3,80%	91,58%
Energía y agua	0,45%	0,95%	47,37%
Química e industria metálica	5,10%	3,29%	155,02%
Maquinaria y elementos de transporte	5,10%	6,67%	76,46%
Alimentos, textil, calzado, madera y piel	13,13%	8,84%	148,53%
Construcción	11,46%	9,68%	118,39%
Comercio	17,45%	16,26%	107,32%
Hostelería	5,83%	5,64%	103,37%
Transportes y comunicaciones	5,12%	6,13%	83,52%
Finanzas	2,27%	3,12%	72,76%
Servicios a empresas. Alquileres	7,75%	8,32%	93,15%
Administración	5,12%	7,42%	69,00%
Educación	6,94%	7,51%	92,41%
Sanidad	5,07%	6,40%	79,22%
Servicios culturales y otros servicios	5,72%	5,98%	95,65%
Total	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Villar y Soler (2002).

Por lo que respecta a la cualificación de los empresarios y directivos de la Comunidad Valenciana, en 2001 sus niveles de estudios medios o superiores están sobre la media española, pero su ventaja es mayor en el caso de los estudios medios y menor en el de los universitarios (Villar y Soler, 2002).

El gasto total en innovación de la Comunidad Valenciana en 2000 (Cuadro 10) representa el 8,0% del gasto total en innovación en España, valor inferior al de su participación en el valor añadido bruto y el empleo total. La proporción es mayor entre las empresas de menos de 250 empleados (11,6%) que en las de 250 y más empleados (4,6%).

Por sectores, las mayores ventajas relativas en gasto total en innovación se encuentran en productos minerales no metálicos diversos (principalmente debido a la industria cerámica), con más del 40% del gasto total del sector a escala nacional. Sin embargo, en este caso, son las empresas de más tamaño del sector las que realizan un mayor esfuerzo (51%). Le siguen textil, confección, cuero y calzado, e industrias manufactureras diversas, con el 21% del gasto total del sector a escala nacional cada una. En ambas ramas se vuelve a observar el mayor esfuerzo de las empresas de menos tamaño.

Cuadro 10. Gastos totales en innovación (miles de euros) por actividad económica y tamaño de la empresa (2000)

Rama de actividad	*Comunidad Valenciana*						*Proporción sobre el total nacional*		
	Menos de 250 empleados	*% s/ total*	*250 y más empleados*	*% s/ total*	*Total 2000*	*% s/ total*	*Menos de 250 empleados*	*250 y más empleados*	*Total 2000*
1. Industrias extractivas y del petróleo	3.544	0,6	10.721	4,3	14.265	1,8	11,7	22,6	18,3
2. Alimentación, bebidas y tabaco	28.683	5,1	13.066	5,3	41.749	5,2	6,2	5,5	5,9
3. Textil, confección, cuero y calzado	53.650	9,5	8.420	3,4	62.070	7,7	23,5	13,5	21,3
4. Madera, papel, edición, artes gráficas	36.550	6,5	3.706	1,5	40.256	5,0	7,1	2,2	5,9
5. Química	33.070	5,9	16.415	6,7	49.485	6,1	11,3	3,7	6,8
6. Caucho y materias plásticas	36.140	6,4	2.797	1,1	38.937	4,8	19,6	5,2	16,3
7. Productos minerales no metálicos diversos	88.959	15,8	83.825	34,0	172.784	21,4	35,0	51,5	41,4
8. Metalurgia	5.362	1,0	33.753	13,7	39.115	4,8	5,9	15,0	12,3
9. Manufacturas metálicas	25.884	4,6	238	0,1	26.122	3,2	7,7	0,5	6,8
10. Maquinaria, material de transporte	68.944	12,3	26.607	10,8	95.551	11,8	10,6	1,2	3,4
11. Industrias manufactureras diversas	41.513	7,4	4.069	1,6	45.582	5,6	21,6	19,2	21,4
12. Reciclaje	0	0,0	0	0,0	303	0,0			5,6
13. Energía y agua	325	0,1	232	0,1	556	0,1	2,1	0,3	0,7
Total industria	422.624	75,2	203.849	82,6	626.775	77,5	13,0	5,5	9,0
14. Construcción	17.286	3,1	1.679	0,7	18.965	2,3	7,5	2,7	6,5
15. Comercio y hostelería	30.397	5,4	3.873	1,6	34.270	4,2	10,2	6,8	9,7
16. Transportes, almacenamiento	6.309	1,1	11.287	4,6	17.596	2,2	5,3	9,5	7,4
17. Correos y telecomunicaciones	4.732	0,8	15.610	6,3	20.342	2,5	10,6	4,5	5,2
18. Intermediación financiera	1.080	0,2	2.084	0,8	3.163	0,4	1,1	0,8	0,9
19. Inmobiliarias, servicios a empresas	72.979	13,0	3.429	1,4	76.408	9,4	10,7	0,5	5,5
20. Servicios públicos, sociales y colectivos	6.690	1,2	4.713	1,9	11.403	1,4	5,2	5,5	5,3
Total servicios	122.187	21,7	40.996	16,6	163.182	20,2	8,9	2,6	5,5
Total empresas	562.097	100,0	246.827	100,0	808.924	100,0	11,6	4,6	8,0

Fuente: Alto Consejo Consultivo (2002), a su vez procedente del INE, con datos de la *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas.*

En cambio, presentan desventajas relativas en gasto total en innovación el conjunto de sectores de servicios, entre los que destacan por la cola las ramas de intermediación financiera, correos y telecomunicaciones y servicios públicos (1%, 5% y 5% del gasto nacional del sector, respectivamente). Otras desventajas relativas se encuentran en la rama de energía y agua (1% del gasto nacional del sector) y, dentro de las manufacturas, en maquinaria y material de transporte (que incluye equipo eléctrico y electrónico, 3% del gasto nacional del sector). En todos los casos, excepto en el de los servicios públicos, las empresas de menor tamaño siguen generando la mayor proporción de gasto. Todo ello indica una especialización tecnológica relacionada positivamente con la especialización productiva.

El número de empresas innovadoras con sede en la Comunidad Valenciana representa un 19,2% del total de empresas de la región, proporción similar a la de España, el 19,8% (Cuadro 11). La distancia es mayor entre las empresas de 250 y más empleados, ya que en la Comunidad Valencia hay un 7% menos de empresas innovadoras de ese tamaño. Algo similar ocurre con el resto de indicadores: el número de empresas no innovadoras con innovaciones en curso o no exitosas, el de las que cooperan en innovación y el de las que cooperan con universidades guardan proporciones respecto al total de empresas similares en la Comunidad Valenciana y en España, pero las distancias son mayores en las empresas de más tamaño, en contra de la Comunidad Valenciana. En cambio, hay diferencias en el número de empresas, relativo al total de empresas, que cooperan en innovación y consideran de alta importancia la colaboración con universidades, en este caso a favor de la Comunidad Valenciana, y sobre todo en el caso de las empresas de más tamaño. En conjunto, destaca la cercanía de la Comunidad Valenciana a la media nacional, excepto por el potencial insatisfecho de cooperación con universidades y el comportamiento negativo de las empresas de 250 y más empleados.

En cuanto a los gastos de innovación, los datos del Cuadro 11 arrojan una proporción menor del total nacional (6,9%) que el Cuadro 10 (8,0%), porque aquél no tiene en cuenta el gasto dentro de la región llevado a cabo por empresas con sede fuera de la Comunidad Valenciana. Es la única manera que el INE tiene de calcular el resto de indicadores que ofrecemos a continuación. La explicación del bajo nivel de gastos de innovación, en cualquier caso, y del peor comportamiento de las empresas de más tamaño, podría encontrarse en el bajo recurso a la I+D (interna y externa) frente al de la adquisición de maquinaria y equipo como fuentes de innovación, en comparación con España. Mientras que la primera facilita la segunda y permite desarrollar una estrategia de liderazgo, la segunda no facilita la primera y sólo permite mantener una estrategia de seguimiento (Freeman, 1973, Cohen y Levinthal, 1990).

Este hecho está en consonancia con que la Comunidad Valenciana vaya a la zaga respecto a España en cuanto a cifra de ventas por productos nuevos o sensiblemente mejorados (más cercanos al concepto de “innovación radical”) y se especialice en mejorar su cifra de ventas por productos sin alterar o ligeramente modificados (más cercanos al concepto de “innovación incremental”).

Sin embargo, las diferencias en cuanto a la intensidad de innovación (la ratio de los gastos de innovación sobre la cifra de negocios) entre la Comunidad Valenciana y España son de orden menor, y aun a favor de la primera. Si se pone en relación con los indicadores anteriores, esto puede querer decir que a un mismo esfuerzo, se está obteniendo un menor resultado, acaso debido a la composición del gasto.

Cuadro 11. Indicadores de innovación tecnológica diversos, por tamaño de la empresa (2000)

Indicador	*Comunidad Valenciana*			*España*		
	Menos de 250 empleados	*250 y más empleados*	*Total 2000*	*Menos de 250 empleados*	*250 y más empleados*	*Total 2000*
Empresas innovadoras en el periodo 1998-2000	3.343	106	3.449	27.862	1.366	29.228
% de empresas innovadoras sobre el total	18,9%	39,1%	19,2%	19,2%	46,2%	19,8%
Empresas no innovadoras con innovaciones en curso o no exitosas	325	4	330	2.490	98	2.588
% de empresas no innovadoras sobre el total	1,8%	1,5%	1,8%	1,7%	3,3%	1,8%
Empresas que han cooperado en innovación en 1998-2000	286	35	321	2.395	500	2.894
% de empresas que han cooperado en innovación en 1998-2000	1,6%	12,9%	1,8%	1,7%	16,9%	2,0%
Empresas que han cooperado en innovación en 1998-2000 con universidades	142	26	168	1304	315	1619
% de empresas que han cooperado en innovación en 1998-2000 con universidades	0,8%	9,6%	0,9%	0,9%	10,7%	1,1%
% de empresas que cooperan en innovación y que consideran de alta importancia la cooperación con universidades	21,9%	44,0%		18,0%	27,0%	19,0%
Gastos totales en innovación en 2000 (miles de euros)	512.074	194.821	706.896	4.864.061	5.310.198	10.174.259
I+D interna	23,7%	17,8%	22,1%	27,0%	38,2%	32,8%
I+D externa	4,0%	2,6%	3,6%	5,3%	11,6%	8,6%
Adquisición de maquinaria y equipo	54,5%	59,3%	55,9%	49,2%	25,3%	36,7%
Adquisición de otros conocimientos externos	3,0%	12,6%	5,6%	5,8%	12,4%	9,3%
Diseño, otros preparativos para la producción y /o distribución	8,1%	1,8%	6,4%	4,7%	4,5%	4,6%
Formación	(*)	(*)	1,3%	2,4%	2,1%	2,2%
Comercialización	5,2%	5,1%	5,1%	5,6%	6,0%	5,8%
Porcentaje de la cifra de negocios de 2000 de las EIN debida a:						
Productos nuevos o sensiblemente mejorados	17,7%	18,2%	17,9%	17,3%	26,2%	23,5%
Productos sin alterar o ligeramente modificados	82,3%	81,8%	82,1%	82,7%	73,8%	76,6%
Intensidad de innovación, (Gastos innovación/Cifra negocios)x100						
Del total de empresas	1,0%	0,6%	0,8%	0,9%	1,0%	0,9%
De las empresas EIN en 2000	3,3%	1,5%	2,5%	2,7%	1,3%	1,8%
De las empresas que realizan I+D sistemática	5,9%	2,9%	4,0%	4,3%	2,1%	2,5%
Del resto de empresas innovadoras	2,6%	0,6%	1,8%	2,2%	0,5%	1,2%

(*) No disponible.

Fuente: Alto Consejo Consultivo (2002), a su vez procedente del INE, con datos de la *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas*, y elaboración propia.

Otra forma de apreciar el bajo esfuerzo relativo en I+D de las empresas valencianas es compararlo con el esfuerzo del resto de sectores de ejecución del gasto de I+D (administración pública, instituciones de enseñanza superior e instituciones privadas sin fines de lucro) (Cuadro 12). En 1987 la relación entre los gastos de aquéllas respecto a éstos estaba en la proporción 40/60 en la Comunidad Valenciana, mientras que en España esta relación se situaba en 55/45. Es una imagen inversa a la que ofrecen países líderes en tecnología como Alemania, Estados Unidos o Japón, donde más de dos terceras partes del gasto de I+D es ejecutado por el sector empresarial. Además, ha evolucionado negativamente: en el caso de la Comunidad Valenciana la participación del sector empresa en la ejecución de gasto de I+D ha descendido en 9 puntos porcentuales, situándose en 2001 en un valor del 31%. En el caso de España, este descenso ha sido de 2 puntos porcentuales, quedando la participación del sector empresa en el 53%.

Cuadro 12. Evolución de la estructura de los recursos de I+D (empresa/resto de sectores de ejecución)

Recurso	*1987*		*1992*		*1997*		*2001*	
	Com. Val.	*España*	*Com. Val.*	*España*	*Com. Val.*	*España*	*Com. Val.*	*España*
Gastos en I+D	40/60	55/45	28/72	51/49	27/73	49/51	31/69	53/47
Personal en I+D	37/63	42/58	27/73	39/61	26/74	34/66	26/74	37/63
Investigadores	24/76	26/74	19/81	28/72	14/86	22/78	15/85	24/76

Fuente: elaboración propia a partir del servidor web del INE: www.ine.es, con datos de la *Estadística sobre actividades de I+D.*

Si extendemos el análisis del esfuerzo en I+D al conjunto de la sociedad (Cuadro 13), observamos igualmente una debilidad respecto a la media nacional. Tanto los niveles de gastos en I+D sobre el PIB, como de la cantidad de personal en I+D o de investigadores sobre la población activa son inferiores en la Comunidad Valenciana. No obstante, la distancia se ha reducido considerablemente hasta la actualidad.

Sintetizando, el contexto económico valenciano se caracteriza, en relación con el conjunto español, por una especialización productiva y comercial en ramas industriales tradicionales, acompañada de falta de cualificación y de gastos de innovación en las ramas industriales de tecnología media y media-alta y en el sector servicios; un predominio de empresas pequeñas, que realizan esfuerzos en innovación aceptables, y una escasez de empresas medianas y grandes, realizando las existentes poco esfuerzo en innovación; y un escaso esfuerzo conjunto de las empresas en actividades de I+D.[32]

[32] Albors (2002) profundiza en el perfil de las empresas innovadoras valencianas, acentuando la mayor proporción de titulados en plantilla de las empresas innovadoras frente a las no innovadoras, así como, en las primeras, el mayor tamaño medio, la superior actividad exportadora, la disposición de sistemas de gestión informatizados y organigramas operativos con división de funciones, la mayor dedicación a I+D y la superior importancia concedida a la innovación. En contra de lo afirmado en este apartado, Albors detecta una debilidad innovadora en los sectores tradicionales (porque el autor no compara con España).

Cuadro 13. Indicadores de esfuerzo en actividades de investigación y desarrollo, 1987-2001

Año	*Gastos internos totales en I+D en porcentaje del PIB (1)*		*Personal en I+D en EDP en tanto por mil de la población activa*		*Investigadores en EDP en tanto por mil de la población activa*	
	España	*Comunidad Valenciana*	*España*	*Comunidad Valenciana*	*España*	*Comunidad Valenciana*
1987	0,64	0,25	3,2	1,1	1,8	0,6
1988	0,72	0,32	3,6	1,5	2,1	0,9
1989	0,75	0,35	4,1	1,6	2,1	1,0
1990	0,85	0,33	4,5	1,8	2,4	1,1
1991	0,87	0,40	4,6	2,1	2,6	1,5
1992	0,91	0,55	4,6	2,4	2,6	1,4
1993	0,91	0,54	4,7	2,5	2,7	1,6
1994	0,85	0,55	5,0	3,1	3,0	2,3
1995	0,81	0,50	4,9	3,2	2,9	2,1
1996	0,83	0,56	5,3	3,3	3,1	2,3
1997	0,82	0,56	5,2	3,4	3,2	2,1
1998	0,89	0,62	5,7	3,6	3,5	2,3
1999	0,88	0,61	5,8	3,9	3,5	2,2
2000	0,94	0,73	6,7	5,4	4,2	3,2
2001	0,96	0,70	7,0	5,2	4,4	3,2

(1) Hasta 1994, PIB base 1986; desde 1995, PIB base 1995.
Fuente: elaboración propia a partir del servidor web del INE: www.ine.es, con datos de la *Estadística sobre actividades de I+D*.

3.4. Una encuesta sobre interacción universidad-empresa en la Comunidad Valenciana: metodología y características de la muestra

Para llevar a cabo nuestro estudio empírico, contamos con datos sobre los profesores universitarios de la Comunidad Valenciana, recogidos a través de una encuesta que se realizó en 2001. El universo poblacional está compuesto por el conjunto de los profesores de las cinco universidades públicas de la Comunidad Valenciana. El procedimiento de muestreo escogido para llevar a cabo la encuesta ha sido el muestreo aleatorio simple según tabla de números aleatorios. La muestra ha sido del 10% de la población, lo que se traduce en 872 individuos. La ficha técnica de la encuesta figura en el Cuadro 14.

El cuestionario, que se encuentra en el Anexo B, se diseñó con objeto de dar respuesta a los objetivos expuestos precedentemente y se estructuró definitivamente, tras el correspondiente pilotaje de su borrador, en los seis bloques de preguntas siguientes: 1) Cuestiones generales. 2) Investigación y desarrollo. 3) Universidad y relaciones universidad-empresa. 4) Profesores y relaciones universidad-empresa. 5) Empresas y relaciones universidad-empresa. 6) Administración y relaciones universidad-empresa.

Cuadro 14. Ficha técnica de la encuesta

Título	*La comunidad académica de la Comunidad Valenciana y las relaciones universidad-empresa*
Universo poblacional	Miembros de la comunidad académica de las cinco universidades públicas
Ámbito	Comunidad Valenciana
Realización de trabajo de campo	Encuesta por correo electrónico con seguimiento telefónico
Fecha de realización del trabajo de campo	Inicio: 22 de mayo de 2001 Finalización: 30 de junio de 2001
Tamaño muestral	N = 872 (muestra diseñada)
Tasa de respuesta	38% (muestra conseguida: 329)
Error	5,4%
Nivel de confianza	95,5% para P = Q
Procedimiento de muestreo	Muestreo estratificado con elección de unidades muestrales mediante sistema aleatorio simple
Unidades muestrales	Profesores de las cinco universidades públicas de la Comunidad Valenciana

Fuente: elaboración propia

El primero de los bloques agrupa un conjunto de preguntas generales que caracterizan a los miembros de la comunidad académica que responden: personales (edad, sexo), profesionales (antigüedad, escala, sexenios, etc.) y la distribución del tiempo entre sus diversas actividades académicas. El segundo tiene como objetivo establecer la forma en la que el encuestado realiza la actividad de I+D y el tipo de entidad en que la desarrolla, así como sus principales características (tipo, nivel de presupuesto, origen de la financiación). En el tercer bloque se pretende conocer la opinión del encuestado sobre la interacción universidad-empresa desde una perspectiva institucional en cuanto a su relación con los objetivos generales de la universidad, su influencia en la actividad universitaria y los mecanismos más adecuados para encauzarlas y favorecerlas. El cuarto bloque pretende obtener información sobre la perspectiva personal de la interacción universidad-empresa: nivel de cooperación, qué barreras las dificultan, cómo inciden en las actividades del profesor y cuáles son los cauces favoritos de dicha relación. El quinto bloque versa sobre la experiencia de los profesores en las relaciones con empresas, naturaleza de las empresas con las que se relacionan, identificación de los mecanismos de inicio de contactos y de los factores que, a su juicio, pueden representar una barrera desde el punto de vista de las empresas. Finalmente, el sexto bloque pretende poner de manifiesto además del grado de contratación con las administraciones públicas, los mecanismos que a juicio del encuestado deben establecer las mismas para favorecer las citadas relaciones.

Un borrador del primer cuestionario fue objeto de una prueba piloto entre profesores de diferentes áreas científicas y universidades para averiguar las dificultades de respuesta de las diferentes preguntas, el grado de comprensión y el tiempo consumido en responder. A partir de la información obtenida, se modificó el cuestionario -reformulando, añadiendo y eliminando respuestas- y se acortó sensiblemente para que la respuesta no consumiera más de 30 minutos. El cuestionario final quedó constituido por 39 preguntas que dieron lugar a 118 apartados.

Para canalizar el cuestionario a los encuestados se contó con la colaboración de los vicerrectorados de investigación de las cinco universidades, que remitieron el cuestionario por correo electrónico a la muestra aleatoria de profesores de la universidad, acompañado de una carta de presentación. Una vez cumplimentado, el

cuestionario podía ser remitido por correo electrónico, correo ordinario o fax. Tras una primera fase de respuesta espontánea, se coordinó un equipo de seguimiento, encargado de ponerse en contacto telefónico con los profesores de la muestra. Finalmente, se obtuvo una tasa de respuesta del 44 por ciento, lo que ha permitido configurar una base de datos con 380 observaciones, que es la que utilizamos en los siguientes apartados.

3.5. Análisis descriptivo de los datos: los rasgos de la interacción universidad-empresa en la Comunidad Valenciana

El reparto por categorías universitarias de las respuestas obtenidas no se corresponde con el reparto real de la población. Todo el análisis que sigue a continuación ha utilizado ponderaciones para corregir el posible sesgo derivado de esa desigualdad.

Las características de la muestra figuran del Gráfico 1 al Gráfico 8. Casi las tres cuartas partes están compuestas por individuos entre 30 y 49 años y prácticamente la cuarta parte restante tiene más de 49 años (Gráfico 1). Por sexos, la presencia masculina sigue siendo mayoritaria (Gráfico 2). Más de la mitad lleva más de 10 años en la universidad (Gráfico 3), casi un 40% son catedráticos de universidad, titulares de universidad o catedráticos de escuela universitaria (Gráfico 4) y un 15% cuenta con un cargo directivo (Gráfico 5). Más de un tercio no ha realizado estancias en el extranjero y quien lo ha hecho ha sido por poco tiempo (Gráfico 6). Del mismo modo, no es frecuente tener sexenios de investigación y entre quien los tiene no es frecuente que sea más de uno (Gráfico 7). Por disciplinas científicas, predominan las áreas de ingeniería y tecnología y de ciencias sociales y humanidades, seguidas de ciencias exactas y naturales; las áreas de ciencias médicas y ciencias agrarias están menos representadas (Gráfico 8).

Gráfico 1. Edad (n=380)

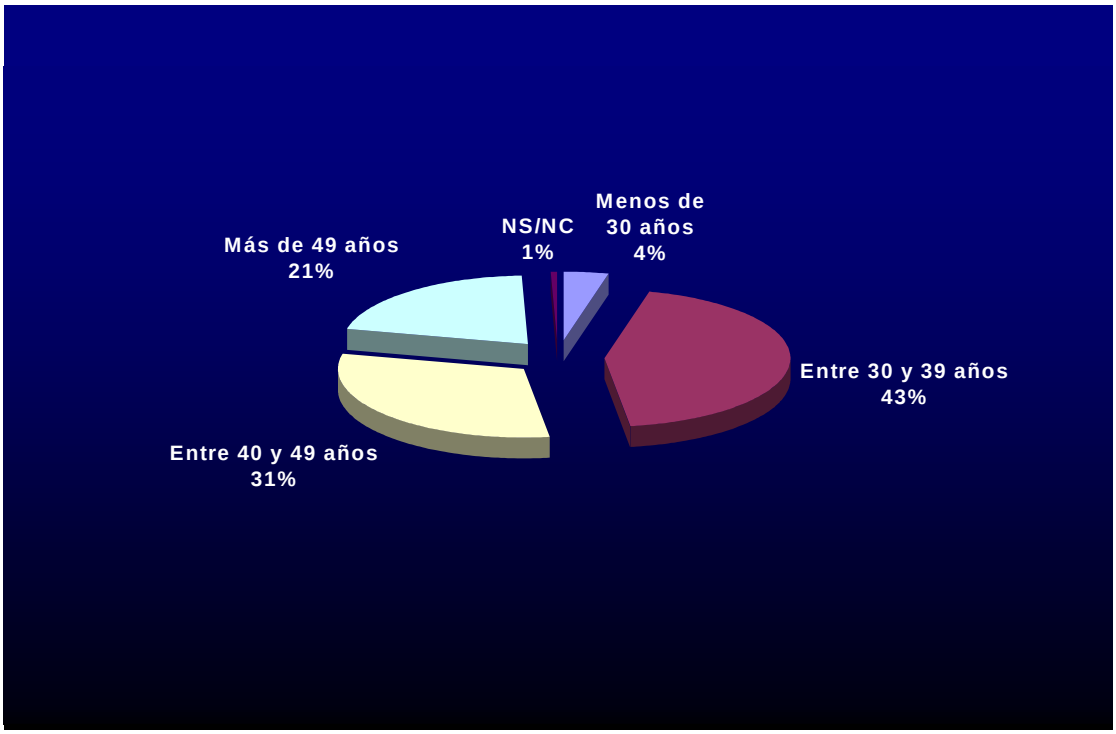


Gráfico 2. Género (n=380)

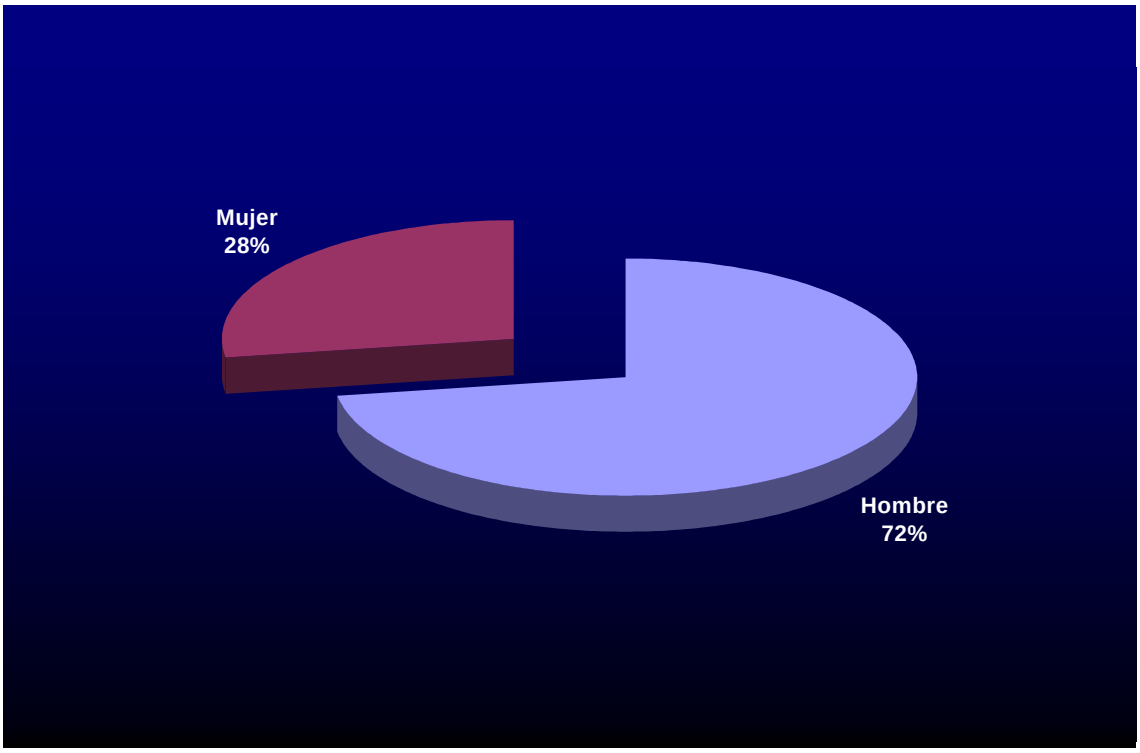


Gráfico 3. Años de actividad docente (n=380)

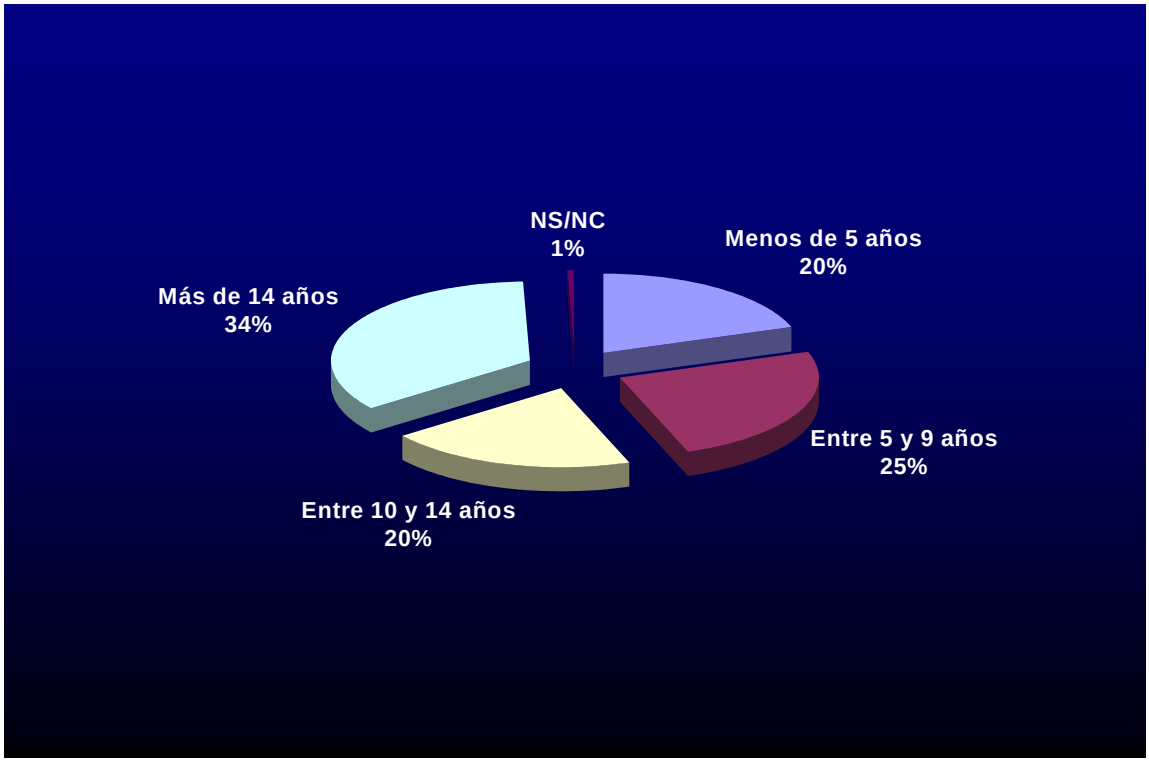


Gráfico 4. Escala docente (n=380)

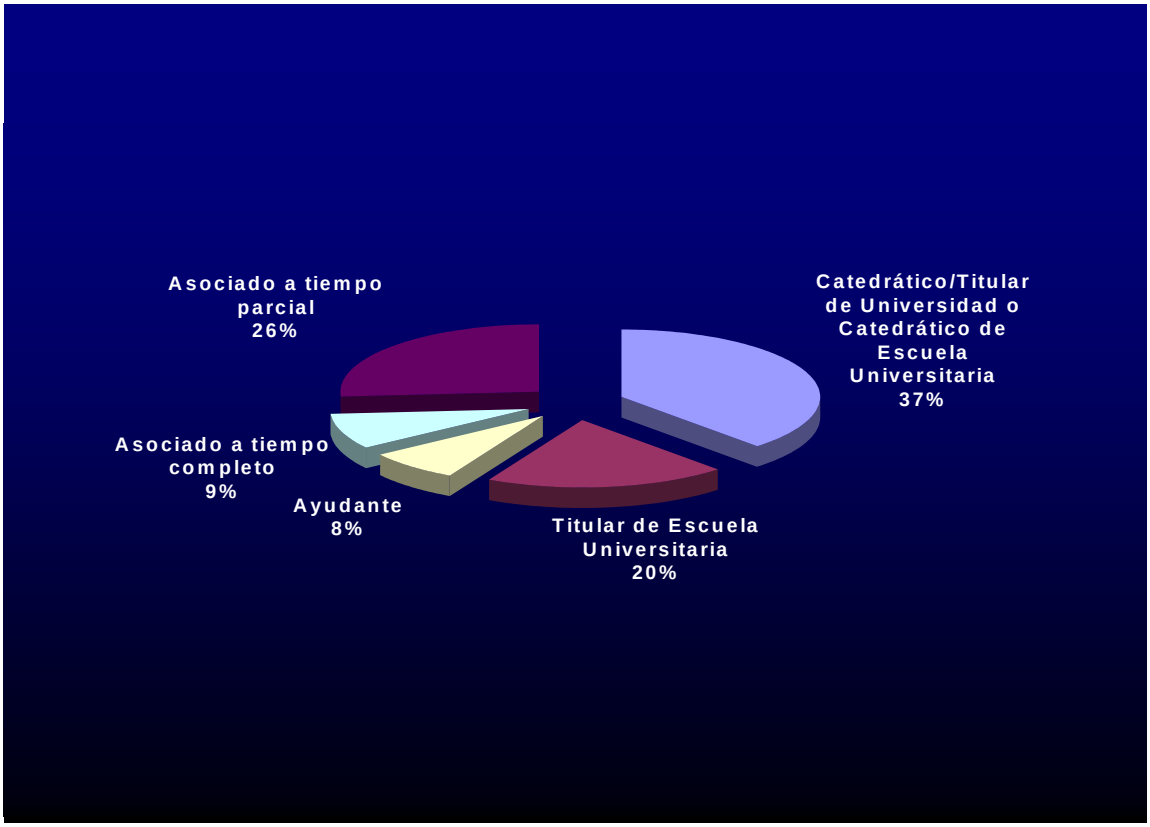


Gráfico 5. Ocupación de cargo directivo (n=380)

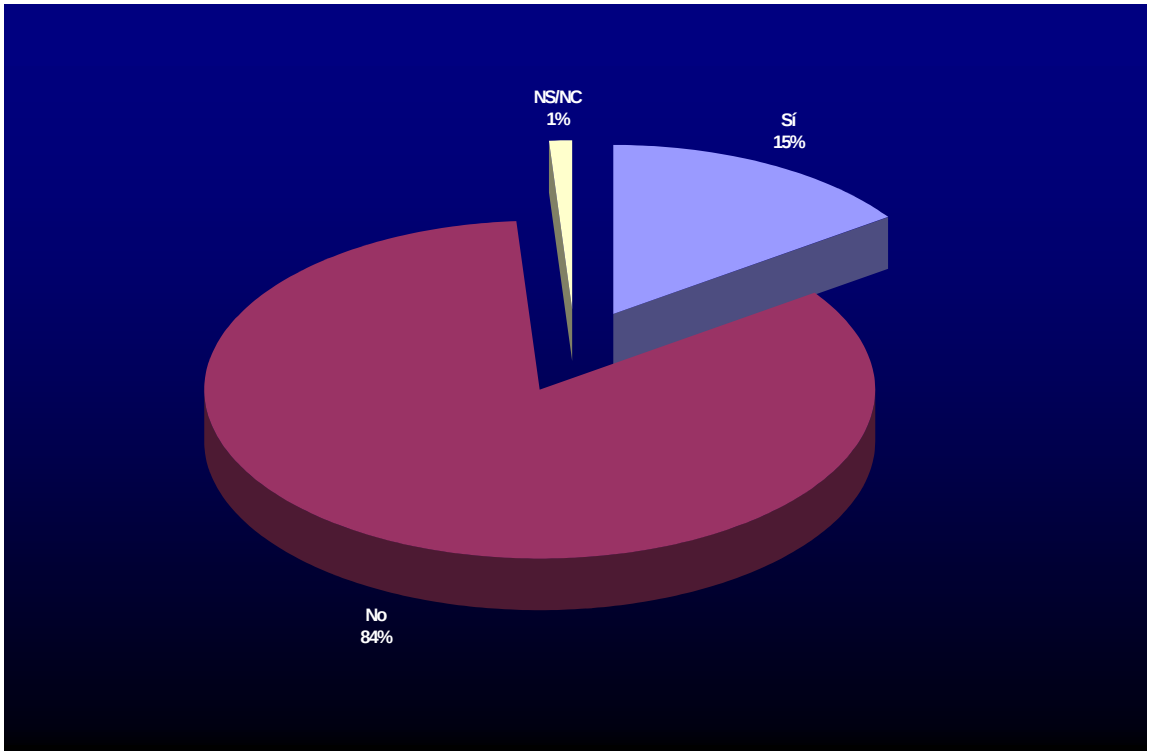


Gráfico 6. Duración de las estancias en el extranjero (n=380)

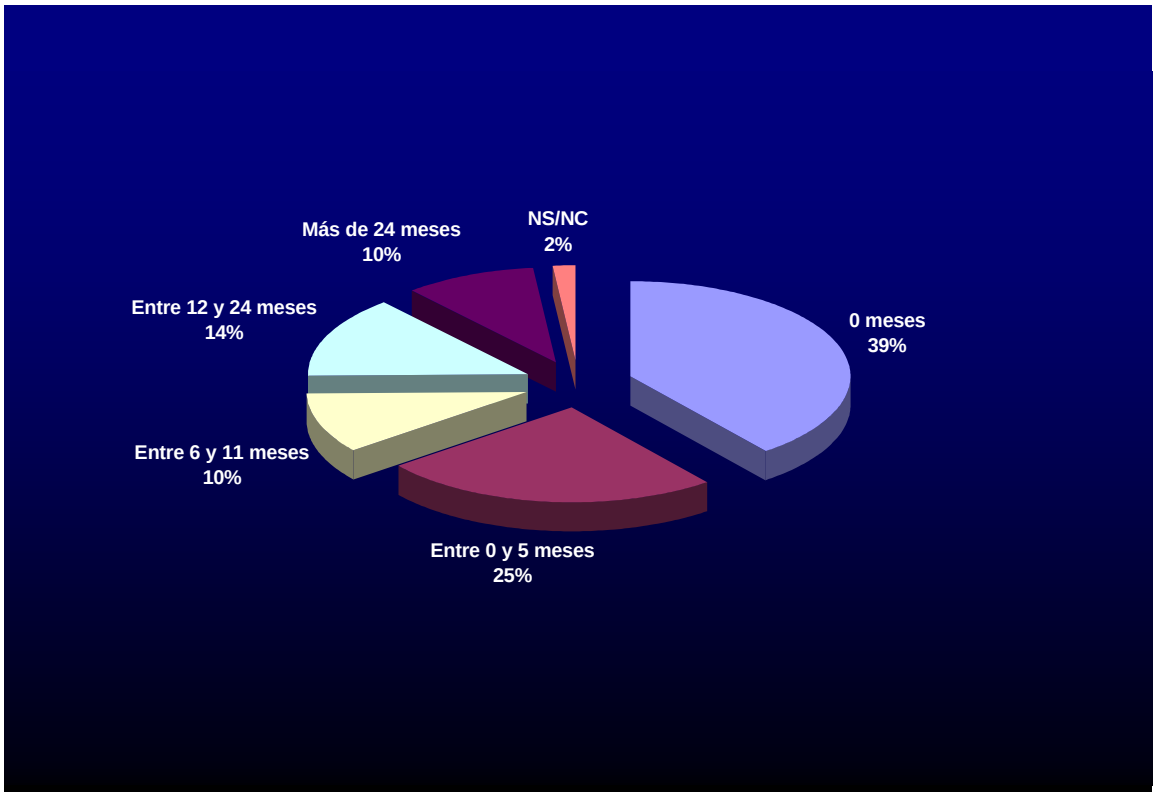


Gráfico 7. Número de sexenios (n=380)

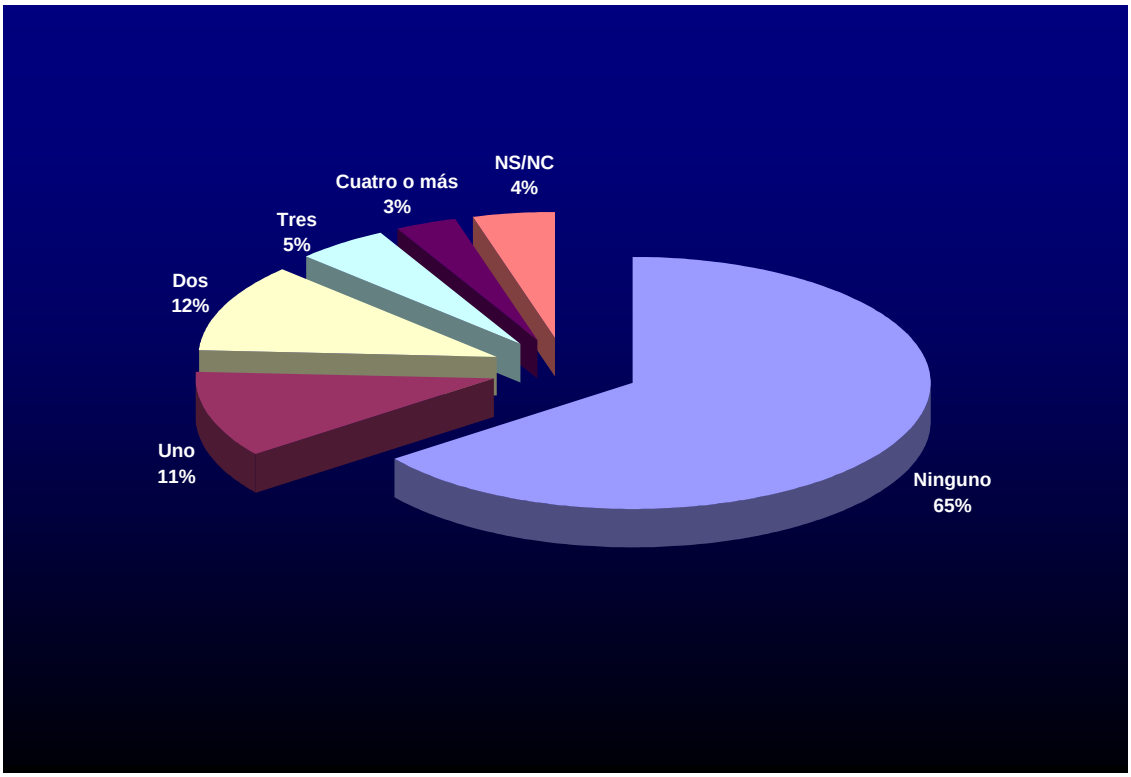
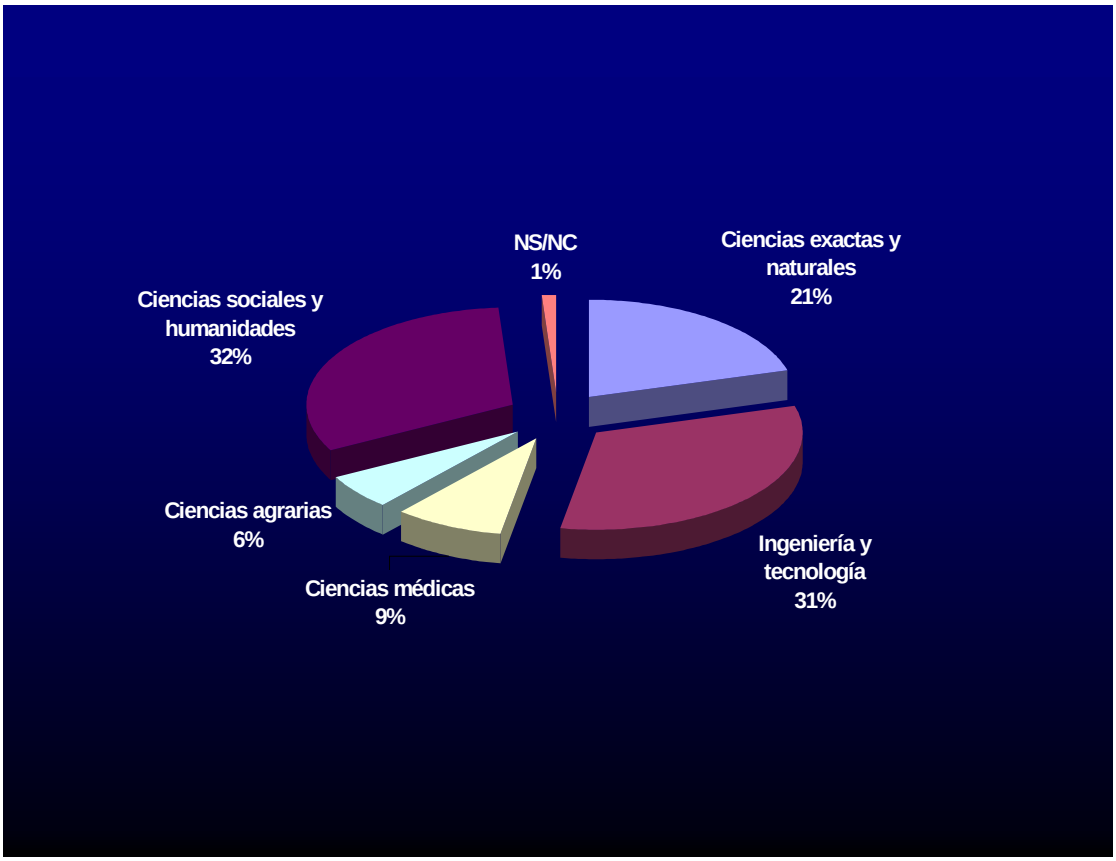


Gráfico 8. Área científica (n=380)

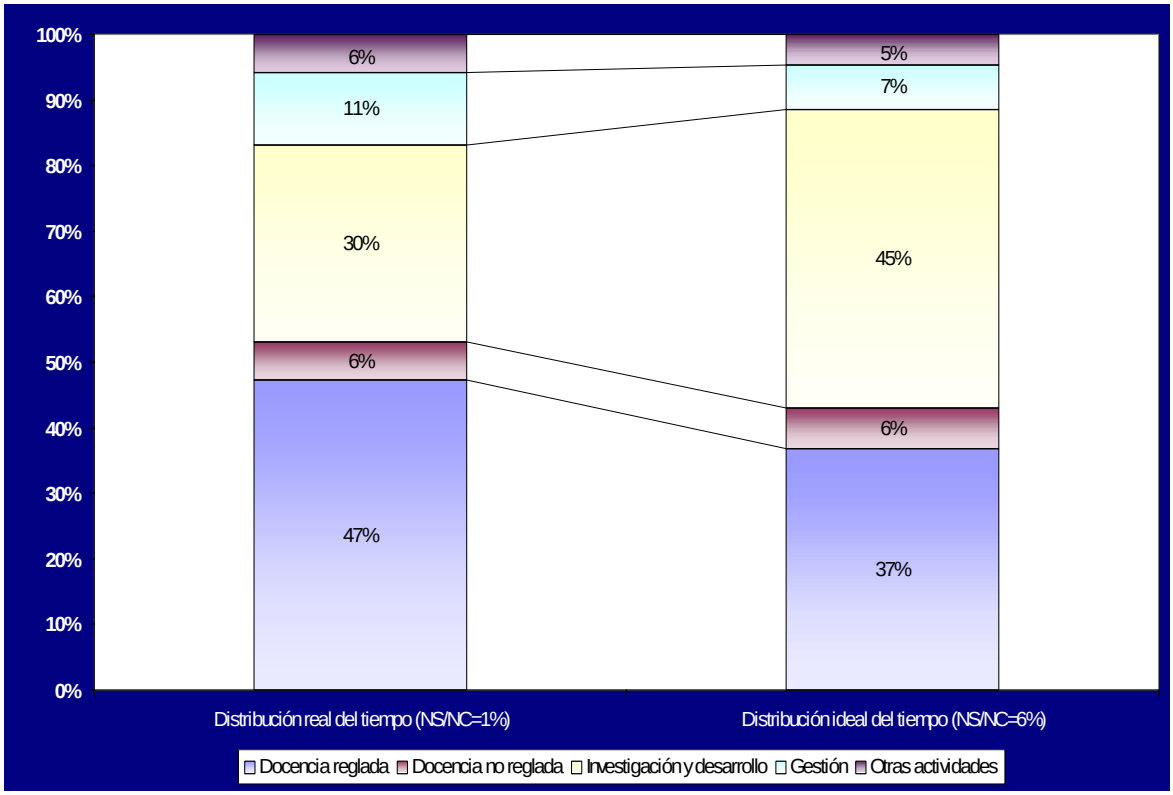


3.5.1. Investigación y desarrollo en la comunidad académica de la Comunidad Valenciana

Casi la mitad del tiempo académico se dedica a actividades de docencia reglada (Gráfico 9, columna izquierda). Menos de una tercera parte se dedica a investigación y desarrollo (I+D). Según la distribución ideal del tiempo académico (Gráfico 9, columna derecha), esas proporciones deberían estar invertidas. La clásica tensión entre la distribución del tiempo entre las funciones principales de los académicos aparece así puesta de manifiesto. Los profesores universitarios se sienten obligados a realizar más docencia de la que les gustaría, lo que puede llevarles a descuidar sus actividades docentes.

Parece llamativo también que se desea reducir considerablemente el tiempo de gestión, lo que puede indicar que el profesorado no cuenta con la asistencia de personal administrativo suficiente. Ello constituiría otro lastre para la dedicación a la I+D. Por otro lado, la diferencia entre los tiempos reales e ideales dedicados a formación no reglada no es significativa.

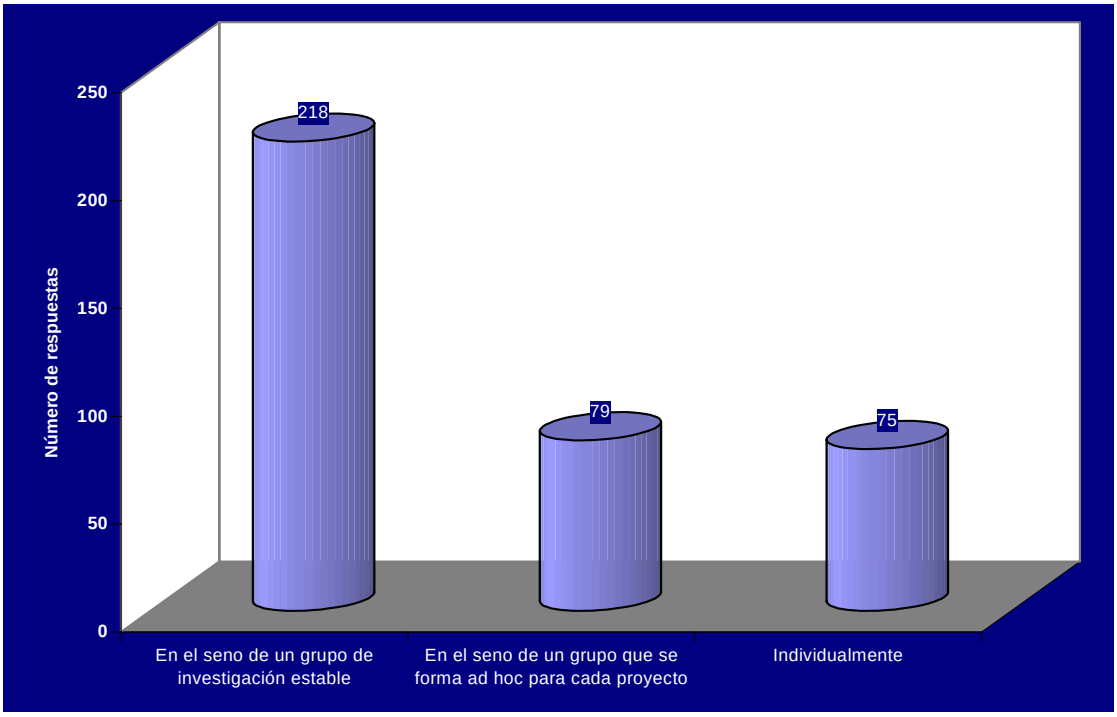
Gráfico 9. Actividad académica (n=380)



Hay que resaltar que el 89% de los encuestados declara realizar actividades de I+D. Existe, por tanto, en la universidad, un potencial de conocimiento considerable para difundir en el tejido empresarial.

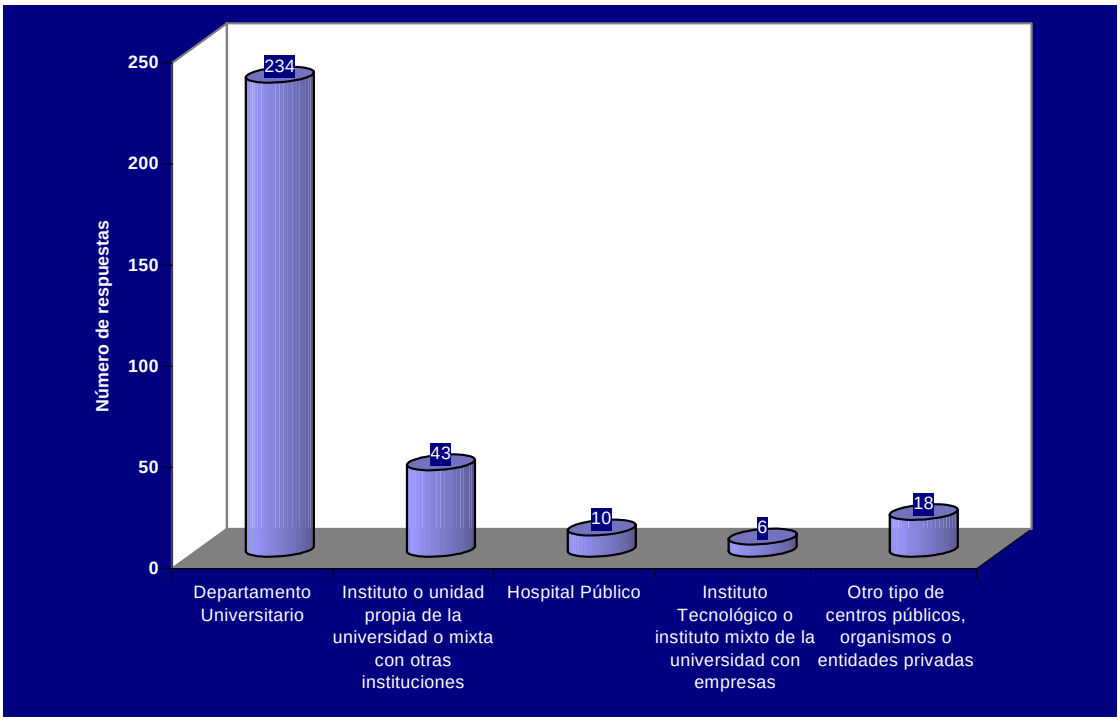
La investigación es una actividad de grupo (Gráfico 10). Entre quienes sí realizan I+D, más de dos terceras partes lo hace en grupos de investigación estable en combinación o no con alguna otra forma de trabajo. En torno al 24% lo hace en grupos formados ad hoc para cada proyecto en combinación o no con alguna otra forma. Un 11% investiga individualmente en combinación con alguna otra forma y sólo otro 11% investiga individualmente y de ninguna otra forma. En los dos primeros casos, se trata sobre todo de grupos dentro del departamento, ocasionalmente en institutos o unidades de investigación y raramente en otro tipo de estructuras (Gráfico 11). Aproximadamente un tercio de quienes investigan en grupo son responsables del grupo y los otros dos tercios no lo son (Gráfico 12), lo que implica que el grupo típico está constituido por tres investigadores de plantilla. La capacidad de tal grupo para abarcar proyectos está, pues, condicionada por este tamaño reducido.

Gráfico 10. Forma de realizar las actividades de I+D (n=328, NS/NC=1%)



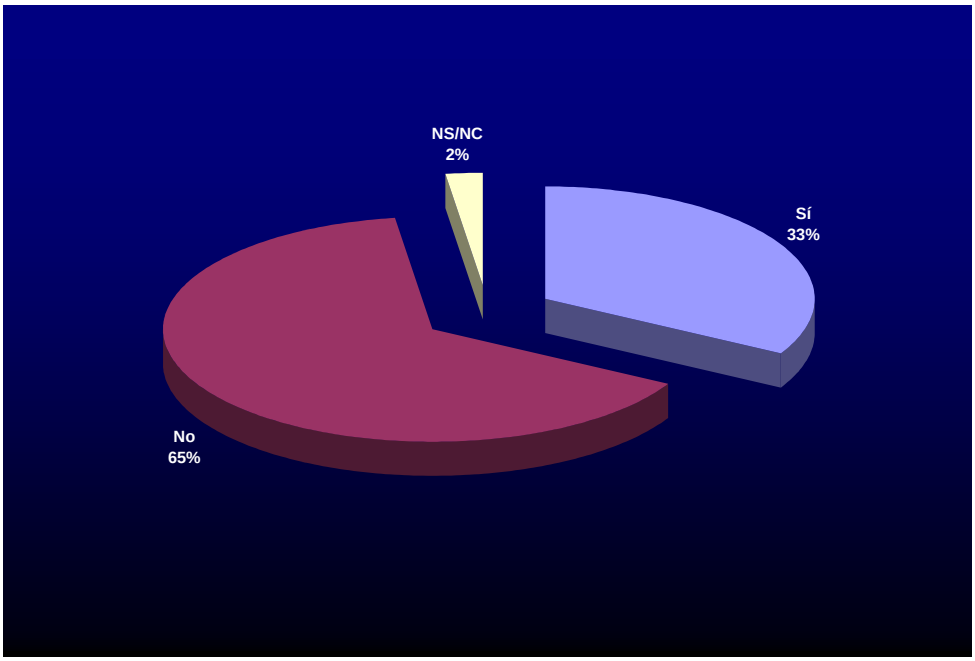
La suma del número de respuestas no coincide con el número de observaciones porque se permitió más de una respuesta.

Gráfico 11. Estructura en que se desarrolla la actividad investigadora dentro del grupo (n=288, NS/NC=2%)



La suma del número de respuestas no coincide con el número de observaciones porque se permitió más de una respuesta.

Gráfico 12. Responsable de grupo (n=288)



En cuanto al tipo de I+D que se realiza, se trata fundamentalmente de investigación básica e investigación aplicada a partes similares; la proporción correspondiente a desarrollo es bastante menor, aunque no despreciable (Gráfico 13). En la mayoría de los casos abarca un presupuesto no nulo, si bien suele ser modesto y raramente sobrepasa los 16 millones de pesetas (Gráfico 14). Se suele adscribir a programas públicos de I+D, especialmente a programas nacionales y regionales. Adviértase que la participación en programas europeos es mucho menos habitual (Gráfico 15). La financiación empresarial es en muchos casos nula o discreta, entre el 1% y el 20%, pero cuando se supera este escalón es de destacar que es más frecuente una financiación superior al 50% que entre el 21% y el 50% (Gráfico 16).

Gráfico 13. Tipo de I+D (n=328, NS/NC=2%)

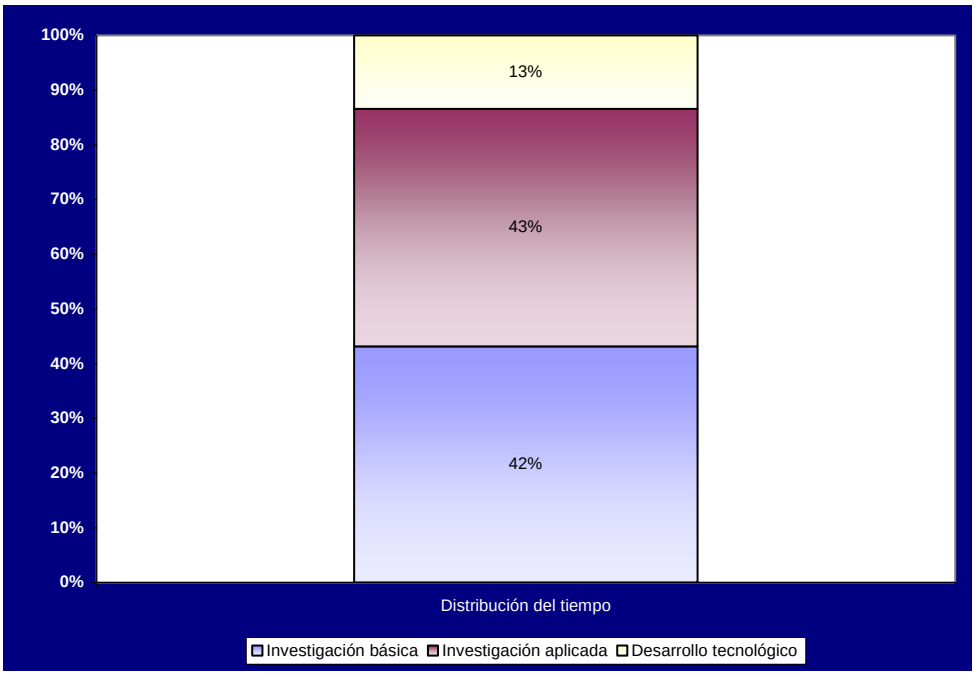


Gráfico 14. Presupuesto anual de I+D (n=328)

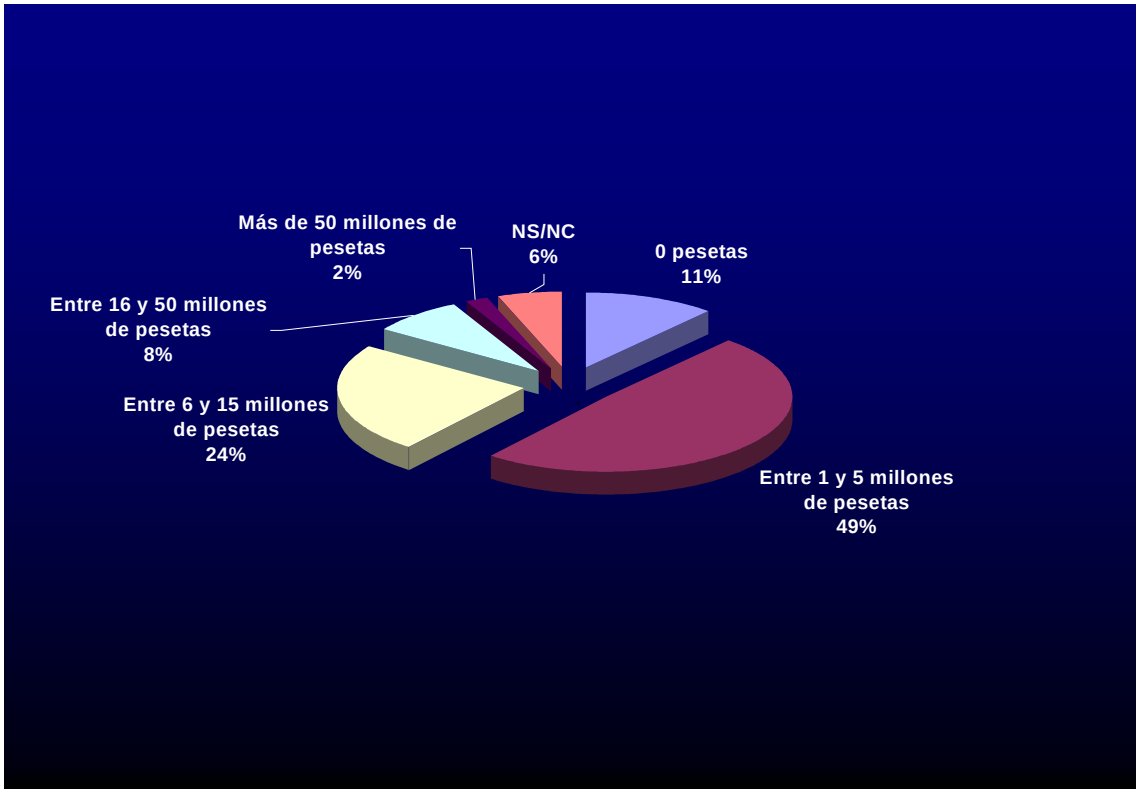
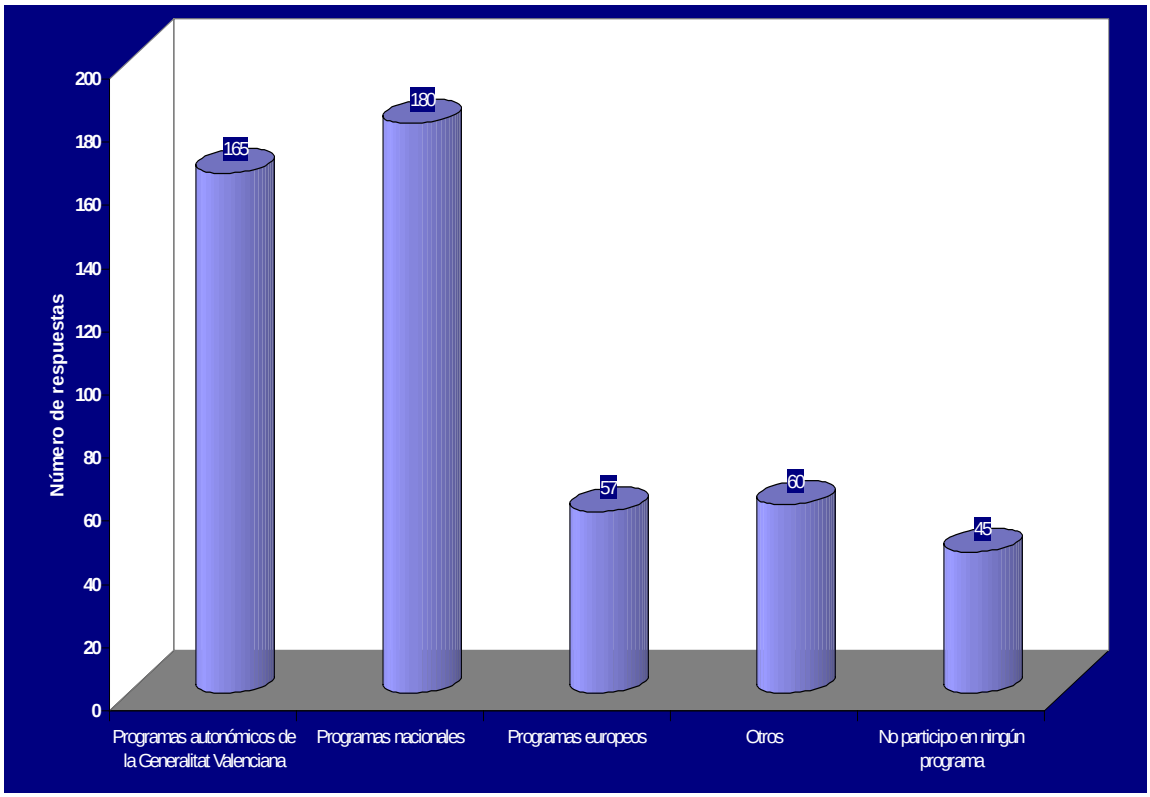
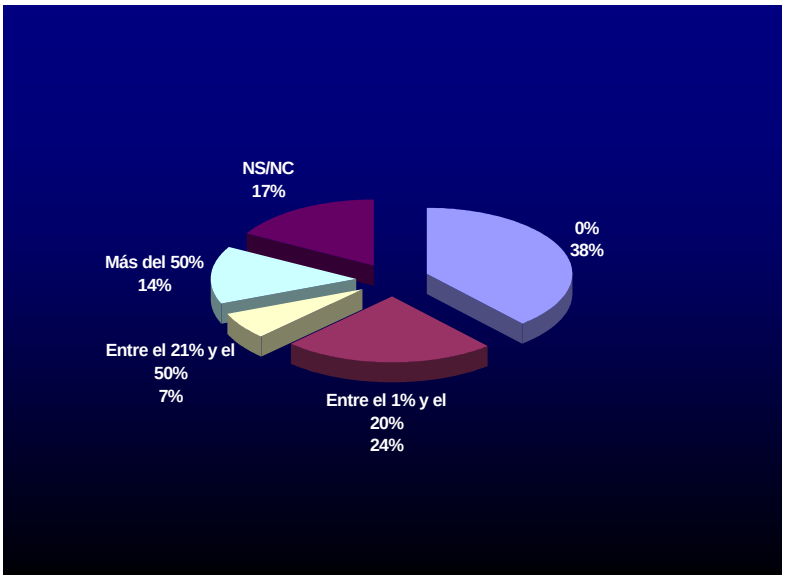


Gráfico 15. Programas públicos (n=328, NS/NC=6%)



La suma del número de respuestas no coincide con el número de observaciones porque se permitió más de una respuesta.

Gráfico 16. Porcentaje de financiación por contratos (n=328)

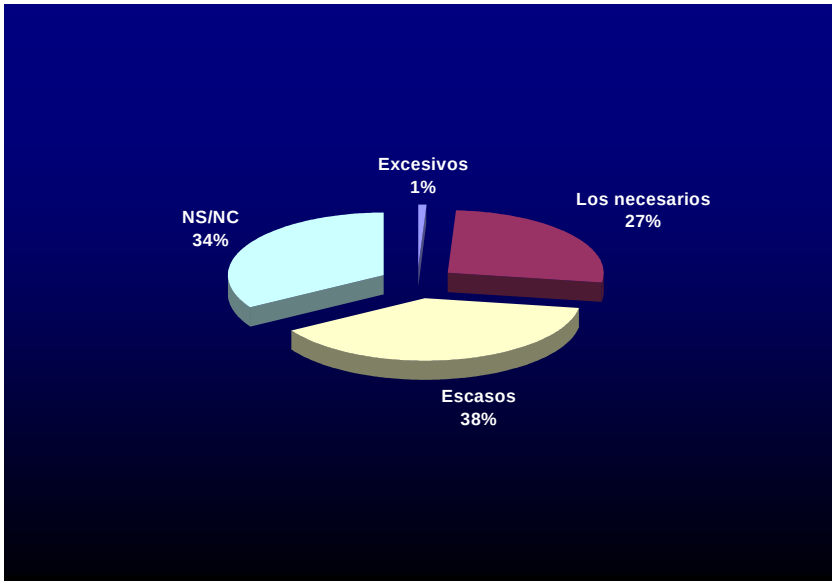


3.5.2. Interacción universidad-empresa en la comunidad académica de la Comunidad Valenciana

3.5.2.A) Opinión sobre cómo deben actuar las universidades

La actitud de la comunidad académica es abiertamente favorable a las relaciones con las empresas. La proporción de profesores que se declaran indiferentes o en contra es del 5% (Gráfico 17, columna izquierda). Igualmente interesante resulta comprobar que si bien esa misma actitud a favor era preponderante hace cinco años, lo era en menor proporción (Gráfico 17, columna derecha). La tendencia apunta, pues, hacia una aceptación cada vez mayor de la interacción universidad-empresa[33].

Gráfico 17. Opinión sobre las actividades de I+D de la universidad para las empresas (n=380)



[33] Hay que interpretar los datos, no obstante, con cautela, dado el carácter retrospectivo de las respuestas a la pregunta sobre el pasado de los encuestados.

Los académicos también piensan mayoritariamente que sus respectivas universidades favorecen las relaciones (Gráfico 18), aunque de nuevo llama la atención el desconocimiento sobre la cuestión (27%). Del mismo modo, también es frecuente no conocer el nivel de recursos con que efectivamente se cuenta para gestionar las relaciones (34%). No obstante, entre quien sí piensa que lo conoce, la percepción mayoritaria es que dichos recursos son escasos, aunque en muchos casos ya se consideran suficientes (Gráfico 19).

Gráfico 18. Influencia de la política institucional de la universidad sobre la interacción universidad-empresa (n=380)

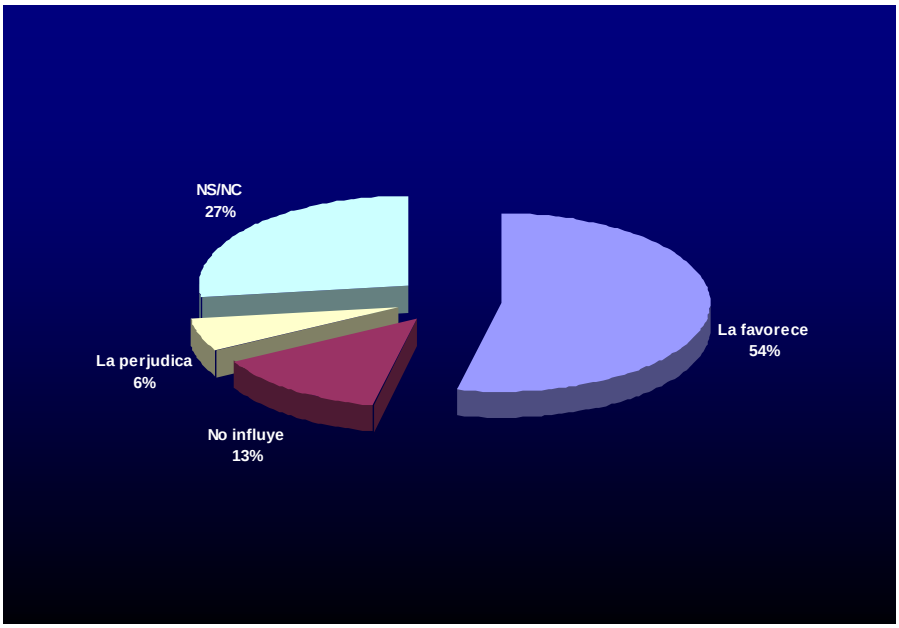
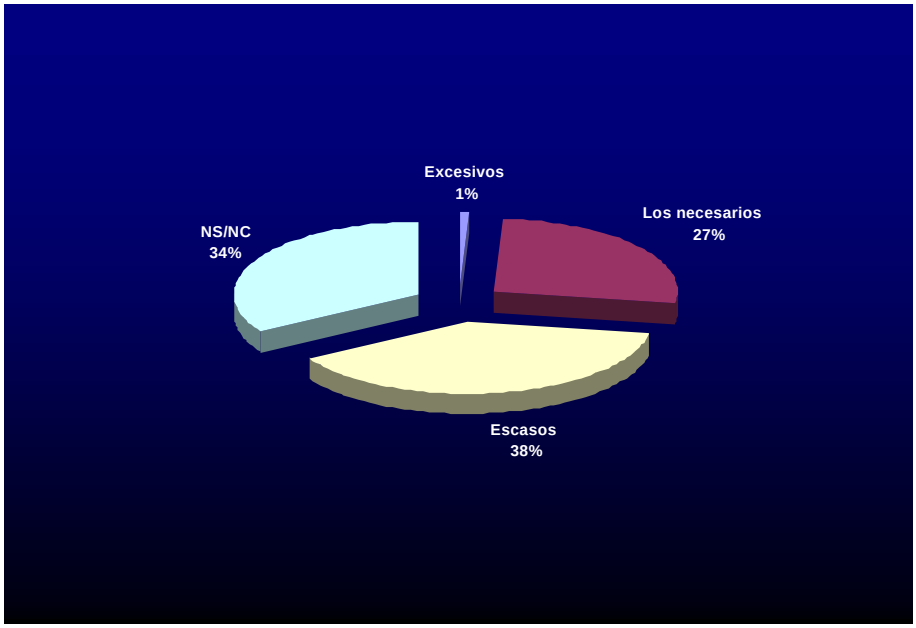
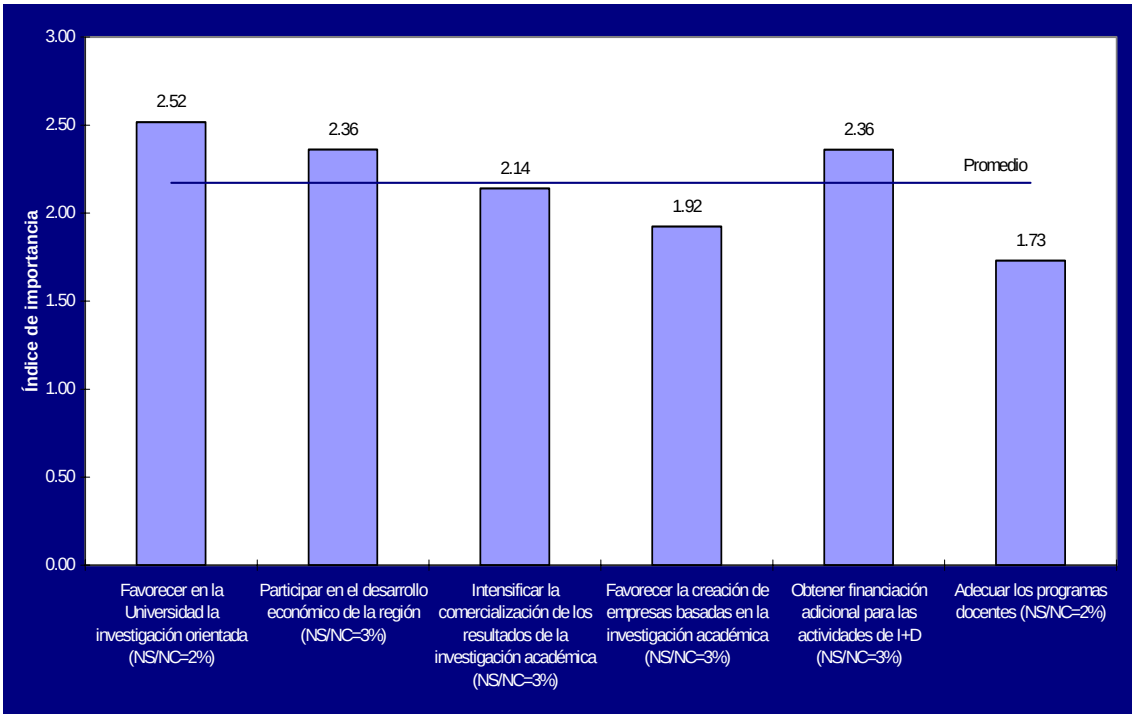


Gráfico 19. Medios de que dispone la universidad para gestionar la interacción universidad-empresa (n=380)



Los objetivos más valorados de la interacción universidad-empresa (Gráfico 20) son, como en el estudio de Lee (1996), los de favorecer en la universidad la investigación orientada, participar en el desarrollo económico de la región e intensificar la comercialización de los resultados de la investigación académica, más uno de los nuevos añadidos, obtener financiación adicional para las actividades de I+D. Es decir, parece aceptado que la universidad debe realizar una I+D adecuada a las necesidades de su región, y que conseguirlo no está reñido, sino más bien al contrario, con la obtención de fondos de empresas para la investigación. Los límites para la promoción de la interacción universidad-empresa parecen empezar por la creación de empresas basadas en la investigación académica, como en la muestra de Lee (1996), y la adecuación de los programas docentes.

Gráfico 20. Objetivos de la interacción universidad-empresa (n=380)



Las respuestas posibles a la pregunta eran “Importancia alta”, “Importancia media”, “Importancia baja” y “Ninguna importancia”. Se puntuó numéricamente cada respuesta con los valores 3, 2, 1 y 0, respectivamente. El índice de importancia es el promedio de estas puntuaciones.

Este análisis simple permite situarnos respecto a nuestras dos primeras hipótesis, ya que hemos encontrado evidencia a favor de ambas:

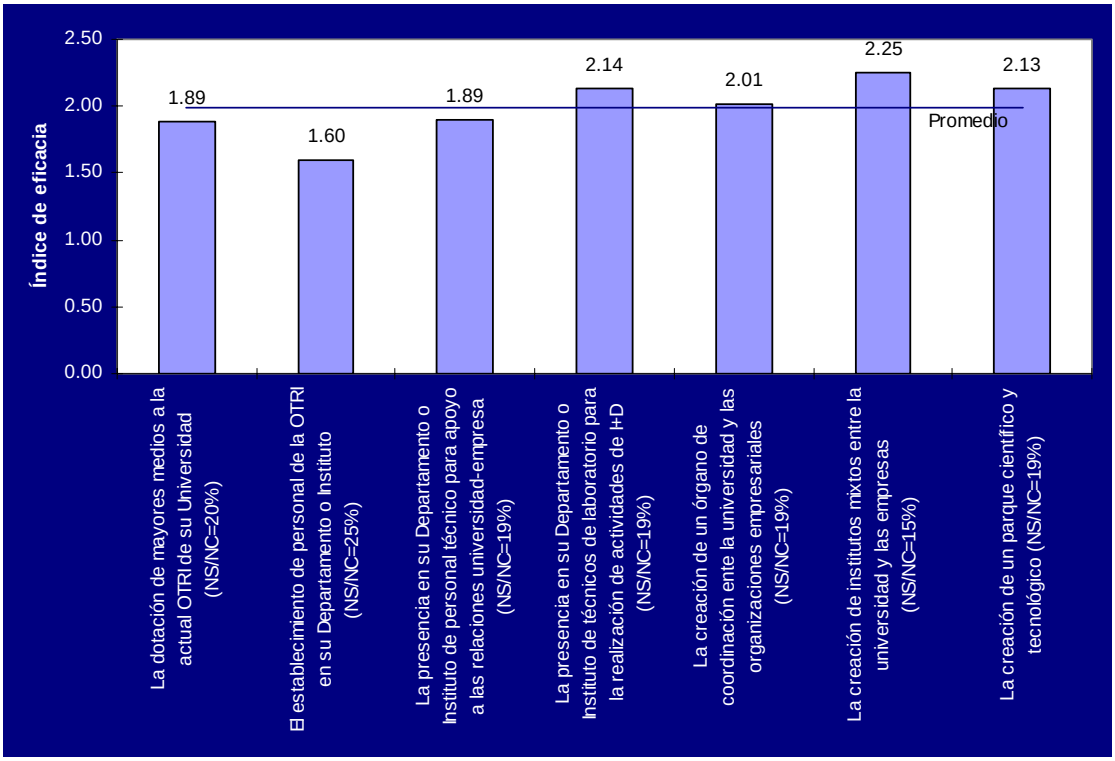
H1: los cambios de actitud de la comunidad académica se ratifican en regiones tecnológicamente débiles.

H2: el apoyo a los objetivos de la IUE en regiones tecnológicamente débiles es similar al que detecta Lee (1996) en el caso estadounidense.

Sobre las diferentes alternativas de política universitaria (Gráfico 21), se prefiere algunas medidas de relación directa con las empresas (creación de institutos mixtos, de un parque científico y tecnológico o de un órgano de coordinación con las organizaciones empresariales), junto a otras de relación indirecta, mediante el fomento de la I+D (inclusión de técnicos de laboratorio en la unidad de trabajo). Otras medidas favorecedoras de la relación directa a través de las propias unidades de investigación

resultan de menor aceptación, como la presencia de personal técnico para apoyo a la interacción universidad-empresa propio o de la OTRI. La dotación de mayores medios a la actual OTRI está poco valorada, bien porque los encuestados opinan que las OTRI ya cuenten con medios suficientes, bien porque las consideren menos eficaces. Da la impresión de que para los profesores el fomento de la interacción universidad-empresa requiere primordialmente facilitar las actividades de I+D y no las relaciones directamente. Éstas deben organizarse institucionalmente, a través de los mecanismos indicados precedentemente.

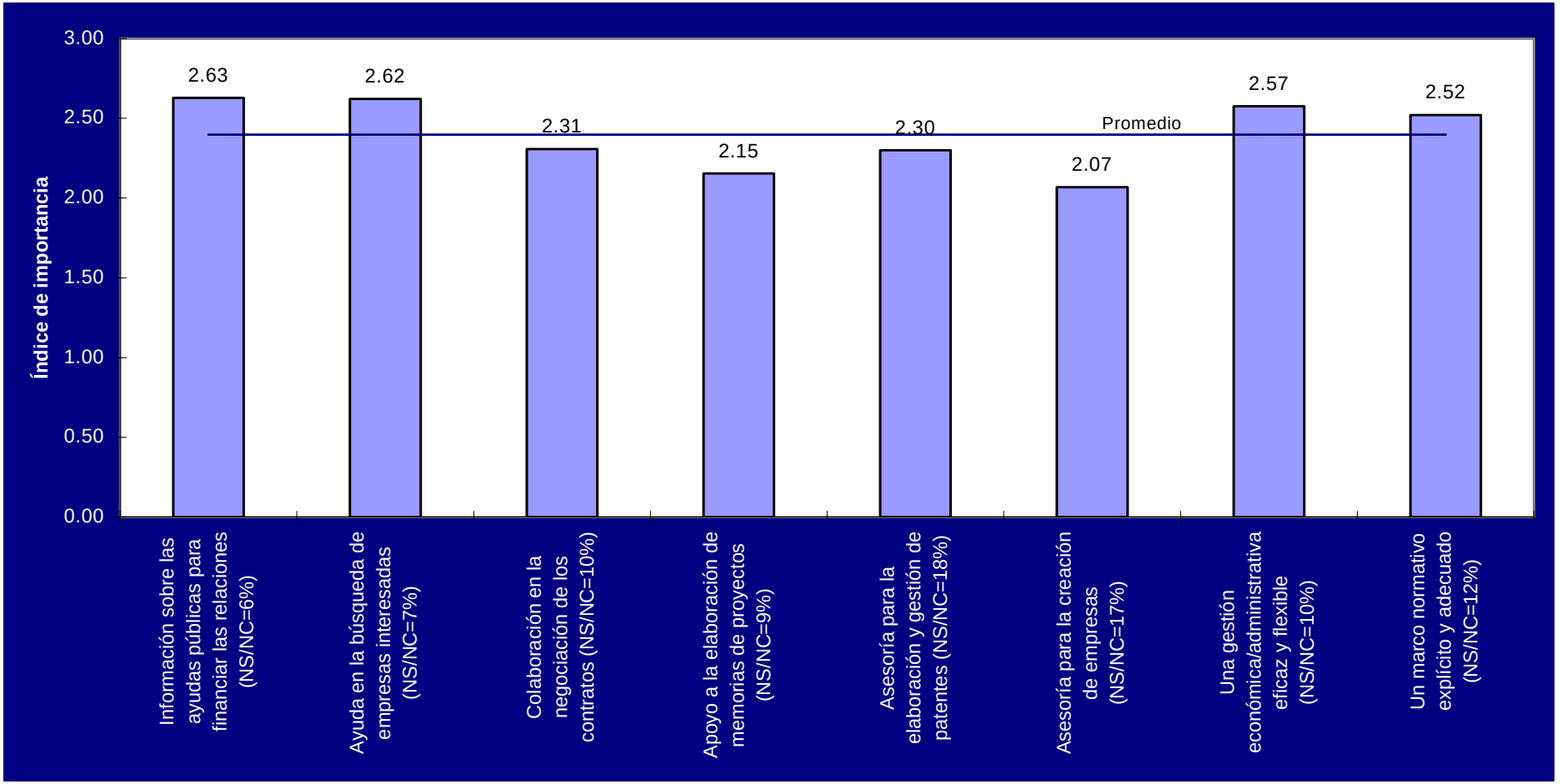
Gráfico 21. Mecanismos de política universitaria para favorecer la IUE (n=380)



Las respuestas posibles a la pregunta eran “Muy eficaz”, “Bastante eficaz”, “Poco eficaz” y “Nada eficaz”. Se puntuó numéricamente cada respuesta con los valores 3, 2, 1 y 0, respectivamente. El índice de eficacia es el promedio de estas puntuaciones.

Como formas o servicios más concretos para favorecer la interacción universidad-empresa (Gráfico 22), la opinión recogida se inclina por la información sobre ayudas públicas para financiar las relaciones. Implícitamente se está validando la intervención del sector público para apoyar las relaciones. Destaca igualmente la importancia concedida a prestar ayuda en la búsqueda de empresas interesadas, conseguir una gestión económico-administrativa eficaz y flexible y definir un marco normativo explícito y adecuado. En general, se trata de servicios de ámbito general, aplicables a distintas unidades de investigación. Cuando se desciende al nivel de servicios que implican mayor cercanía al proceso de negociación con las empresas, las alternativas resultan menos valoradas. Así ocurre con la colaboración en la negociación de los contratos, el apoyo a la elaboración de memorias de proyectos y la asesoría para la elaboración y gestión de patentes. Estas respuestas corroborarían las obtenidas sobre la ausencia de interés de los profesores por aumentar la dotación de medios de las OTRI, al considerar que éstas tienen los medios suficientes para realizar las funciones que consideran prioritarias.

Gráfico 22. Servicios de las universidades para favorecer la interacción universidad-empresa (n=380)



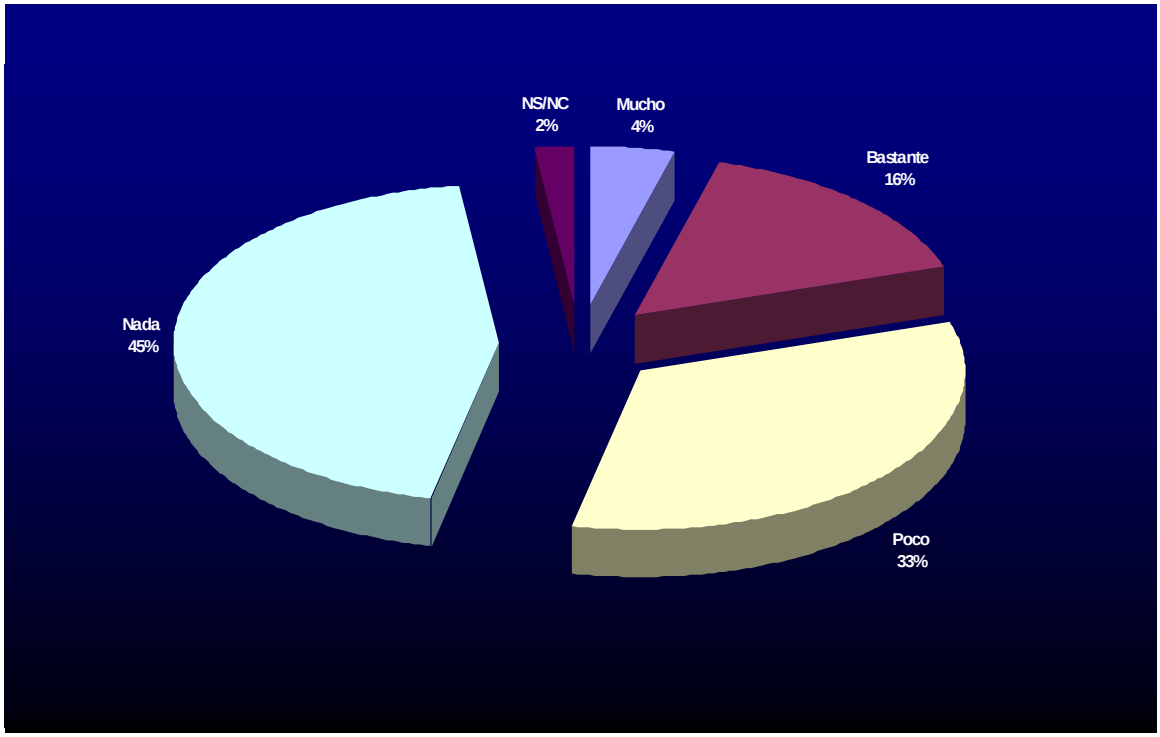
Las respuestas posibles a la pregunta eran “Importancia alta”, “Importancia media”, “Importancia baja” y “Ninguna importancia”. Se puntuó numéricamente cada respuesta con los valores 3, 2, 1 y 0, respectivamente. El índice de importancia es el promedio de estas puntuaciones.

Mayores dotaciones para estas unidades les llevaría a realizar funciones que los profesores consideran que tienen una dimensión más personal, o que deben llevar a cabo las propias unidades de investigación o que servirían para gestionar la I+D en el vicerrectorado, todo ellos de escasa relevancia para sus intereses. Por último, que la asesoría para la creación de empresas resulte la opción menos preferida está en consonancia con las fronteras puestas a las relaciones que ya se han mencionado.

3.5.2.B) Opinión sobre la actuación de los propios encuestados

Casi la mitad de los académicos consultados no se relaciona con empresas en actividades de I+D. De entre los que sí se relacionan, la mayoría (33%) lo hace poco y un número reducido (4%) lo hace mucho (Gráfico 23). Dado que al mismo tiempo se opina que la universidad debe cooperar y que las universidades valencianas lo favorecen, hay un marcado desequilibrio entre las instituciones y las personas adscritas a ellas.

Gráfico 23. Cooperación con empresas en I+D (n=380)



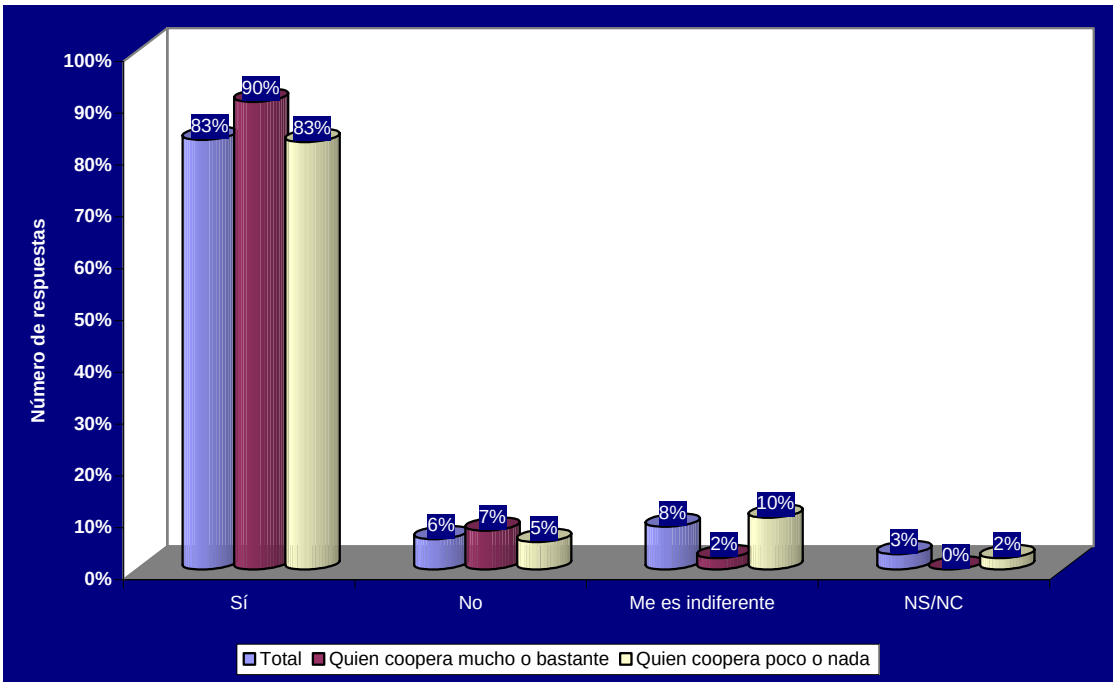
El desequilibrio se acentúa si se observa que los académicos muestran preferencia por aumentar su nivel de relación con las empresas. A pocos les resulta indiferente o se oponen a hacerlo (Gráfico 24, serie de columnas a la izquierda).

A priori conviene aquí, no obstante, preguntarse si la opinión de quien se relaciona con empresas a partir de cierto nivel difiere de la de quien no lo hace[34] (Gráfico 24, series de columnas en el centro y a la derecha). Sin embargo, los resultados no cambian

[34] El significado de la respuesta "No" a la pregunta de si se está interesado en incrementar la cooperación con empresas varía en función de que de hecho se coopere mucho o nada con ellas. Alguien que coopere mucho puede no desear cooperar más porque ya ha alcanzado un límite y no porque se oponga a las relaciones.

significativamente: ambos grupos están claramente a favor de relacionarse más con las empresas. Si bien se puede mencionar que entre quien se relaciona poco o nada hay un porcentaje más elevado de personas a las que le resultaría indiferente hacerlo en mayor medida. Es, probablemente, un núcleo de académicos que no se sienten concernidos por el tema.

Gráfico 24. Interés por aumentar la cooperación con empresas (n=380)

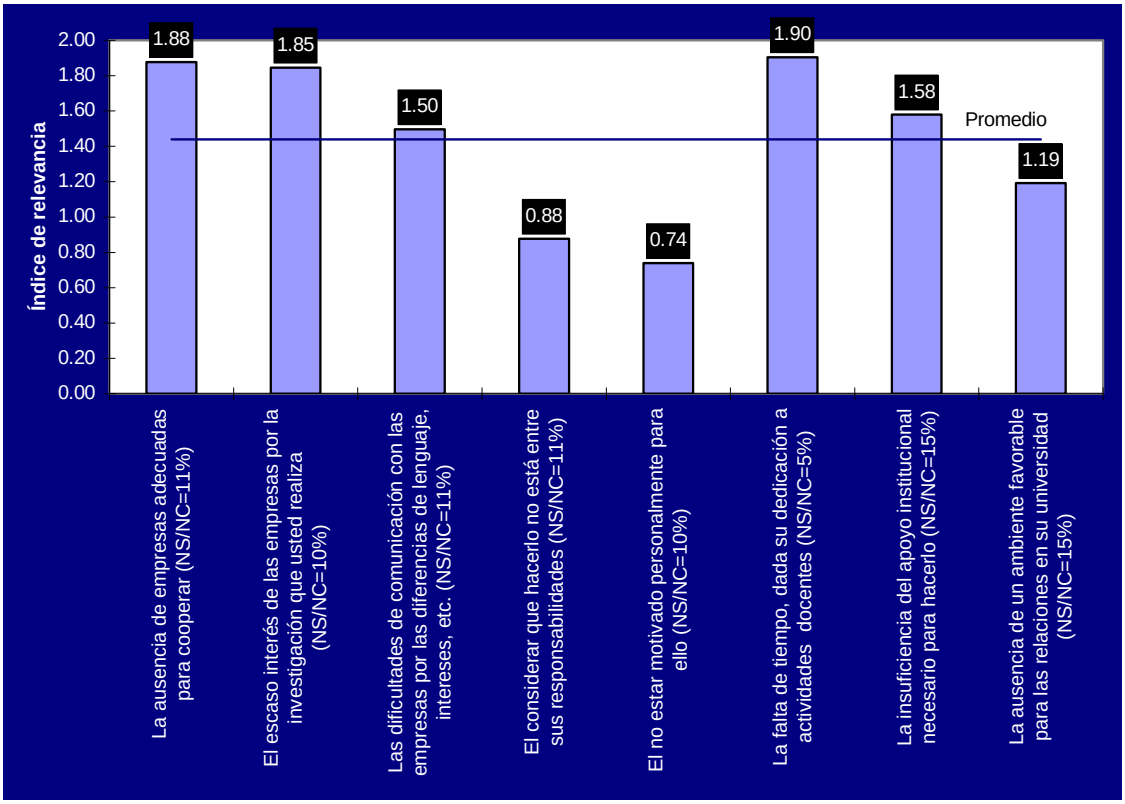


Cuatro posibles explicaciones pueden aclarar el desequilibrio mencionado: 1) Los académicos no han interiorizado sus opiniones, es decir, expresan un deseo que en realidad no quieren llevar a cabo. 2) Involucrarse de forma práctica en las opiniones manifestadas requiere un cierto esfuerzo y un tiempo que todavía no ha transcurrido. 3) La falta de medios o la inadecuación de políticas institucionales y servicios de las universidades han impedido promover las relaciones tanto como se desea. 4) Existen factores externos a profesores e instituciones que lo dificultan.

Para discernir entre las cuatro explicaciones propuestas para el bajo nivel de relaciones con la empresa, se explora qué factores constituyen los frenos más importantes (Gráfico 25). La falta de tiempo, dada la dedicación a actividades docentes, elegida como primer freno, fundamentaría la segunda explicación, y reforzaría la impresión ya mencionada de que se produce una tensión entre la carga docente y la voluntad de realizar más I+D. Alternativas como la ausencia de empresas adecuadas para cooperar o el escaso interés de las empresas por la investigación que realizan los científicos universitarios o, en menor medida, las dificultades de comunicación con las empresas por las diferencias de lenguaje, intereses, etc., servirían de base para la cuarta explicación. La insuficiencia del apoyo institucional necesario para hacerlo constituiría la justificación de la tercera. En todo caso, no conceder tanta importancia a características personales, como el considerar que hacerlo no está entre las responsabilidades del investigador o no estar motivado personalmente para ello, o sociales, como la ausencia de un ambiente favorable para las relaciones en su

universidad, hace descartar la primera alternativa y concuerda con los cambios cognitivos a favor de involucrarse con empresas detectado en otras preguntas de la encuesta.

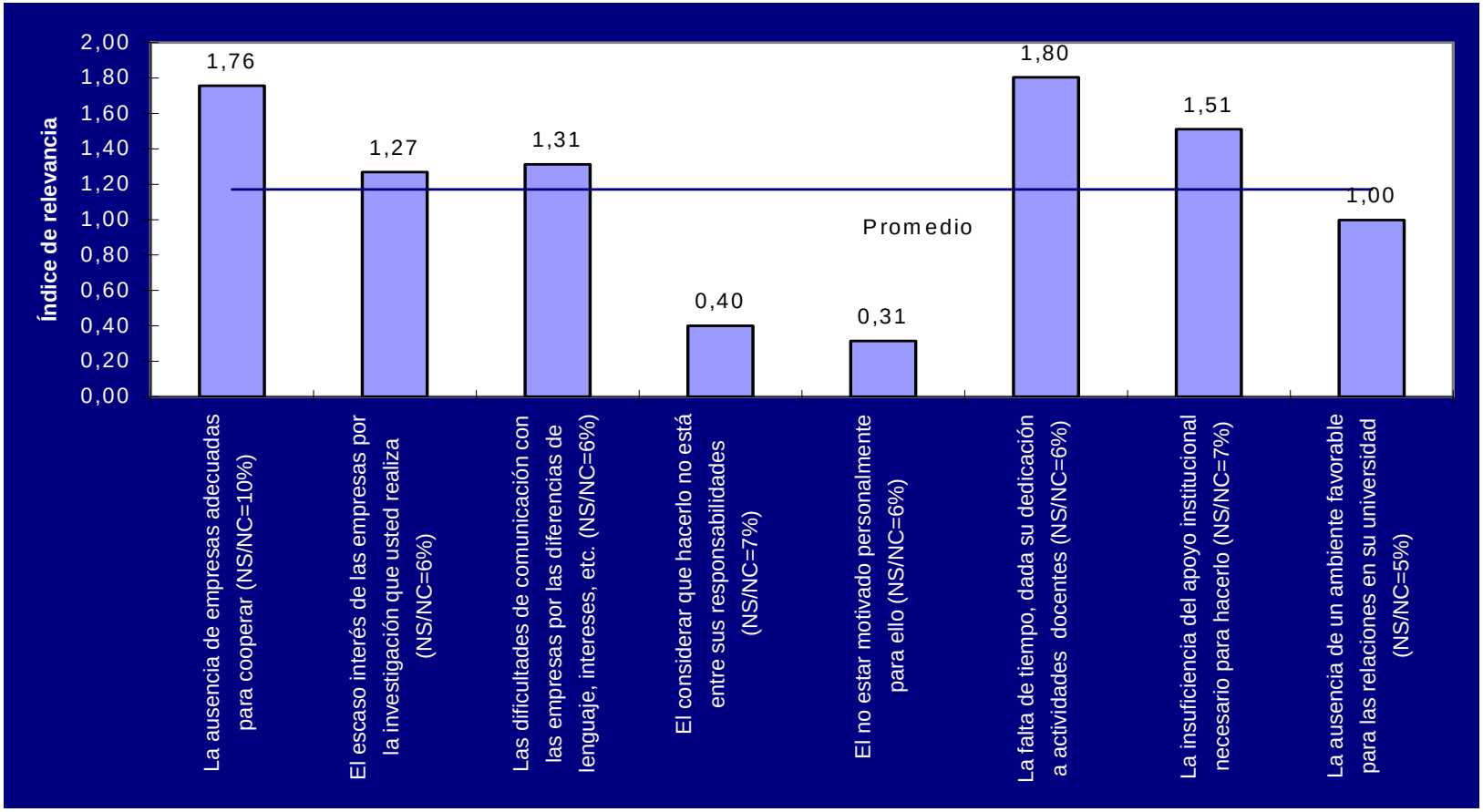
Gráfico 25. Frenos de las relaciones universidad empresa (n=380)



Las respuestas posibles a la pregunta eran “Muy relevante”, “Bastante relevante”, “Poco relevante” y “Nada relevante”. Se puntuó numéricamente cada respuesta con los valores 3, 2, 1 y 0, respectivamente. El índice de relevancia es el promedio de estas puntuaciones.

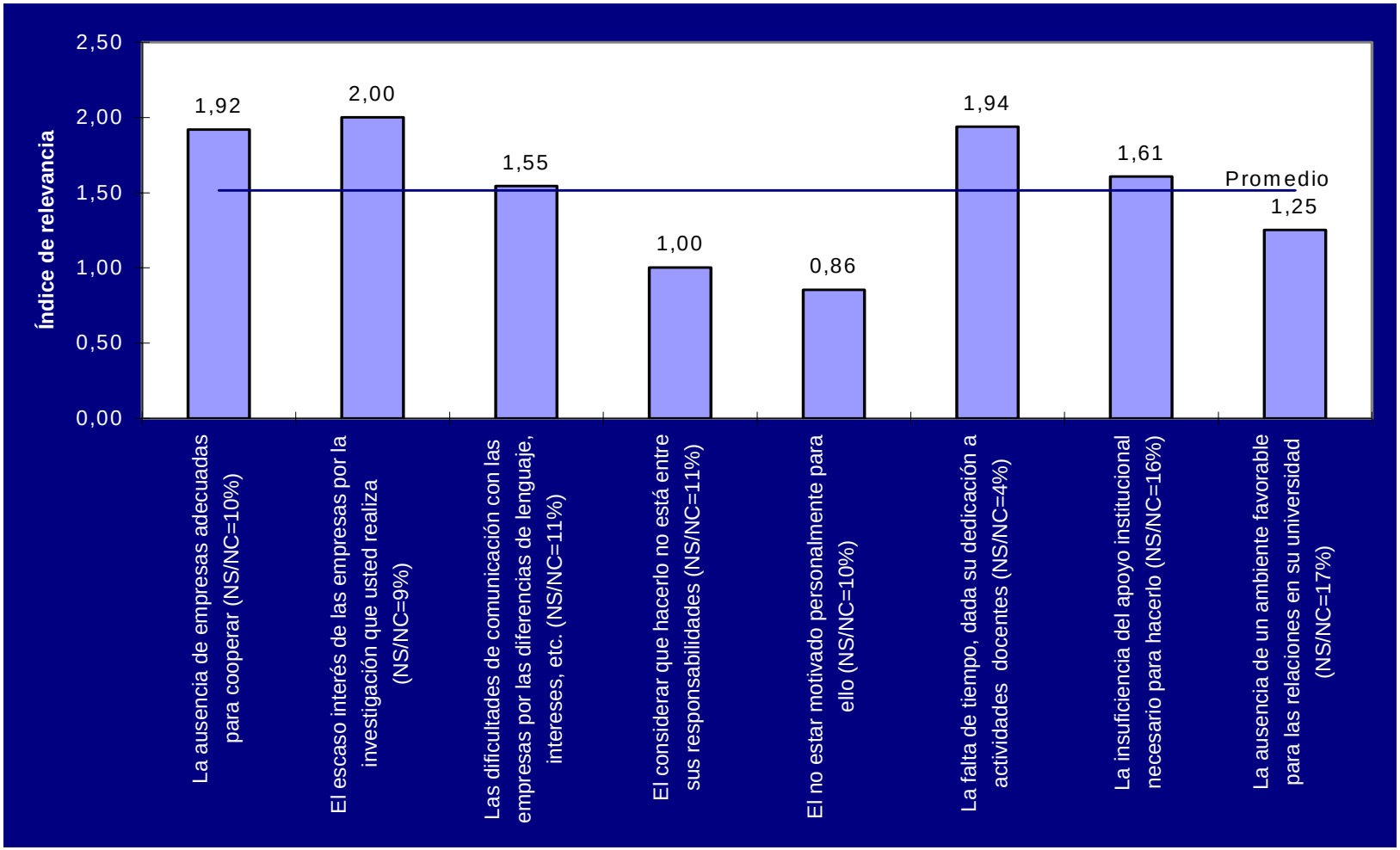
Cabría preguntarse, de nuevo, si existen diferencias entre quien coopera con empresas más allá de cierto límite y quien no, pero tampoco ahora parece haberlas (Gráfico 26 y Gráfico 27). Los segundos dan más importancia a todos los frenos pero la jerarquía no cambia, excepto porque quienes cooperan mucho y bastante no consideran un freno tan importante la falta de interés de las empresas por la investigación que se realiza. O bien dichos académicos investigan en áreas que presentan mayores oportunidades empresariales, o bien quien coopera poco o nada con empresas subestima el valor de su investigación para las empresas. Otras diferencias de intensidad a resaltar están en los frenos más importantes, debido a que así los consideran sobre todo quienes cooperan poco o nada.

Gráfico 26. Frenos de las relaciones universidad empresa para quien coopera mucho o bastante (n=76)



Las respuestas posibles a la pregunta eran “Muy relevante”, “Bastante relevante”, “Poco relevante” y “Nada relevante”. Se puntuó numéricamente cada respuesta con los valores 3, 2, 1 y 0, respectivamente. El índice de relevancia es el promedio de estas puntuaciones.

Gráfico 27. Frenos de las relaciones universidad empresa para quien coopera poco o nada (n=296)

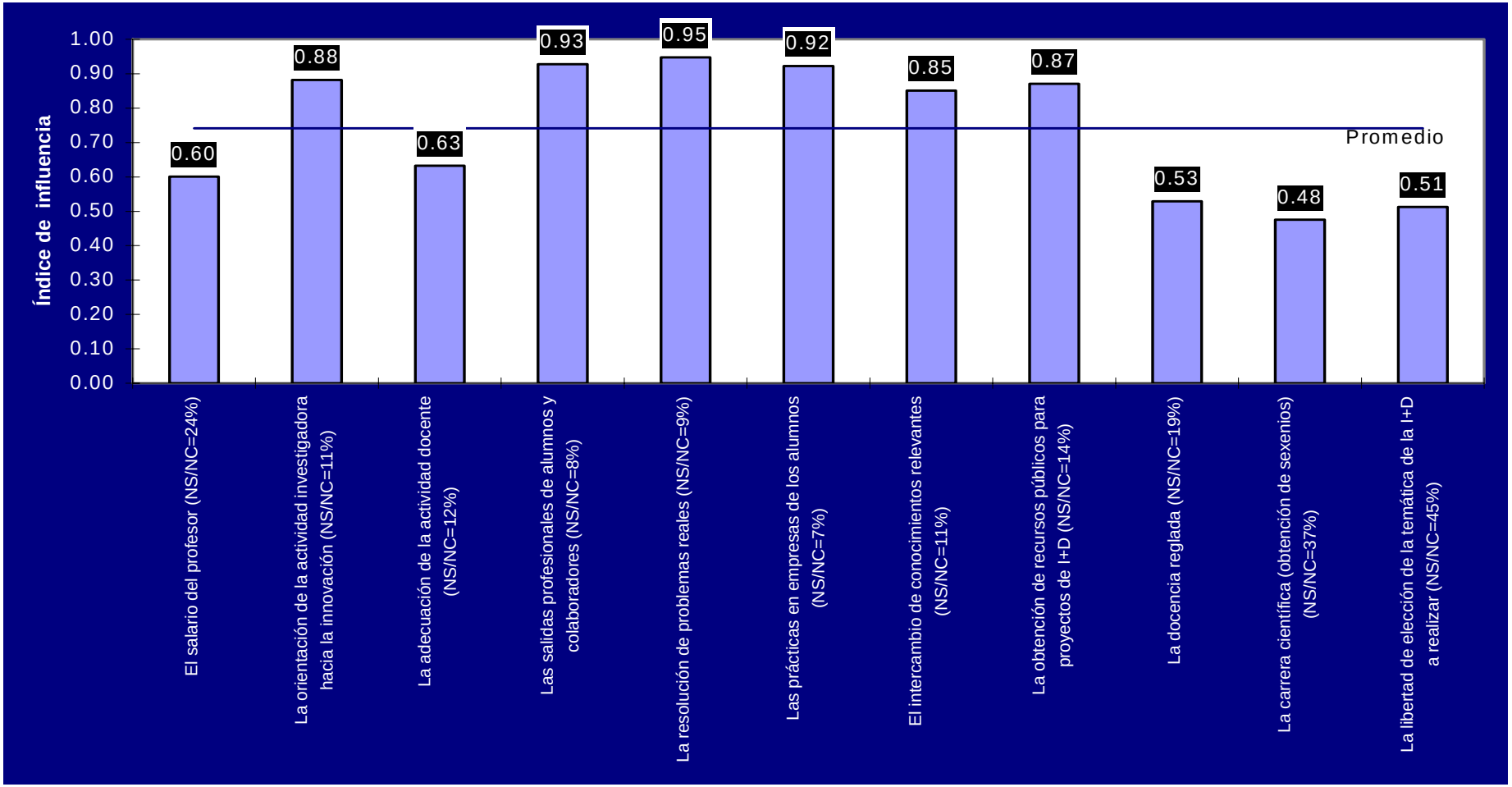


Las respuestas posibles a la pregunta eran “Muy relevante”, “Bastante relevante”, “Poco relevante” y “Nada relevante”. Se puntuó numéricamente cada respuesta con los valores 3, 2, 1 y 0, respectivamente. El índice de relevancia es el promedio de estas puntuaciones.

Parte de las razones del cambio cognitivo puede estar en las ventajas que se derivan de la relación con las empresas (Gráfico 28). Parece que las mejoras son principalmente sobre los resultados de las funciones investigadoras y docentes, dado que se opina que las relaciones influyen más positivamente sobre aspectos como la resolución de problemas reales, las salidas profesionales de alumnos y colaboradores, las prácticas en empresas de los alumnos o la orientación de la actividad investigadora hacia la innovación. También tendrían consecuencias positivas sobre los recursos de la investigación, como la financiación pública de los proyectos de I+D o el intercambio de conocimientos relevantes (excepto porque apenas aportan nada sobre la libertad de elección de la temática de la I+D a realizar). Mucho más lejos queda el previsible impacto positivo sobre los recursos de la docencia, como la adecuación de la actividad docente o la docencia reglada o sobre aspectos personales de los académicos, como el salario o la carrera científica. Por lo tanto, las relaciones se perciben como una fuente para dar mejor salida a los egresados y generar una investigación más rentable socialmente a partir de la retroalimentación que proporcionaría a los recursos de I+D. Las fronteras a las relaciones podrían situarse ante la posible colisión con la forma de impartir docencia. No obstante, adviértase que ninguna de las opciones planteadas figura como una desventaja, cuando se dio la posibilidad a los encuestados de que la consideraran como tal.

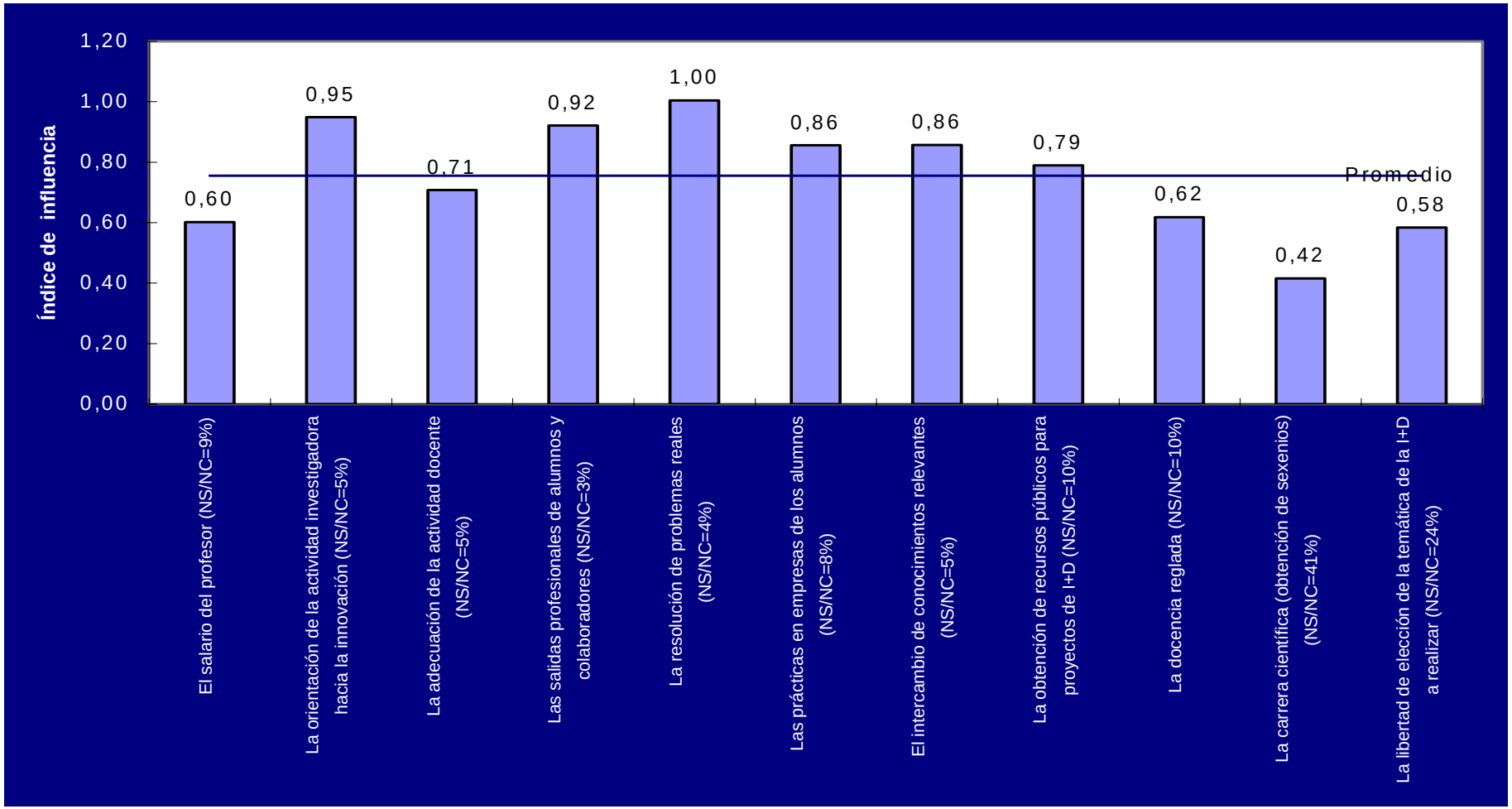
Distinguiendo entre los académicos que alcanzan cierto nivel de relación con las empresas y los que no, aunque las diferencias de intensidad son pequeñas, se producen algunos cambios en la jerarquía. Así, los primeros (Gráfico 29) otorgan aún más valor a la orientación de la actividad investigadora hacia la innovación y menos a la obtención de recursos públicos para proyectos de I+D. Los que se relacionan poco o nada, por su parte (Gráfico 30), otorgan mayor importancia a las prácticas en empresas de los alumnos. Parece haber, por tanto, un ligero contraste entre la inclinación hacia las ventajas sobre los resultados de la investigación de los primeros y la inclinación hacia las ventajas sobre los resultados de la docencia de los segundos.

Gráfico 28. Ventajas de la interacción universidad-empresa (n=380)



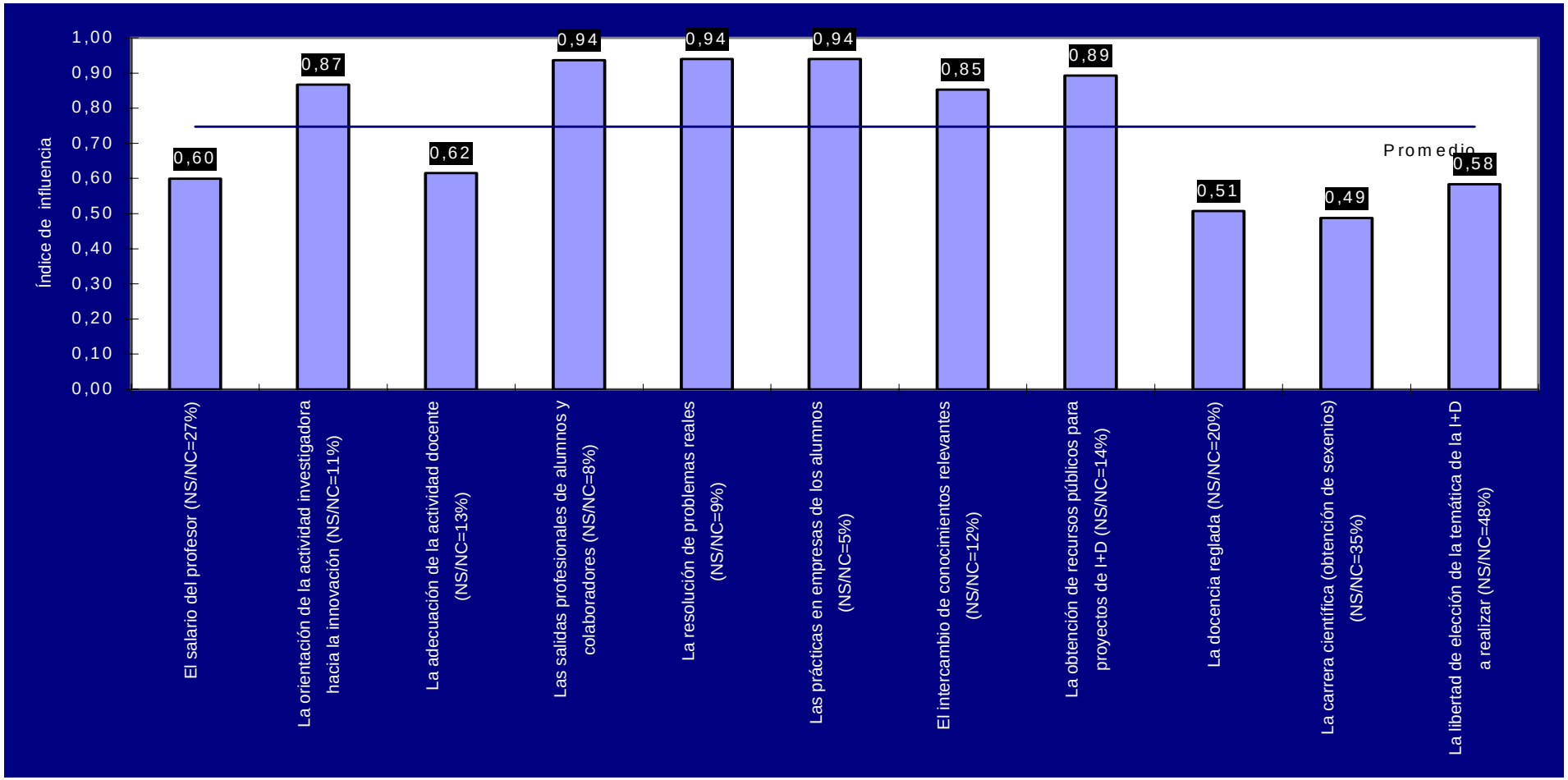
Las respuestas posibles a la pregunta eran “Influye positivamente”, “No influye nada” e “Influye negativamente”. Se puntuó numéricamente cada respuesta con los valores 1, 0 y -1, respectivamente. El índice de influencia es el promedio de estas puntuaciones.

Gráfico 29. Ventajas de la interacción universidad-empresa para quien coopera mucho o bastante (n=76)



Las respuestas posibles a la pregunta eran “Influye positivamente”, “No influye nada” e “Influye negativamente”. Se puntuó numéricamente cada respuesta con los valores 1, 0 y -1, respectivamente. El índice de influencia es el promedio de estas puntuaciones.

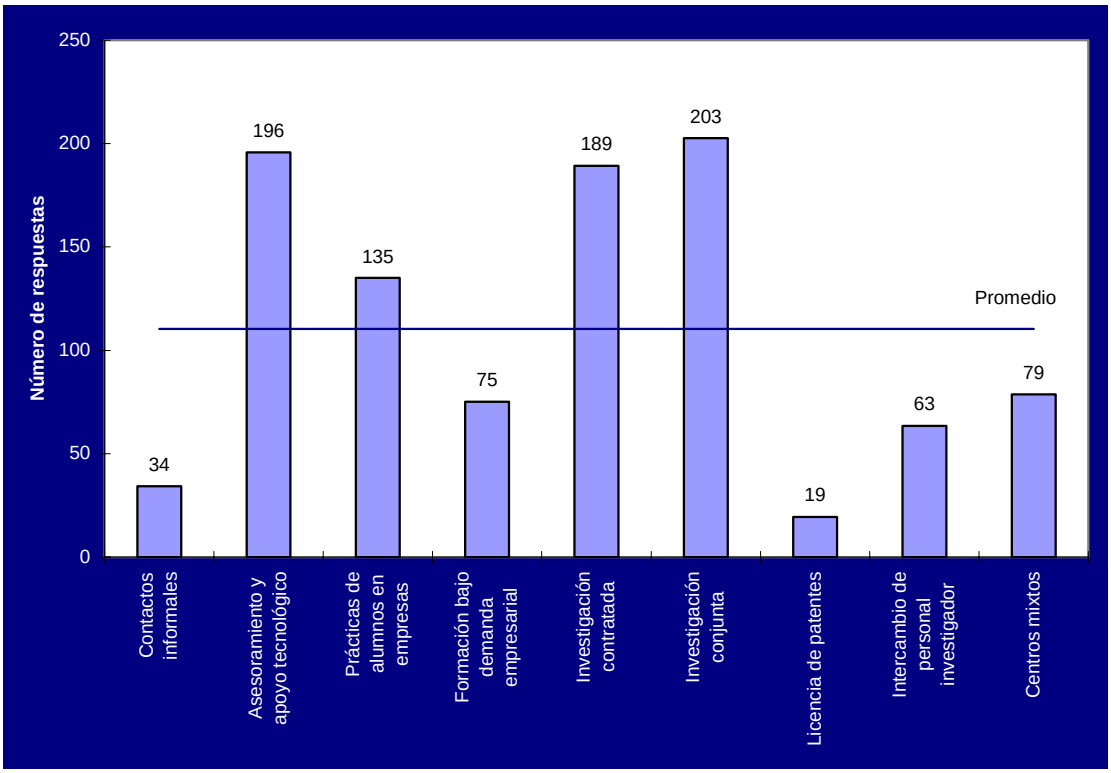
Gráfico 30. Ventajas de la interacción universidad-empresa para quien coopera poco o nada (n=296)



Las respuestas posibles a la pregunta eran “Influye positivamente”, “No influye nada” e “Influye negativamente”. Se puntuó numéricamente cada respuesta con los valores 1, 0 y -1, respectivamente. El índice de influencia es el promedio de estas puntuaciones.

En cuanto a cómo preferirían relacionarse con las empresas (Gráfico 31), los profesores se muestran partidarios de la investigación antes que del desarrollo, ya que la categoría "investigación conjunta" es preferida a la de "asesoramiento y apoyo tecnológico", más expresiva de actividades de desarrollo. El hecho además de que se prefiera una investigación conjunta antes que la contratada concuerda con la opinión antes comentada, que el intercambio de conocimientos se aprecie como una ventaja importante. También refuerza la idea de que las relaciones operan en los dos sentidos y no en uno solo. Igualmente en consonancia con las ventajas expresadas, se preferiría colaborar mediante prácticas de alumnos en empresas. Lo que no se cita frecuentemente como actividades preferidas son los centros mixtos, a pesar de que se consideraba uno de los mecanismos más eficaces de política universitaria (Gráfico 21). La razón quizás sea que la realización de estos centros lleva implícito un aumento de la I+D conjunta. No se cita habitualmente el intercambio de personal investigador, de lo que se deriva que la investigación conjunta que se pretende con la empresa tiene límites. La formación bajo demanda empresarial tampoco es valorada, lo que apunta en el sentido de considerar sobradamente cumplidas las actividades de docencia. Llama la atención que no se aprecie los contactos informales, a diferencia de lo que ocurre en los países líderes en tecnología, probablemente debido a que las expectativas derivadas de estos contactos son bajas. Sin embargo, en el otro extremo, tampoco se valora la licencia de patentes, quizás porque su uso no está tan extendido como en otros países.

Gráfico 31. Actividades preferidas para relacionarse con las empresas (n=380, NS/NC=8%)



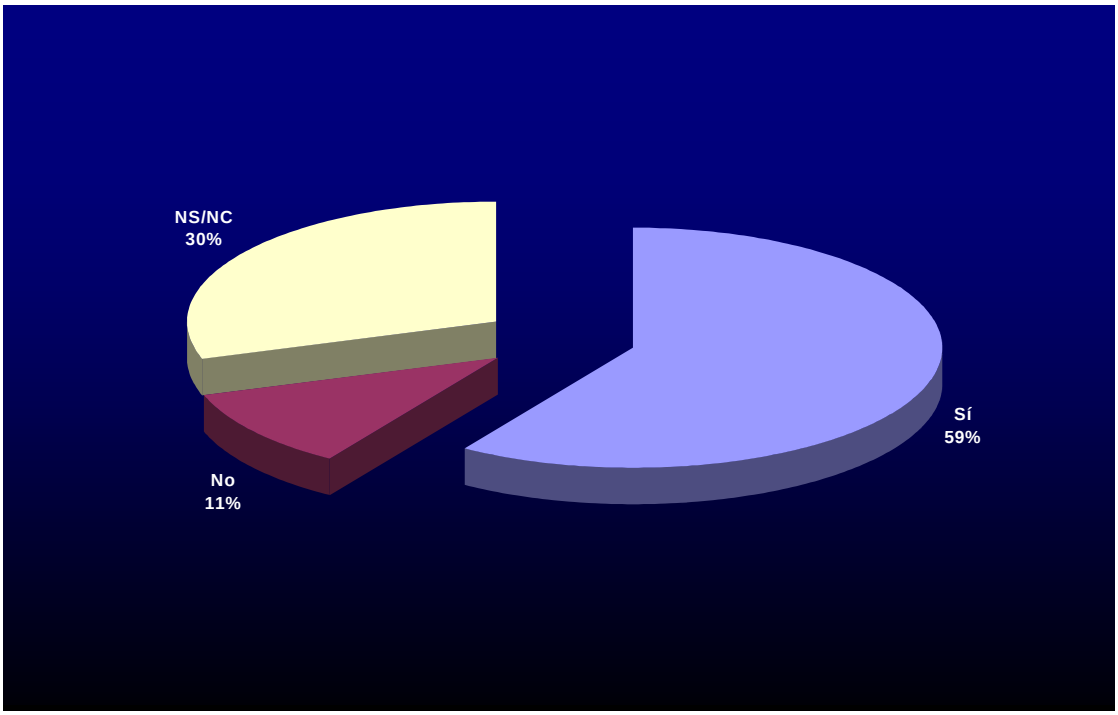
La suma del número de respuestas no coincide con el número de observaciones porque se permitió más de una respuesta.

Para Meyer-Krahmer y Schmoch (1998), el mayor rango de la colaboración y los contactos que detectaron en el caso alemán, reforzado por el alto rango como incentivo del intercambio de conocimiento, era un signo de preferencia por los flujos

bidireccionales en vez de los unidireccionales en la IUE. En nuestra muestra, encontramos un valor alto de la colaboración y el intercambio de conocimiento, pero también un valor alto de los contratos y la consultoría y un valor bajo de los contactos, lo que muestra una cierta tensión entre los dos tipos de flujos. Podemos interpretarlo como una idiosincrasia de una región tecnológicamente débil.

Sobre lo que sí se muestran a favor los académicos valencianos es de impulsar la creación de empresas derivadas de la I+D universitaria (Gráfico 32). Puede chocar que, como se ha visto anteriormente, ni las relaciones con las empresas pareciesen importantes para que la universidad crease empresas ni que los servicios universitarios de asesoría para la creación de empresas fueran apreciados. Por una parte, esto admite la interpretación de los diferentes roles concedidos a instituciones y personas. Por otra, la proporción de partidarios de la creación de empresas no es tan abrumadora frente a las alternativas como en otros casos y el grado de desconocimiento, en cambio, es muy elevado (30%).

Gráfico 32. Disposición a impulsar la creación de empresas derivadas de la universidad (n=380)

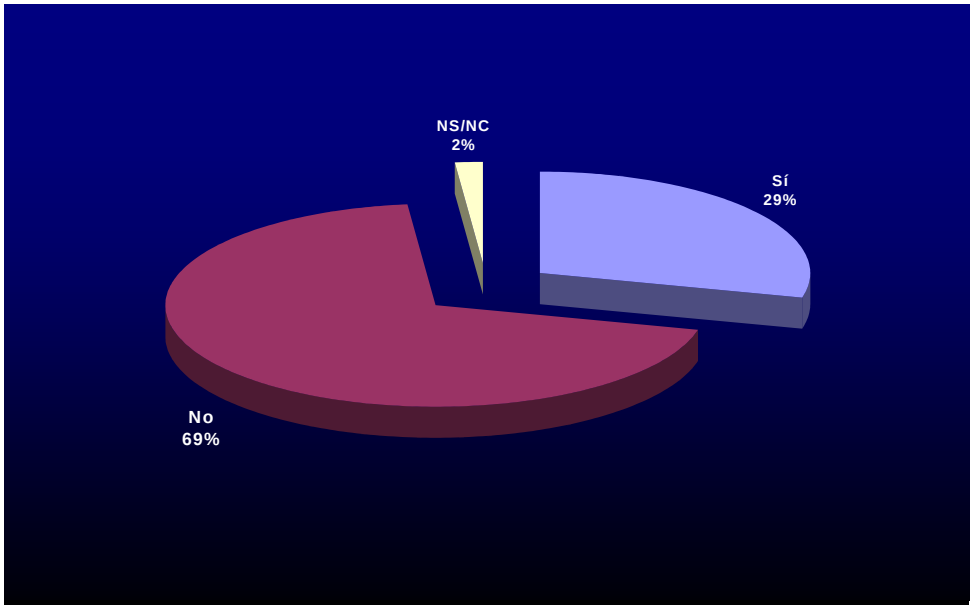


3.5.2.C) Visión sobre los interlocutores de la relación

Se ha visto que sólo un 20% de los académicos coopera mucho o bastante en actividades de I+D (Gráfico 23). Para dar cabida a la cooperación en campos distintos de la I+D, se preguntó a los académicos si contrataban con empresas en general. Aun en este caso, la contratación con empresas es escasa: menos de la tercera parte de los académicos contrata con ellas (Gráfico 33)[35].

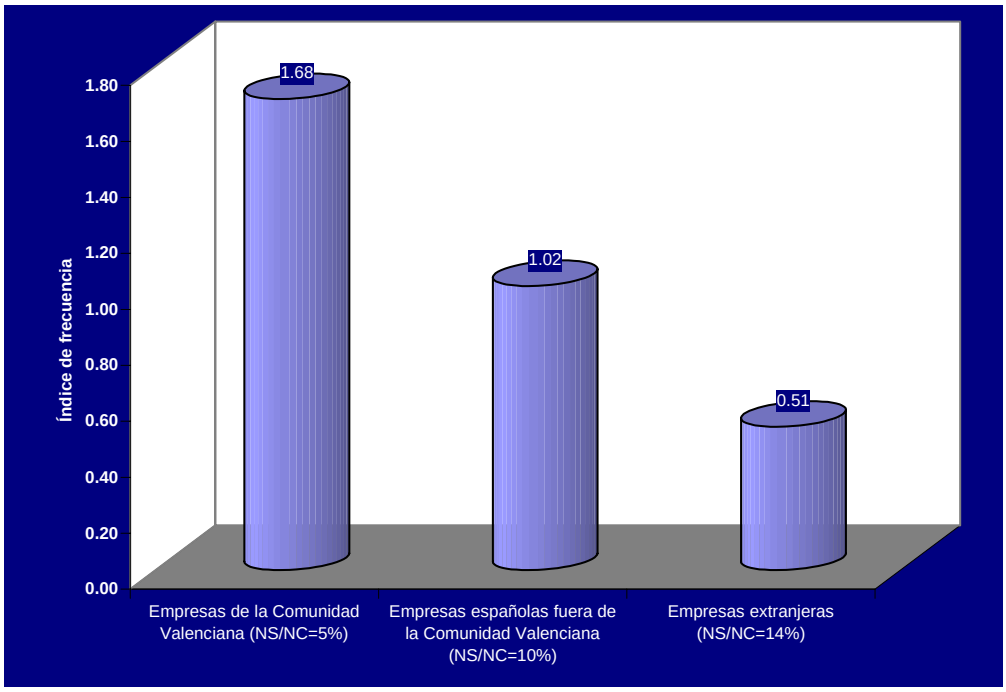
[35] Además de en actividades de I+D, se puede cooperar con empresas, por ejemplo, en cursos de formación bajo demanda, proyectos de fin de carrera de los alumnos, ciertas actividades de consultoría, etc. De hecho, el porcentaje de quienes declaran contratar con empresas (Gráfico 33) es mayor que el de

Gráfico 33. Contratación habitual con empresas (n=380)



Esta tercera parte del total de profesores de la muestra contrata frecuentemente con empresas de la Comunidad Valenciana, poco con otras empresas españolas y apenas con empresas extranjeras (Gráfico 34).

Gráfico 34. Frecuencia de contratación con empresas (n=110)



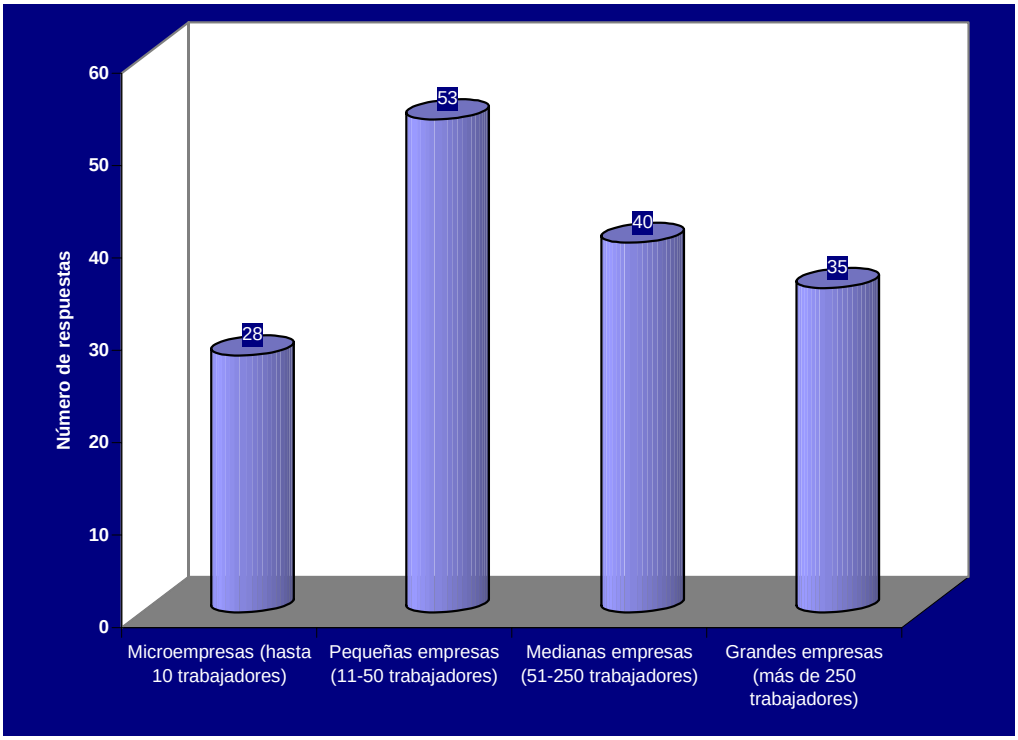
Las respuestas posibles a la pregunta eran “Con mucha frecuencia”, “Con bastante frecuencia”, “Con poca frecuencia” y “Nunca”. Se puntuó numéricamente cada respuesta con los valores 3, 2, 1 y 0, respectivamente. El índice de frecuencia es el promedio de estas puntuaciones.

---

quienes cooperan mucho o bastante con empresas en I+D (Gráfico 23) porque parte de los que cooperan poco o nada con empresas en I+D (Gráfico 23) declaran que sí contratan con empresas (Gráfico 33).

Atendiendo al tamaño de las empresas, el valor modal de las respuestas ofrecidas indica que la relación es mayor en el caso de las pequeñas empresas (entre 11 y 50 trabajadores). Si se pusiera los valores obtenidos en relación con el total de empresas de cada estrato, se observaría, sin embargo, una mayor propensión a contratar con empresas medianas y grandes. En todo caso, los contratos con microempresas no destacan ni de forma absoluta ni relativa (Gráfico 35).

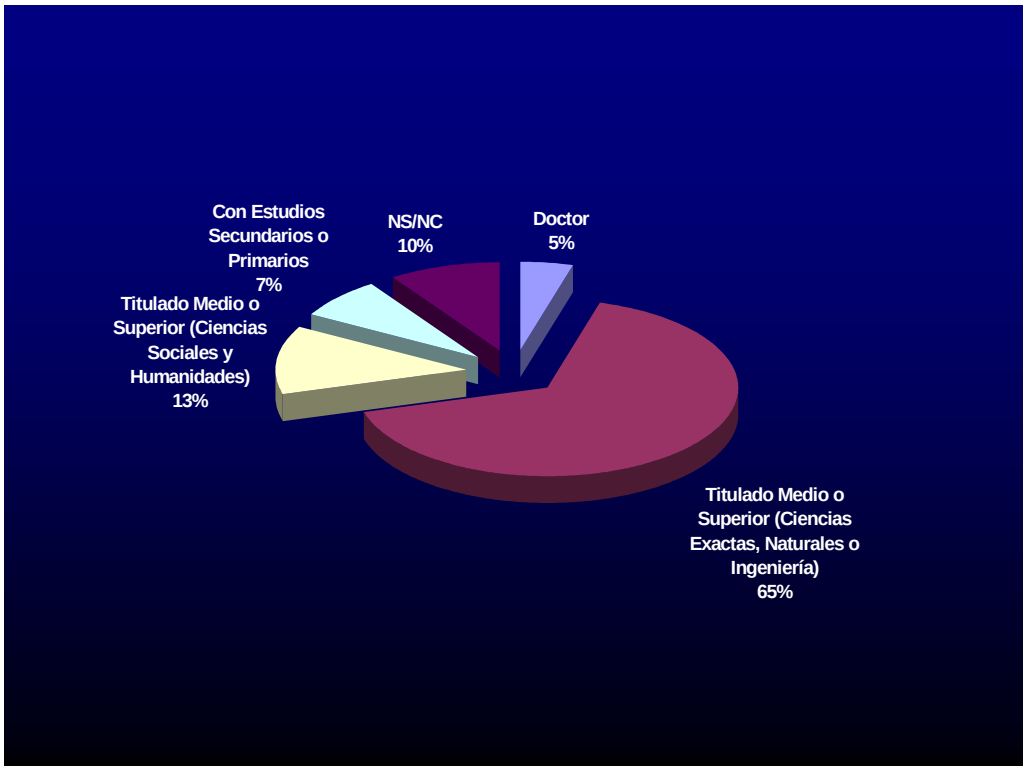
Gráfico 35. Frecuencia de contratación con empresas, según su tamaño (n=110, NS/NC=1%)



La suma del número de respuestas no coincide con el número de observaciones porque se permitió más de una respuesta.

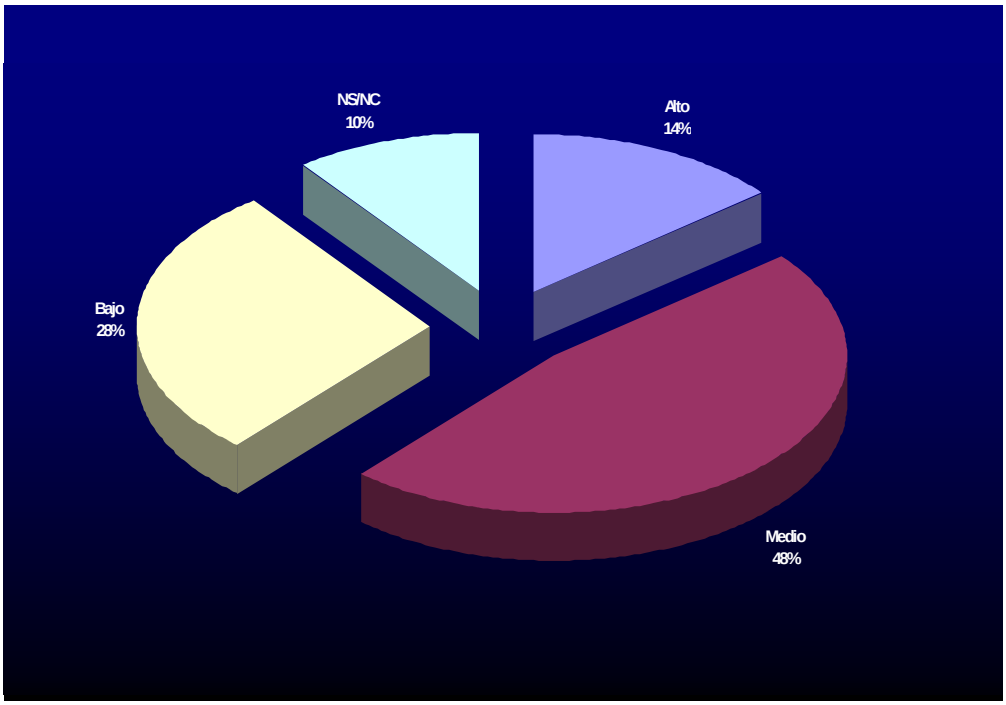
El personal de la empresa con el que se lleva a cabo la relación es casi siempre un titulado medio o superior (Gráfico 36). Las relaciones dependen, pues, de la existencia de un interlocutor con cierto nivel de formación. En ese sentido, el perfil académico representativo de los directivos de la Comunidad Valenciana es apto para cooperar, y algo menos el de los empresarios con asalariados, como se reseñó en el apartado 3.3.2.

Gráfico 36. Nivel de formación del interlocutor en la empresa (n=110)



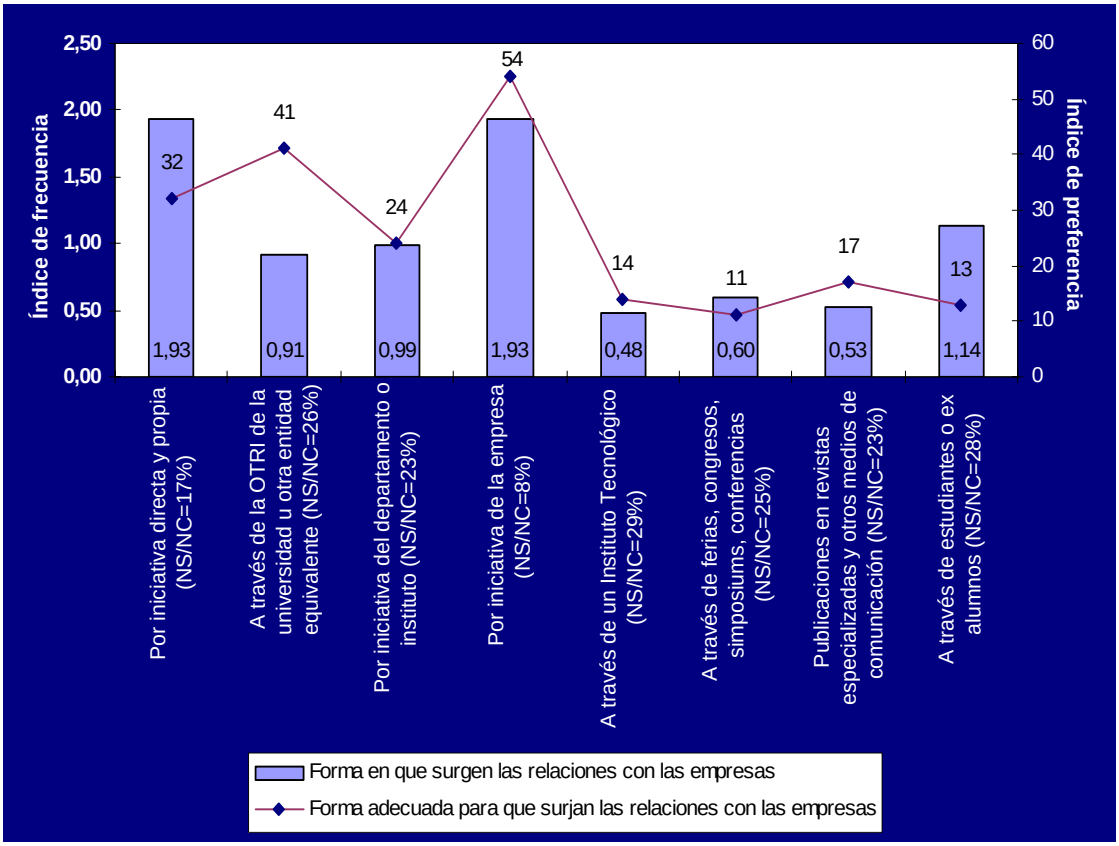
Del mismo modo, la empresa debe poseer cierto nivel tecnológico para facilitar las relaciones (Gráfico 37). Los académicos que se relacionan con empresas lo hacen más frecuentemente con las de nivel tecnológico medio. Si no resultan citadas en mayor medida las de nivel alto es, probablemente, porque no las hay.

Gráfico 37. Nivel tecnológico de las empresas con las que hay relación (n=110)



Las relaciones surgen (Gráfico 38, serie en columnas) por iniciativa directa y propia o por iniciativa de la empresa, principalmente. Es importante advertir que otra fuente de relaciones es a través de estudiantes o ex alumnos. Otros canales universitarios intervienen con poca frecuencia. Es el caso del departamento o instituto o las OTRI o entidades semejantes. De ahí quizás el poco valor que se les concede como mecanismo de relación que se ha observado anteriormente. La difusión del conocimiento a través de publicaciones o ferias, congresos, simposios, conferencias, etc. tampoco es una vía adecuada, acaso porque no resuelvan necesidades específicas. Los institutos tecnológicos tampoco son intermediarios de las relaciones, indicio de un alejamiento entre ellos y las universidades que impide aprovechar posibles sinergias. Todo apunta a que, para que haya relación, debe surgir una propuesta o demanda concreta y responder a la iniciativa de los interesados. Existe un componente personal intransferible a terceros, excepto en el caso de los alumnos, con los que posiblemente se hayan generado vínculos de confianza suficientemente fuertes.

Gráfico 38. Forma en que surgen las relaciones con las empresas (n=110)



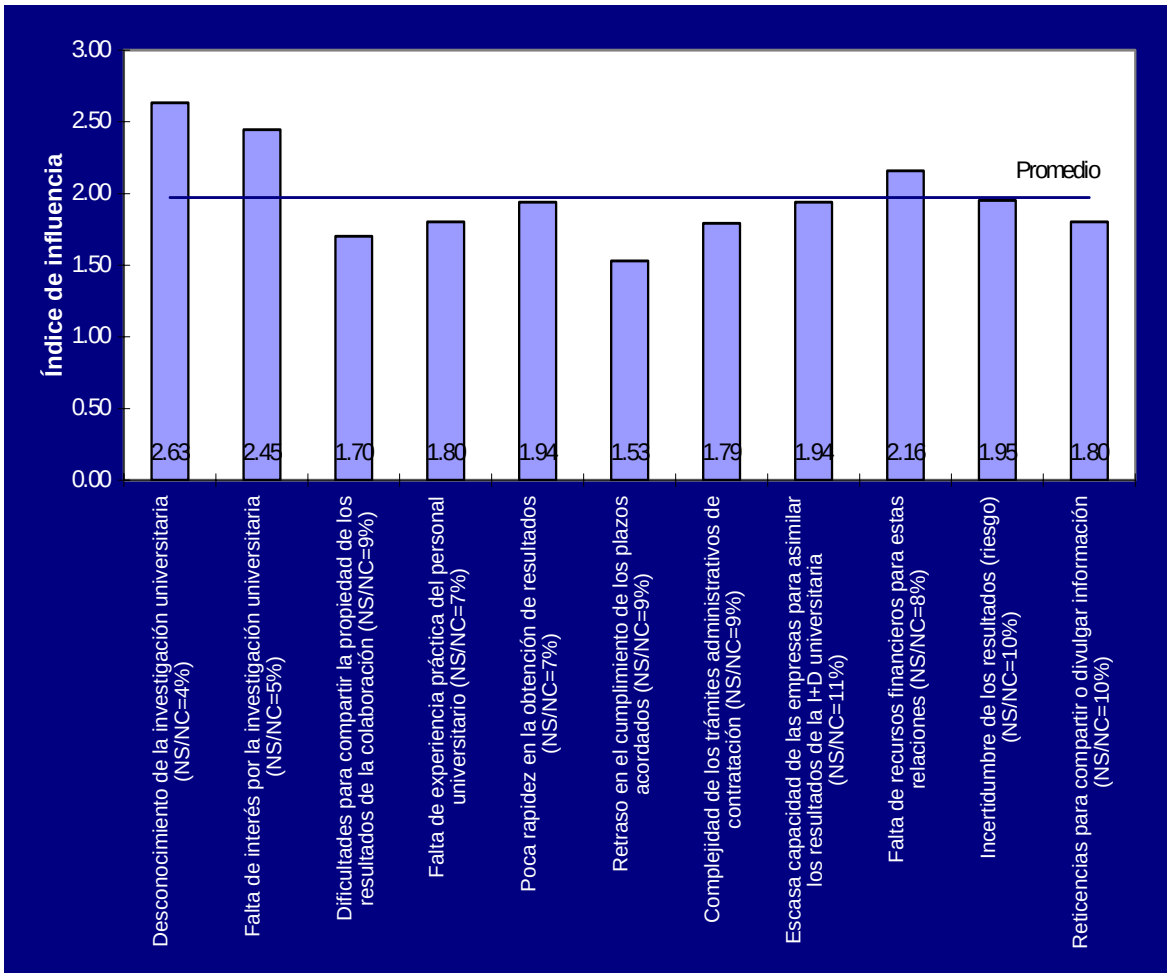
Las respuestas posibles a la pregunta sobre la forma en que surgen las relaciones con las empresas eran "Con mucha frecuencia", "Con bastante frecuencia", "Con poca frecuencia" y "Nunca". Se puntuó numéricamente cada respuesta con los valores 3, 2, 1 y 0, respectivamente. El índice de frecuencia es el promedio de estas puntuaciones.
El índice de preferencia es el número de respuestas a la pregunta sobre la forma adecuada para que surjan las relaciones con las empresas. La suma del número de respuestas no coincide con el número de observaciones porque se permitió más de una respuesta.

Al comparar el panorama descrito con la situación ideal (Gráfico 38, serie en línea), surgen algunas discrepancias. Se preferiría que las relaciones con las empresas comenzaran en menor medida por iniciativa de los propios profesores, más por

iniciativa de las empresas pero, lo que es más importante, bastante más por iniciativa de las OTRI o entidades semejantes. Si se conecta esta información con la opinión declarada de que se confía poco en la dotación de mayores medios a la actual OTRI como forma de fomentar la interacción universidad-empresa, se deduce que hay cierta decepción sobre su funcionamiento actual. Por otro lado, el menor valor dado al inicio de las relaciones a través de estudiantes o ex alumnos sugiere que los vínculos de confianza antes mencionados pueden no siempre dar lugar a colaboraciones satisfactorias. De ahí quizás el aprecio por la formalización que se ha detectado.

Los empresarios pueden tener su propio punto de vista sobre la interacción universidad-empresa y los factores que las condicionan. Parte de la mejora de las relaciones depende del entendimiento mutuo de los interlocutores. Por eso se hizo la pregunta a los académicos de cuál era su visión sobre las barreras de las empresas para cooperar (Gráfico 39). En su opinión, influyen principalmente los problemas de alejamiento entre los dos mundos (desconocimiento y falta de interés por la investigación universitaria en las empresas) y los problemas de capacidad de absorción (falta de recursos financieros para las relaciones y escasa capacidad para asimilar los resultados de la I+D universitaria por parte de las empresas).

Gráfico 39. Barreras de la interacción universidad-empresa para los empresarios, desde el punto de vista de los académicos (n=380)



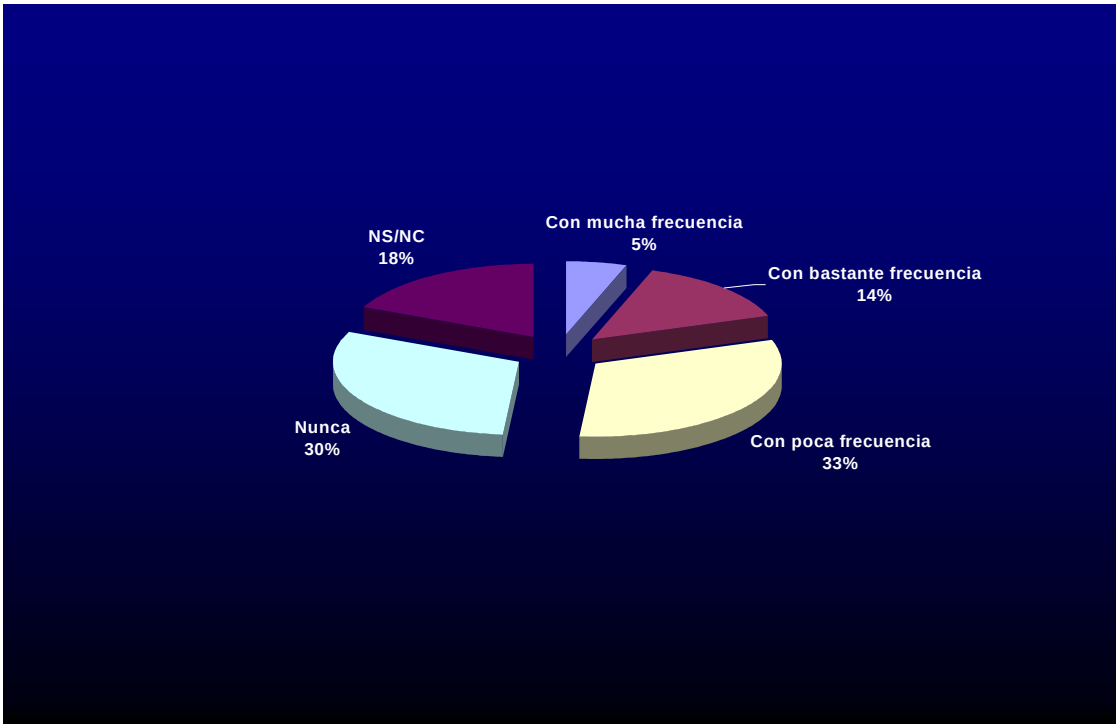
Las respuestas posibles a la pregunta eran “Influye mucho”, “Influye bastante”, “Influye poco” y “No influye nada”. Se puntuó numéricamente cada respuesta con los valores 3, 2, 1 y 0, respectivamente. El índice de influencia es el promedio de estas puntuaciones.

Es curioso que se aprecie que la incertidumbre sobre los resultados, inherente al proceso investigador, influiría menos. La decisión de invertir en I+D de las empresas estaría más condicionada por la falta de medios y de conocimiento de las posibilidades de la universidad que por el riesgo que implicaría. Así como los aspectos que desmerecen la actuación universitaria, que son considerados trabas menores para el empresario (poca rapidez en la obtención de resultados, falta de experiencia práctica del personal universitario, retraso en el cumplimiento de los plazos acordados). Lo mismo ocurre con los aspectos de negociación (complejidad de los trámites administrativos de contratación, reticencias para compartir o divulgar información, dificultades para compartir la propiedad de los resultados de la colaboración[36]).

3.5.2.D) La administración pública como cliente y promotora

Hasta ahora se ha hablado únicamente de interacción universidad-empresa. En realidad, la administración pública es otro demandante de conocimiento tan importante como las empresas para las universidades. De hecho, la frecuencia de contratación con las administraciones (Gráfico 40) sigue una distribución similar a la que se apreciaba en el caso de las empresas (Gráfico 23). Incluso parece que se contrata algo más frecuentemente que con empresas, si bien el nivel de desconocimiento es mayor (18%).

Gráfico 40. Frecuencia de contratación con administraciones públicas (n=380)

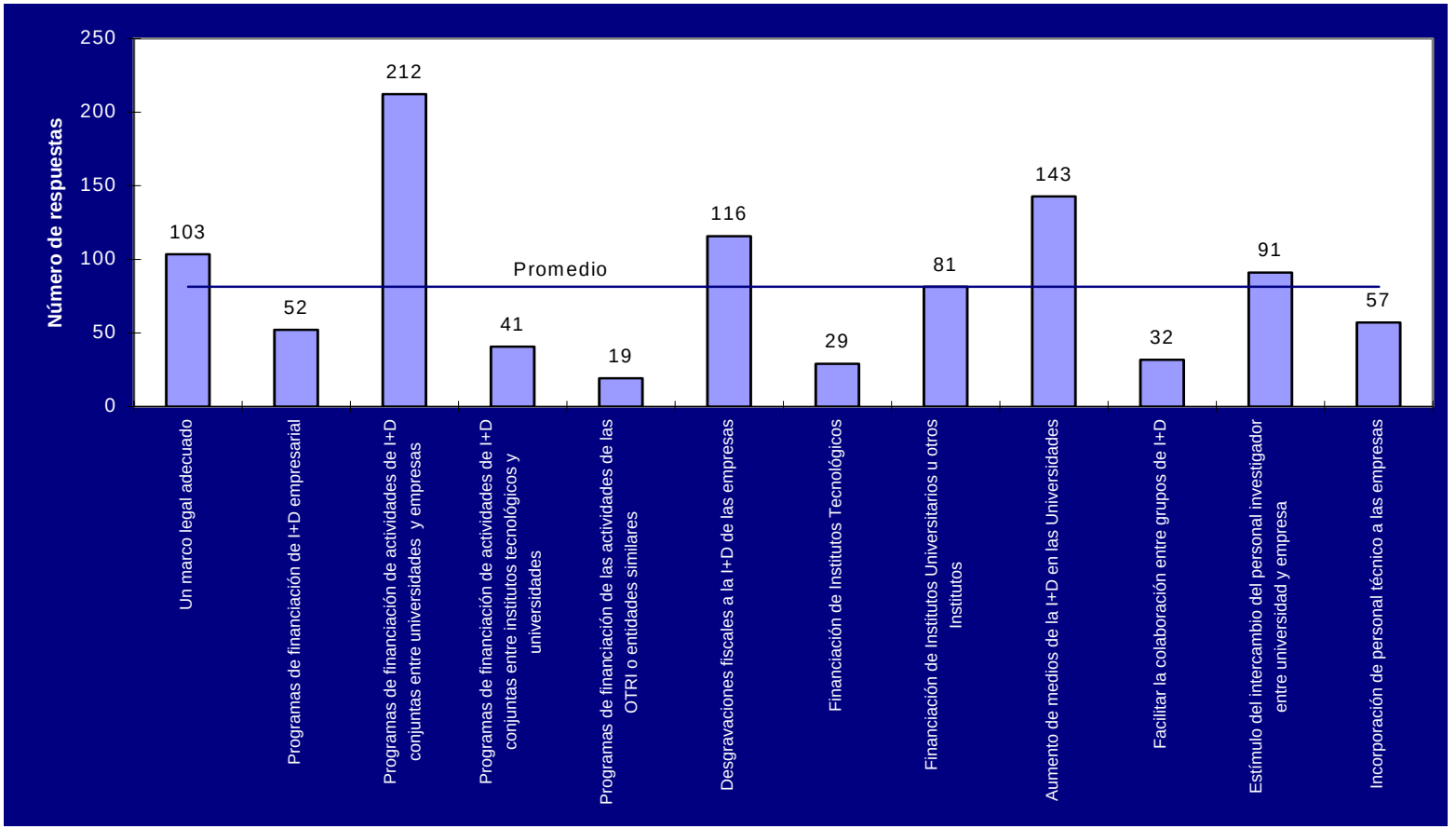


El papel de la administración pública sobre la contratación de las universidades no se ciñe, sin embargo, al de su intervención como cliente. También es la responsable del marco legal e institucional que condiciona la interacción universidad-empresa. Entre las medidas que se consideran más eficaces para favorecerlas (Gráfico 41), se incluye las

[36] Adviértase, de cara al Capítulo 1, que la protección de la propiedad industrial no despierta la misma preocupación que en los países líderes en tecnología.

que afectan directamente a los dos agentes involucrados y que implican un apoyo a la I+D realizada por los profesores (programas de financiación de actividades de I+D conjuntas entre universidades y empresas, marco legal adecuado, estímulo del intercambio del personal investigador entre universidad y empresa), sólo a las universidades (aumento de medios de la I+D) o sólo a las empresas (desgravaciones fiscales a la I+D). Una excepción es la realización de programas de financiación de I+D empresarial, que, a pesar de su carácter directo, no se considera eficaz, acaso porque no se percibe que implique un aumento de la I+D realizada por los profesores. También resultan menos valoradas las alternativas que atañen a instituciones intermediarias (financiación de institutos universitarios u otros institutos, programas de financiación de actividades de I+D conjuntas entre institutos tecnológicos y universidades, financiación de institutos tecnológicos, programas de financiación de las actividades de las OTRI o entidades similares) o las alternativas que tienen un carácter más indirecto (incorporación de personal técnico a las empresas, facilitar la colaboración entre grupos de I+D).

Gráfico 41. Medidas de la administración pública para fomentar la interacción universidad-empresa (n=380, NS/NC=11%)



La suma del número de respuestas no coincide con el número de observaciones porque se permitió más de una respuesta.

3.6. Algunos modelos econométricos sobre interacción universidad-empresa: apoyo a sus objetivos, efectos sobre la I+D académica y respuesta a las medidas de promoción

Volviendo a la base de datos completa de 382 observaciones, y tratando de dar respuesta a los debates normativos del apartado 3.2.2, pasamos a plantear una serie de modelos econométricos en el apartado 3.6.1, definiendo las variables explicativas y técnicas para su selección en el apartado 3.6.2, antes de realizar las estimaciones correspondientes en el apartado 3.6.3.

3.6.1. Los modelos econométricos

Las variables que queremos explicar a partir de la encuesta realizada son de naturaleza cualitativa e indexada. Se trata de las siguientes:

- Apoyo: importancia otorgada a distintos objetivos de la IUE, valorada de la siguiente forma: 0 representa "ninguna o baja importancia", 1 "importancia media" y 2 "importancia alta"). Es un vector de seis variables que representan estos objetivos:
  - Orientación: favorecer en la universidad la investigación orientada.
  - Desarrollo: participar en el desarrollo económico de la región.
  - Comercialización: intensificar la comercialización de los resultados de la investigación académica.
  - Empresas: favorecer la creación de empresas basadas en la investigación académica.
  - Financiación: obtener financiación adicional para las actividades de I+D.
  - Docencia: adecuar los programas docentes.

Los cuatro primeros son análogos a los que aparecen en el modelo de Lee (1996), mientras que los dos últimos son nuevos. Adviértase, además, que, a diferencia de Lee (1996), no incluimos la consultoría ni las patentes por considerarlas instrumentos de interacción.

- ActID: actividades de I+D. Es un vector compuesto por tres variables, correspondientes con los tres tipos habituales de I+D, según su naturaleza:
  - tib: proporción del tiempo dedicado a I+D en investigación básica.
  - tia: proporción del tiempo dedicado a I+D en investigación aplicada.
  - tdt: proporción del tiempo dedicado a I+D en desarrollo tecnológico.

La encuesta indicaba que la suma de las tres categorías debía ser igual a 100%, lo que significa que a priori se trata de una variable continua. Sin embargo, el análisis de las respuestas pone de manifiesto que sólo se distribuyen de manera normal al agruparlas en cuatro bloques: 0 (0%), 1 (entre más del 0% y menos del 33'33%), 2 (entre más del 33'33% y menos del 66'66%) y 3 (más del 66'66%). De esta forma se consigue un mejor ajuste.

- Cooperación: grado de cooperación en I+D con empresas. Consideramos tres posibles respuestas, 0 ("nada"), 1 ("poco") y 2 ("bastante" o "mucho").

El modelo probit ordenado se ha constituido como uno de los más utilizados para analizar este tipo de variables. El software elegido para la estimación es el Limdep v.8.0 (véase Greene, 2003, para más detalles).

Sea *y* una variable que representa cualquiera de nuestras tres variables a explicar. El modelo probit ordenado empieza por considerar que existe una variable continua latente (no observada) *y**, que se define así:

$$y_i^* = x_i'\beta + \varepsilon_i \text{ , } i=1, 2, ..., n \tag{8}$$

Se asume que los errores latentes ε_i se distribuyen idéntica e independientemente con una distribución de Gauss $N(0,\sigma^2)$, donde σ^2 es conocida[37]. *x* es un vector de dimensión *k*x1 de regresores exógenos y *n* es el número de observaciones.

Sea el caso en que hay *J* posibles valores de la variable observada *y*, de forma que *y*=0, 1, 2,..., J. La variable continua subyacente y^* se corresponde con la variable observada *y* según la ecuación de medida siguiente:

$$\begin{aligned} y=0 \text{ si } & y_i^* \le 0, \\ =1 \text{ si } & 0<y_i^* \le \mu_1, \\ =2 \text{ si } & \mu_1<y_i^* \le \mu_2, \\ & \vdots \\ =J \text{ si } & \mu_{J-1}<y_i^* \end{aligned} \tag{9}$$

Las μs son parámetros desconocidos tales que $0< \mu_0 < ... <\mu_{J-1}$, y son estimados conjuntamente con el vector de parámetros β por medio del método de máxima verosimilitud. La función de verosimilitud es la siguiente:

$$L(y|x;\beta,u) = \prod_{i=1}^{n}\prod_{j=1}^{J}\left[\Phi(u_j - x_i'\beta) - \Phi(u_{j-1} - x_i'\beta)\right]^{z_{ij}}$$

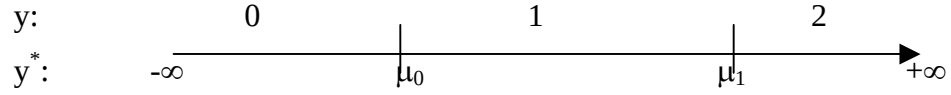
$$\text{donde } z_{ij} = 1 \text{ si } y_i = 0, 1, 2, ..., J \tag{10}$$

$$= 0 \text{ en otro caso}$$

$\Phi(.)$ es la función acumulativa de distribución de los términos latentes de error, es decir, la función acumulativa de distribución de la distribución normal estándar.

La regla de observación en un modelo ordenado de probabilidad emplea una partición de la línea de los números reales. Por ejemplo, si J=2, será una partición en tres bloques: $(-\infty , \mu_0]$, $(\mu_0, \mu_1]$, (μ_1, ∞) para emparejarse con los valores observados de *y*: 0, 1 y 2. La Figura 3 ilustra la relación entre la variable latente *y** y la variable observada *y*.

Figura 3. Relación entre la variable discreta observada y (donde y=0, 1, 2) y la variable continua latente y^* (donde $y^* \in (\infty,+\infty)$) en un modelo probit ordenado



[37] Este supuesto es una normalización inocente. Si $\sigma^2=1$, el modelo latente es: $y^* = x'\beta + \varepsilon$. Si no, la regresión latente será: $y^* = x'\beta + \sigma\varepsilon \rightarrow (y^*/\sigma) = x'(\beta/\sigma) + \varepsilon$, que es el mismo modelo con los mismos datos. No hay información sobre σ en los datos, así que no puede ser estimada.

A partir de aquí, se puede construir la distribución de probabilidad de *y*, por ejemplo para tres categorías, así:

$$\begin{aligned}&\Pr(y=0|x)=\Pr(y\in(-\infty,\mu_0))=\Pr(-\infty<y^*<\mu_0)=\Pr(-\infty<x'\beta+\varepsilon<\mu_0)=\\&=\Pr(-\infty<\varepsilon<\mu_0-x'\beta)=\Phi(\mu_0-x'\beta)\end{aligned} \tag{11}$$

De forma similar:

$$\begin{aligned}&\Pr(y=1|x)=\Phi(\mu_1-x'\beta)-\Phi(\mu_0-x'\beta)\\&\Pr(y=2|x)=\Phi(\mu_2-x'\beta)-\Phi(\mu_1-x'\beta)\\&\vdots\\&\Pr(y=J|x)=1-\Phi(\mu_{J-1}-x'\beta)\end{aligned} \tag{12}$$

Se puede considerar los μs del modelo probit ordenado como "umbrales", o una serie de ordenadas en el origen. La ordenada es la probabilidad de base, que se aplica en el caso de que *x*=0. Es decir, se trata de la probabilidad de estar en cada una de las diversas categorías para una observación con *x*=0. Durante la estimación de este modelo, el programa Limdep normaliza el primer parámetro de umbral, μ_0, a cero, es decir, $\mu_0 = 0$[38]. Por lo tanto, para tres categorías (*y*=0, 1, 2) sólo hay un umbral, es decir, μ_1, que debe ser estimado. La especificación de las probabilidades sería la siguiente:

$$\begin{aligned}&\Pr(y=0|x)=1-\Phi(x'\beta)\\&\Pr(y=1|x)=\Phi(\mu-x'\beta)-\Phi(-x'\beta)\\&\Pr(y=2|x)=1-\Phi(\mu-x'\beta)\end{aligned} \tag{13}$$

3.6.2. Variables explicativas y técnica de selección

Vamos, pues, a presentar tres modelos, uno para cada variable o vector de variables, *apoyo*, *tID* y *cooperación*. Los tres cuentan con variables explicativas, *x*, comunes y propias. El listado de variables explicativas comunes figura a continuación:

- Universidad: universidad de pertenencia. En nuestra muestra consideraremos tres grupos, que mediremos con sus respectivas variables ficticias: univ1, que representa una universidad histórica, con cinco siglos de antigüedad y el mayor número de profesores (un 31% del total); univ2, que representa una universidad politécnica, con predominio de disciplinas e ingenierías, con treinta y cinco años de antigüedad y la siguiente en tamaño (con un 28% del total de profesores); y univ3, que engloba tres universidades creadas durante los últimos veinte años. Este último queda como grupo de referencia.
- Prestigio: variable ficticia que toma valor 1 si el individuo cumple las siguientes características: es mayor de 40 años, desempeña al menos 10 años de actividad docente, posee una escala docente alta (catedrático o profesor titular de universidad o catedrático de escuela universitaria) y tiene al menos un sexenio. Agrupa al 20% de la muestra.
- Género: variable ficticia que toma valor 1 si el encuestado es hombre y 0 si es mujer.

[38] Esto se debe a que el modelo (en Limdep) debe incluir un término constante y, como la ecuación incluye de hecho una constante, uno de los μs no está identificado.

- Dirección: variable ficticia que toma valor 1 si el encuestado ocupa un cargo directivo dentro de la universidad y 0 en caso contrario.
- Extranjero: duración de las estancias en el extranjero. Se contempló cinco bloques, numerados de 0 (la menor duración) a 4 (la mayor duración).
- Disciplina: para facilitar la comparación con Lee (1996), se ha tomado los mismos tres grupos, que mediremos con sus respectivas variables ficticias: cen (ciencias exactas y naturales, que incluye ciencias médicas y ciencias agrarias), it (ingeniería y tecnología), y csh (ciencias sociales y humanidades). Esta última queda como grupo de referencia.
- tID: porcentaje de tiempo de I+D. Se pidió al mismo tiempo que el tiempo dedicado a docencia reglada, docencia no reglada, gestión y otras actividades, de manera que el total debiera sumar uno.
- Soporte: influencia percibida de la política institucional de la universidad del encuestado en la cooperación con empresas. Siguiendo a Lee (1996), la medimos con una variables ficticia que toma valor 1 cuando el encuestado piensa que dicha política favorece la cooperación.[39]

El modelo del vector de variables *apoyo* cuenta, adicionalmente, con las siguientes variables explicativas:

- Incentivos: influencia de la IUE sobre los siguientes aspectos, contemplándose tres respuestas, numeradas como 1 ("negativa"), 2 ("ninguna") y 3 ("positiva"):
  - Salario: salario del profesor.
  - Salidas: salidas profesionales de alumnos y colaboradores.
  - Conocimiento: intercambio de conocimientos relevantes.
  - Subvenciones: obtención de recursos públicos para proyectos de I+D.[40]
  - Carrera: carrera científica (obtención de sexenios).
- Miedo: influencia de la IUE sobre el siguiente aspecto, contemplándose el mismo tipo de respuesta, multiplicada por -1, que en el caso de los incentivos:
  - Libertad: libertad de elección de la temática de la I+D a realizar.
- Instrumentos: actividades preferidas para relacionarse con las empresas, cada una medida con su propia variable, que toma valor uno si la actividad ha sido elegida y 0 en caso contrario[41]. Son las siguientes actividades:
  - Contactos: contactos informales.
  - Consultoría: asesoramiento y apoyo tecnológico.
  - Prácticas: prácticas de estudiantes en empresas.

---

[39] Cabría preguntarse si el apoyo percibido está correlacionado con la universidad de pertenencia. Sorprendentemente, no es así, ya que los coeficientes de correlación entre la variable *sop1* y las variables *univ1*, *univ2* y *univ3* son, respectivamente, tan sólo 0'16, 0'13 y -0'26 (y aun menores en el caso de *sop2*).

[40] Se podría argumentar que este incentivo coincide con uno de los objetivos que figuran como variables dependientes, obtener financiación adicional para las actividades de I+D a través de la IUE. Sin embargo, dicha financiación no tiene por qué proceder de subvenciones públicas. Tratándose de financiación a través de la IUE, es razonable esperar que proceda principalmente de contratos privados.

[41] Se podía elegir hasta tres actividades.

- Formación: formación bajo demanda empresarial.
- Contratos: investigación contratada.
- Colaboración: investigación conjunta.
- Licencias: licencia de patentes.
- Personal: Intercambio de personal investigador.
- Centros: creación de centros mixtos.

Por otro lado, el modelo del vector de variables *actID* añade las variables independientes siguientes:

- GID: presupuesto anual de I+D manejado. Se contempló cinco bloques, numerados de 0 (presupuesto nulo) a 4 (el mayor presupuesto).
- IDemp: porcentaje del presupuesto financiado por contratos con empresas. Se contempló cuatro bloques, numerados de 0 (porcentaje nulo) a 3 (el mayor porcentaje).

Finalmente, el tercer modelo, que analiza la variable *cooperación*, incluye las siguientes variables explicativas propias:

- Poluniv: importancia atribuida a los servicios de las universidades para desarrollar la IUE. Se contempló tres posibilidades de respuesta, numeradas de 0 ("ninguna importancia") a 3 ("importancia alta"). Se trata de las siguientes medidas:
  - Ayudas: información sobre las ayudas públicas para financiar las relaciones.
  - Socios: ayuda en la búsqueda de empresas interesadas.
  - Negociación: colaboración en la negociación de los contratos.
  - Memorias: apoyo a la elaboración de memorias de proyectos.
  - Patentes: asesoría para la elaboración y gestión de patentes.
  - Compañías: asesoría para la creación de empresas.
  - Gestión: gestión económica/administrativa eficaz y flexible.
  - Marco1: marco normativo explícito y adecuado.
- Polaapp: medidas percibidas como las más importantes para favorecer la IUE por parte de la administración pública. Se permitía escoger hasta tres de ellas. Son las siguientes, medidas cada una con su variable ficticia respectiva:
  - Marco2: marco legal adecuado.
  - IDempresa: programas de financiación de I+D empresarial.
  - IDconjUE: programas de financiación de actividades de I+D conjuntas entre universidades y empresas.
  - IDconjUT: programas de financiación de actividades de I+D conjuntas entre institutos tecnológicos y universidades.
  - OTRI: programas de financiación de las actividades de las OTRI o entidades similares.
  - Subvemp: desgravaciones fiscales a la I+D de las empresas.
  - IT: financiación de institutos tecnológicos.

- IU: financiación de institutos universitarios u otros institutos.
- IDuniversidad: aumento de medios de la I+D en las universidades.
- Grupos: facilitar la colaboración entre grupos de I+D.
- Movilidad: estímulo del intercambio del personal investigador entre universidad y empresa.
- Técnicos: incorporación de personal técnico a las empresas.

Una vez estimados los modelos con todas las variables, hemos seguido una estrategia de reducción del mismo consistente en los siguientes pasos:

- En primer lugar, se elimina la variable no significativa cuyo coeficiente tiene el peor valor de la t de Student.[42]
- Se estima un modelo reducido sin la variable eliminada. Si al hacerlo no aumenta el número de observaciones, se realiza un test del cociente de verosimilitud para contrastarlo con el modelo original. Si, por el contrario, aumenta el número de observaciones (cosa que puede ocurrir si la variable incluía observaciones de individuos que hubieran respondido "NS/NC" a la pregunta correspondiente), se compara el Criterio de Información Bayesiana (BIC) de los dos modelos, de acuerdo con la siguiente fórmula: BIC = -2*ln(L)+ln(n)*k, donde *L* es el valor de la función de máxima verosimilitud, *n* es el número de observaciones y *k* los grados de libertad.
- Si el resultado del contraste muestra preferencia por el modelo reducido, se repite los pasos anteriores. De lo contrario, se elimina del modelo original la segunda variable no significativa cuyo coeficiente tiene el peor test de la t de Student, y se repiten los pasos anteriores[43]. Si no quedan variables no significativas por eliminar, se acepta el modelo reducido.

3.6.3. Resultados de las estimaciones

3.6.3.A) Modelo 1: apoyo a los objetivos de la IUE

Eliminando las respuestas del tipo NS/NC de las variables del modelo, quedaron algo menos de 200 cuestionarios válidos para las estimaciones de partida, que aumentaron hasta quedar entre 205 y 250, en función de la variable dependiente. Los resultados aparecen en el Cuadro 15.

[42] Si es una variable ficticia que pertenece a un bloque, se elimina éste conjuntamente.

[43] Como resultado de la aplicación del BIC, que tiende a penalizar la entrada de nuevas observaciones, los modelos reducidos admiten algunas variables no significativas que, al ser eliminadas, incorporan un elevado número de respuestas del tipo "NS/NC". No obstante, hemos probado a eliminarlas y, aunque empeora el ajuste, la significatividad de los demás coeficientes no varía sustancialmente.

Cuadro 15. Estimación probit del apoyo otorgado a diferentes objetivos posibles de la interacción universidad-empresa – modelo reducido

Variable	*Subvariable*	*Orientación*	*Desarrollo*	*Financiación*	*Comercialización*	*Empresas*	*Docencia*
Constante		-0,75 (0,73)	-0,71 (0,83)	-1,23 (0,92)	0,68 (0,42)	-1,37 (0,68) **	-1,97 (0,59) ***
Universidad	Univ1	-0,49 (0,22) **	-0,49 (0,22) **	-0,63 (0,22) ***	-0,72 (0,19) ***		
	Univ2	-0,31 (0,22)	-0,39 (0,21) *	-0,57 (0,22) ***	-0,53 (0,18) ***		
Prestigio		-0,12 (0,2)	-0,19 (0,2)	0,11 (0,2)		-0,22 (0,18)	-0,4 (0,2) **
Soporte							-0,4 (0,17) **
Incentivos	Salario	-0,11 (0,15)	-0,03 (0,15)	0,09 (0,15)	-0,08 (0,13)		0,13 (0,14)
	Salidas			-0,67 (0,23) ***			
	Conocimiento		-0,42 (0,18) **			-0,01 (0,16)	0,27 (0,18)
	Subvenciones			0,86 (0,21) ***			
	Carrera	0,03 (0,13)	0,19 (0,14)	0,16 (0,13)	0,2 (0,12) *	0,14 (0,11)	0,21 (0,13)
Miedo	Libertad	-0,29 (0,12) **	-0,2 (0,12) *	-0,09 (0,12)	-0,11 (0,11)		-0,43 (0,11) ***
Instrumentos	Contactos	1,19 (0,4) ***	0,95 (0,38) **	0,8 (0,39) **		0,36 (0,31)	
	Consultoría	0,66 (0,25) ***	1,06 (0,28) ***	0,23 (0,26)		0,15 (0,23)	
	Prácticas	0,64 (0,27) **	1,08 (0,3) ***	0,63 (0,28) **		0,59 (0,25) **	
	Formación	0,8 (0,3) ***	0,48 (0,31)	0,76 (0,32) **		0,82 (0,25) ***	
	Contratos	0,99 (0,26) ***	1,08 (0,28) ***	0,86 (0,27) ***		0,82 (0,24) ***	
	Colaboración	0,59 (0,25) **	0,52 (0,27) *	0,62 (0,27) **		0,59 (0,23) **	
	Licencias	0,51 (0,39)	1,13 (0,44) **	-0,23 (0,4)		0,43 (0,37)	
	Personal	0,75 (0,29) **	0,85 (0,31) ***	0,34 (0,3)		0,55 (0,26) **	
	Centros	0,47 (0,28) *	1,11 (0,3) ***	0,23 (0,29)		0,4 (0,25)	
μ_1		1,17 (0,13) ***	1,26 (0,12) ***	1,36 (0,13) ***	1,11 (0,1) ***	0,93 (0,09) ***	0,98 (0,1) ***
Nº de observaciones		214	207	205	225	250	208
Log verosimilitud		-172,32	-186,13	-178,89	-231,67	-261,19	-200,95
Log verosimilitud restringida		-191,30	-207,71	-206,76	-240,85	-274,12	-222,40
Test χ^2		37,96***	43,17 ***	55,74 ***	18,35***	25,85**	42,91***
Grados de libertad		15	16	17	5	12	6
BIC		425,12	457,57	448,28	490,43	588,64	433,92

* Significatividad al 10%. ** Significatividad al 5%. *** Significatividad al 1%.

Si en el Gráfico 20 vimos que el apoyo de la IUE por objetivos se distribuye en una región tecnológicamente débil de forma similar al de la muestra de Lee (1996), la inclusión de variables análogas a las de su modelo nos permite completar el panorama desde el lado de los determinantes de dicho apoyo y afirmar que existen ciertos rasgos idiosincrásicos en nuestra muestra.

En primer lugar, la pertenencia a universidades más antiguas influye negativamente sobre el apoyo a los objetivos de la interacción. Esta influencia es significativa, sobre todo, en el caso los objetivos de apoyo intermedio (desarrollo, financiación, comercialización). Lee achacaba este efecto al prestigio de la universidad. Nosotros creemos que, adicionalmente, influye una serie de factores como la trayectoria histórica de la universidad o su composición disciplinar y personal, que configuran una cultura propia, pero en todo caso el resultado es similar al de Lee.

En segundo lugar, la adscripción a disciplinas concretas no es significativa para diferenciar la importancia concedida a los objetivos de la interacción universidad-empresa. Esto constituye una diferencia con el trabajo de Lee, que encontraba el área de ingeniería y tecnología (lo que él denominaba "ciencias aplicadas") como la más proclive a apoyarlos. Puede deberse a la tradición de colaboración de las universidades estadounidenses, que siempre han contado con facultades de ingeniería y tecnología, mientras que en países seguidores en tecnología su creación ha sido más reciente. O, como discutiremos más tarde, a que el apoyo por disciplinas en las regiones tecnológicamente débiles no se corresponda con el grado de cooperación de hecho.

En tercer lugar, el tiempo dedicado a actividades de I+D tiende a tener un impacto negativo sobre el apoyo a los objetivos de la interacción, y no es significativo para ninguno de los objetivos. Aunque nuestra medida de la dedicación a I+D es diferente de la de Lee, esta falta de significación es coincidente.

En cuarto lugar, la opinión sobre el respaldo prestado por las universidades a la interacción no tiene un efecto significativo sobre el apoyo a casi ninguno de los objetivos de la interacción[44]. Eso puede significar que la influencia que detectamos de la cultura universitaria se ejerce de manera más sutil que mediante el soporte directo a la IUE, por ejemplo a través de la configuración de un clima de opinión frente a cuestiones como la "pureza de la ciencia" o la "sumisión al capital privado". No obstante, esto constituye otra diferencia con respecto a la muestra de Lee, donde el soporte institucional sí era significativo. La explicación debe de residir en que, en nuestra muestra, la percepción de este soporte entre quienes tienen opinión está tan extendida que, de hecho, no influye sobre los resultados. Esto se puede deber a una percepción exacerbada en las regiones tecnológicamente débiles o al lapso temporal transcurrido entre el estudio de Lee y el nuestro, durante el que ha aumentado dicha percepción.

En quinto lugar, el miedo a que la IUE pueda interferir en la libertad académica influye negativamente sobre el apoyo a sus objetivos, de forma significativa, tanto para algunos objetivos más valorados (orientación, desarrollo) como para el menos valorado (docencia). Es un resultado en el que coincidimos con Lee, si bien matizando que el efecto no es significativo en el resto de objetivos.

Por lo tanto, estamos en condiciones de posicionarnos respecto a nuestra hipótesis:

---

[44] Constituye una excepción el impacto negativo sobre el apoyo a la docencia. Esto podría indicar una divergencia entre los intereses institucionales y los individuales.

H2a: los determinantes del apoyo a los objetivos de la IUE identificados por Lee (1996) coinciden con los de regiones tecnológicamente débiles.

Encontramos evidencia a favor de la hipótesis por lo que se refiere al tipo de universidad, la dedicación a actividades de I+D y el miedo a la pérdida de libertad académica, pero en contra por lo que se refiere a las diferencias disciplinarias y el soporte institucional percibido.

Las nuevas variables con que ampliamos el modelo de Lee permiten obtener resultados adicionales. Para empezar, ninguna de las características personales contempladas (prestigio, género, ocupación de un cargo directivo y duración de las estancias en el extranjero) resulta significativa[45]. Es decir, el apoyo de los objetivos no depende de características individuales.

En segundo lugar, los incentivos de la interacción ejercen una influencia diversa en cuanto a signo y significatividad, y puntual en cuanto a objetivo. Las posibilidades de mejorar el salario o la obtención de sexenios no influyen significativamente sobre ningún apoyo[46]. La mejora de las salidas profesionales influye negativa y significativamente, en el caso de la financiación, lo que resulta intuitivo, ya que el profesor motivado por dar salida a sus alumnos no obtiene fondos a cambio de ello. Más sorprendentes resultan, en cambio, los efectos del intercambio de conocimientos relevantes y de la obtención de subvenciones para I+D:

- El intercambio de conocimientos toma un signo negativo en el caso de la participación en el desarrollo económico de la región, lo que se puede explicar si la interacción produce resultados fuera de ella, algo razonable en regiones con poca capacidad de absorción como la Comunidad Valenciana (Fernández et al., 2001).
- La obtención de subvenciones públicas tiene un efecto positivo significativo sobre el apoyo de los objetivos de financiación, lo que indica que quienes apoyan el objetivo de la obtención de fondos adicionales de I+D no se refieren necesariamente a fondos financiados por la empresa, como desearían los gestores de política, sino a fondos financiados públicamente, acaso por la promoción curricular que supone la IUE.

Por último, los instrumentos de la interacción también ejercen una influencia diversa. Sólo los contratos satisfacen el apoyo a todos los objetivos[47]. Esto es relevante si pensamos que el resto de instrumentos no proporcionará un apoyo simultáneo a todos los objetivos. En ese sentido, adviértase dos ejemplos llamativos:

- La significatividad conjunta de los instrumentos no es distinta de cero para el apoyo a dos objetivos, la comercialización y la docencia. En el caso de la docencia, la razón puede ser que los instrumentos para interactuar proporcionen un conocimiento de alto nivel o se limiten a transferir conocimiento existente, nada de lo cual facilita adaptar los programas docentes[48]. En el caso de la comercialización, la razón puede ser el segundo motivo anterior, que los instrumentos se limiten a transferir conocimiento existente, lo que no facilita comercializar el grueso de la I+D académica, centrada en generar nuevo conocimiento[49].

---

[45] La única excepción es un apoyo menor de los profesores de mayor prestigio a adaptar la docencia.
[46] La obtención de sexenios influye positiva, pero débilmente, sobre el apoyo a la comercialización.
[47] También son significativos en los modelos totales de la comercialización y la docencia (débilmente en este caso), pero desaparecen porque la significatividad conjunta de los instrumentos no es distinta de cero.
[48] De hecho, el instrumento más significativo es las actividades de consultoría, lo que resulta lógico si pensamos que sirven para contextualizar casos reales.
[49] De hecho, el instrumento más significativo es la contratación de I+D, que genera nuevo conocimiento.

- Las licencias de patentes ejercen una influencia positiva significativa sobre el apoyo al desarrollo, pero también una influencia no significativa sobre la financiación o la comercialización. Esto refleja el contraste entre la voluntad de licenciar patentes y el reconocimiento de que es difícil obtener ingresos de esa manera (lo que corroboran Mowery et al., 2001, en el caso estadounidense, y la presente tesis en el capítulo siguiente, en el caso de una universidad valenciana.)

Podemos ya expresar nuestro grado de acuerdo con las siguientes hipótesis:

H2b: existen otros determinantes significativos del apoyo a los objetivos de la IUE distintos de los de Lee (1996).

H2c: los factores determinantes del apoyo a los objetivos de la IUE son comunes a todos los objetivos.

Existe evidencia en contra de H2b en cuanto a la significatividad de las características personales pero a favor en cuanto a la de los incentivos e instrumentos. Esto último se constituye también como evidencia en contra de H2c, ya que los distintos efectos de los incentivos e instrumentos, a los que habría que añadir los del miedo, permiten un comportamiento singular del apoyo a cada objetivo. Hemos completado así el marco conceptual de Lee (1996), aportando al entendimiento teórico del fenómeno de la interacción la posibilidad de que un mismo individuo no apoye todos los objetivos al mismo tiempo.

3.6.3.B) Modelo 2: efectos de la financiación empresarial de la I+D académica

En nuestra encuesta, se hizo la pregunta del reparto del tiempo dedicado a I+D según su naturaleza sólo a quienes habían declarado dedicar más de un 0% de su tiempo académico a la realización de I+D (cuando la variable tID tomaba valor superior a 0), por lo que la estimación se realiza sobre una submuestra del modelo anterior. Excluyendo las respuestas del tipo NS/NC, quedaron algo más de 250 observaciones sobre las que aplicarlo. El Cuadro 16 expone los resultados del modelo reducido, que comentamos a continuación.

El porcentaje de financiación empresarial, la variable que más nos interesa, es además la única significativa, y fuertemente, en las tres variables analizadas. Tal y como era de esperar, produce un impacto negativo sobre la dedicación a investigación básica y positivo sobre la dedicación a investigación aplicada y el desarrollo tecnológico. Por lo tanto, hemos encontrado evidencia a favor de nuestra tercera hipótesis:

H3: la financiación empresarial de la I+D académica ejerce un impacto negativo sobre la investigación básica y positivo sobre la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico.

Resulta, por tanto, discutible la visión de que las empresas están realmente interesadas es la investigación académica básica, recientemente expuesta por algunos autores (apartado 3.2.2.B). Si bien éstos pueden llevar razón en el caso de los países líderes en tecnología, en los que centran su atención, parece inapropiado considerarlo así en regiones tecnológicamente débiles como la Comunidad Valenciana. El miedo de que la financiación empresarial desplace la I+D académica hacia las actividades de investigación aplicada y desarrollo tecnológico sigue estando presente.

Por otro lado, el presupuesto para actividades de I+D no ejerce una influencia significativa sobre ningún tipo de investigación. Esto significa que, independientemente del nivel de I+D, lo que determina su orientación hacia un tipo de actividad u otra es el origen de su financiación.

Cuadro 16. Estimación probit del tiempo dedicado a actividades de I+D, según su naturaleza – modelo reducido

Variable	*Subvariable*	*Investigación básica*	*Investigación aplicada*	*Desarrollo tecnológico*
Constante		1,39 (0,12) ***	0,75 (0,1) ***	-0,8 (0,16) ***
Universidad	Univ1	-0,05 (0,16)		
	Univ2	-0,66 (0,17) ***		
Prestigio		0,18 (0,16)	-0,1 (0,16)	-0,25 (0,18)
Dirección			0,35 (0,17) **	
Disciplina	Cen			0,32 (0,19) *
	It			1,34 (0,2) ***
IDemp		-0,34 (0,06) ***	0,22 (0,06) ***	0,23 (0,07) ***
μ_1		0,85 (0,07) ***	0,83 (0,07) ***	1,06 (0,1)
μ_2		1,43 (0,08) ***	1,79 (0,09) ***	1,84 (0,14) ***
μ_3		2,1 (0,1) ***	2,5 (0,12) ***	2,41 (0,2) ***
Nº de observaciones		263	263	261
Log verosimilitud		-391,12	-384,28	-254,94
Log verosimilitud restringida		-419,35	-395,45	-288,56
Test χ^2		56,44***	22,34***	67,24***
Grados de libertad		4	3	4
BIC		804,54	785,29	532,14

* Significatividad al 10%. ** Significatividad al 5%. *** Significatividad al 1%.

Centrándonos en las variables comunes con el modelo anterior, es importante incluirlas, cuanto menos para ejercer algún control sobre la variable de financiación empresarial, puesto que hemos encontrado varios efectos significativos. No deberían resultar sorprendentes, más que por comparación con los del apartado anterior.

Se puede apreciar que ciertas características individuales (el prestigio, el género y las estancias en el extranjero), el tiempo dedicado a actividades de I+D y el soporte institucional percibido no ejercen una influencia significativa sobre ninguna de las variables. Esto es coincidente con el caso del apoyo de los objetivos de la IUE. Sobre el resto de variables, se encuentra algunas diferencias.

Los profesores de la universidad politécnica incluida en la muestra se muestran menos proclives a realizar investigación básica. Mientras que sobre el apoyo a los objetivos de la IUE las diferencias se basaban en la edad de las universidades, sobre la realización de I+D éstas se basan en su orientación técnica.

Una característica personal, la ocupación de un cargo directivo, determina positivamente la realización de investigación aplicada, lo que indica la aceptación de los profesores en tal posición de la tendencia predominante. Recuérdese, en cambio, que ninguna característica personal era relevante para determinar el apoyo a los objetivos de la IUE.

En cuanto a las disciplinas, obsérvese que, lógicamente, la más propensa a realizar desarrollo tecnológico es ingeniería y tecnología. Sin embargo, las diferencias disciplinarias no eran significativas de cara a apoyar los objetivos de la IUE.

Resumiendo, hemos realizado el contraste de la siguiente hipótesis:

H3a: los determinantes del tiempo dedicado a actividades de I+D académicas, según su naturaleza, coinciden con los del apoyo a los objetivos de la IUE.

Hay evidencia a favor en el caso del tiempo dedicado a actividades a I+D (en conjunto) y el soporte institucional percibido, pero también evidencia en contra en el

caso de las diferencias universitarias y disciplinarias y, parcialmente (debido a la variable de ocupación de cargo directivo), a las características personales.

3.6.3.C) Modelo 3: respuesta a las medidas de promoción de la IUE

En el caso del modelo 3, que vuelve a reunir la muestra completa, una vez eliminadas las respuestas del tipo NS/NC, contamos con alrededor de 240 observaciones. El Cuadro 17 incluye las estimaciones. Hemos considerado conveniente incluir en este caso el modelo total porque a pesar de que se acepta que el efecto conjunto de las medidas de política de la administración pública no es significativamente distinto de cero, algunas medidas en concreto sí lo son.

Cuadro 17. Estimación probit del grado de cooperación con empresas en actividades de I+D

Variable	*Subvariable*	*Cooperación (modelo total)*	*Cooperación (modelo reducido)*
Constante		-4,39 (0,76) ***	-3,24 (0,53) ***
Universidad	Univ1	0,45 (0,23) *	
	Univ2	-0,23 (0,24)	
Prestigio		0,51 (0,24) **	0,48 (0,2) **
Género		0,82 (0,23) ***	0,71 (0,2) ***
Dirección		0,19 (0,23)	
Extranjero		0,12 (0,07) *	
Disciplina	Cen	0,1 (0,24)	0,39 (0,21) *
	It	0,75 (0,28) ***	1,2 (0,22) ***
tID		1,97 (0,49) ***	1,84 (0,43) ***
Soporte		-0,13 (0,19)	
Poluniv	Ayudas	0,31 (0,19) ***	0,42 (0,13) ***
	Socios	-0,07 (0,18)	
	Negociación	-0,07 (0,16)	
	Memorias	0,05 (0,16)	
	Patentes	0,28 (0,18)	0,14 (0,13)
	Compañías	-0,15 (0,13)	-0,09 (0,11)
	Gestión	0,25 (0,18)	
	Marco1	0,03 (0,17)	0,18 (0,51)
Polaapp	Marco2	0,4 (0,26)	
	IDempresa	0,64 (0,29) **	
	IDconjUE	0,7 (0,25) ***	
	IDconjUT	0,22 (0,31)	
	OTRI	0,47 (0,43)	
	Subvemp	0,1 (0,24)	
	IT	-0,12 (0,37)	
	IU	0,28 (0,28)	
	IDuniversidad	0,21 (0,24)	
	Grupos	0,61 (0,33) *	
	Movilidad	0,42 (0,26)	
	Técnicos	0,8 (0,26) ***	
μ_1		1,41 (0,13) ***	1,26 (0,12) ***
Nº de observaciones		226	244
Log verosimilitud		-184,33	-213,10
Log verosimilitud restringida		-236,75	-255,80
Test χ^2		104,84***	85,41***
Grados de libertad		30	9
BIC		531,28	475,68

* Significatividad al 10%. ** Significatividad al 5%. *** Significatividad al 1%.

Empezando por las medidas de promoción de la UIE, se puede apreciar que de las medidas de política universitaria, sólo una de ocho, la información sobre ayudas públicas para financiar las relaciones, que era la más valorada, tiene un impacto fuertemente significativo, positivo.

De las medidas de política pública de promoción, cuatro de doce tienen un impacto significativo, siempre positivo, como se puede ver en el modelo total. La primera es la financiación de actividades de I+D conjuntas entre universidades y empresas, de nuevo la más valorada, y el complemento lógico de la política universitaria más significativa. Las otras son facilitar la incorporación de personal técnico en las empresas, los programas de financiación de I+D empresarial y la colaboración entre grupos de I+D (esta última sólo débilmente significativa), a pesar de contarse entre las opciones menos valoradas. Esto puede reflejar que las medidas indirectas que incrementan la capacidad de absorción y la multidisciplinariedad son relevantes para cooperar, aunque que el conjunto del profesorado aprecie medidas más directas.

Podemos por tanto recuperar la siguiente hipótesis:

H4: las medidas de política universitaria y pública para promover la IUE ejercen un impacto significativo sobre la IUE.

Afirmamos que encontramos evidencia positiva de que sólo medidas selectas pueden ejercer un impacto significativo, y que, en el caso de las medidas de la administración pública, no tienen por qué ser las más aceptadas.

Entre el resto de variables, encontramos una serie de efectos, y comparando con los apartados anteriores, se puede observar que la universidad del encuestado no tiene un impacto significativo, a diferencia de los casos de la realización de actividades de desarrollo tecnológico y del apoyo a los objetivos de la interacción.

Algunas características personales, aunque no tenían influencia sobre los objetivos de la IUE, lo tienen sobre la cooperación de hecho. Es el caso del prestigio, el género y (débilmente) las estancias en el extranjero. El efecto del prestigio señala que éste es un factor atractivo para las empresas y/o que los profesores que ya lo han alcanzado disponen de más tiempo para cooperar. El efecto del género, puede estar indicando un terreno en el que no se ha integrado el género femenino, lo que estaría en consonancia con los hallazgos sobre su falta de integración en el mundo académico de la literatura sobre género y productividad científica (García-Romero y Modrego, 2001). Adviértase que son características personales distintas de la que determinaba la realización de investigación aplicada, la ocupación de un cargo directivo. El efecto disciplinario es fuertemente significativo en el caso de ingeniería y tecnología, lo que resulta lógico, dada la influencia positiva que encontrábamos sobre la realización de desarrollo tecnológico. Así, los profesores de otras disciplinas (ciencias exactas y naturales y ciencias sociales y humanidades), en que se realiza más investigación básica y se coopera menos, apoyan los objetivos de la IUE tanto como sus colegas de ingeniería y tecnología. Eso puede significar que los primeros son menos conscientes del alcance de la IUE o de sus efectos sobre la I+D académica y que de hecho se produce un efecto de desear sumarse a un estado de opinión general. Quizás se trate de un rasgo idiosincrásico de regiones tecnológicamente débiles, donde los investigadores de estas disciplinas son las que más presión experimentan para interactuar, porque espontáneamente les es más ajeno. Por otro lado, el fenómeno puede estar reflejando cierto cansancio de las ingenierías y tecnologías, que apreciarían algo menos la interacción, como reflejo del conflicto entre interactuar y obtener reconocimiento científico (sexenios).

El tiempo dedicado a I+D influye positivamente sobre la cooperación, acaso porque se disponga de más resultados que ofrecer. Esto marca una diferencia respecto al apoyo a los objetivos de la IUE y a la dedicación a los distintos tipos de I+D, sobre los que esa variable no tenía importancia.

El soporte institucional, sin embargo, resulta inocuo tanto sobre la cooperación de hecho como sobre el apoyo a sus objetivos y la dedicación a los distintos tipos de I+D.

Podemos recopilar los resultados anteriores posicionándonos respecto a nuestra hipótesis:

H4a: los determinantes de la cooperación de los universitarios con las empresas coinciden con los del apoyo a los objetivos de la IUE y con los del tiempo dedicado a las actividades de I+D académicas.

La única evidencia a favor está en el caso del soporte institucional percibido, por su falta de significatividad en todo caso. Aparte de eso, algunos determinantes de la cooperación coinciden con los de la dedicación a las distintas actividades de I+D (la pertenencia a disciplinas de ingeniería y tecnología y, de forma complementaria, las características personales). No existen determinantes significativos comunes a la cooperación de hecho y el apoyo a los objetivos de la IUE.

3.7. Conclusiones

El debate sobre la interacción universidad-empresa en los países líderes en tecnología, donde estas relaciones están más articuladas, se centra en la búsqueda del punto hasta donde deben llegar y cómo debe acomodarse la política institucional para encauzarlas convenientemente. En consecuencia, a la hora de diseñar políticas de apoyo a las relaciones, se debe tener en cuenta las diferencias entre disciplinas académicas, el interés de los científicos por el intercambio de conocimientos (y no por la mera transferencia) y la creación de vínculos abiertos que no cierren, por inercia, las posibilidades de adopción de nuevas tecnologías. Se necesita ser consciente, además, de las diferencias sectoriales, de las relacionadas con el tamaño de las empresas, de que las empresas acuden a otras fuentes para innovar y de que el papel de las universidades es ofrecer, sustancialmente, sus capacidades diferenciales para cubrir, en lo posible, las demandas no satisfechas por otras vías y cubrir nuevas necesidades sociales. Por otro lado, la excesiva formalización de las relaciones entraña riesgos que la evidencia de los países líderes en tecnología pone de manifiesto, y no debe sustituir el papel de la confianza entre los agentes emisor y receptor.

Las principales preocupaciones de los países seguidores de los líderes en tecnología, como es el caso de España, son cómo favorecer las relaciones y por qué vías llevarlas a cabo. Esto puede tener sentido, dado que en estos países la universidad puede suplir hasta cierto punto el menor esfuerzo en I+D característico de sus empresas. Al mismo tiempo, es más difícil conseguirlo, puesto que la I+D universitaria debe ser puntera para estar bien evaluada y las empresas tienen menos capacidad para absorberla. Si a esto unimos que la dimensión de las empresas se sitúa mayoritariamente por debajo de los 10 empleados y que los sectores de intensidad tecnológica alta no están desarrollados, no es extraño que estos países y España en particular presenten un grado débil de interacción universidad-empresa. La situación es especialmente crítica en regiones periféricas debido, además, a la falta de redes, empresas de bienes de equipo y de servicios avanzados, infraestructuras tecnológicas, capital humano, etc. En otras regiones algo más avanzadas económicamente, aunque aún débiles tecnológicamente, como la

Comunidad Valenciana, donde las universidades parecen ejercer cierta influencia sobre la innovación, el problema estribaría, más que en aumentar el nivel de relaciones, en mejorar las existentes y sobre todo en encontrar fórmulas apropiadas para difundir de forma indirecta el conocimiento en el entramado de pequeñas y medianas empresas que constituyen el tejido empresarial valenciano.

La encuesta realizada a la comunidad científica de la Comunidad Valenciana arroja resultados esclarecedores sobre la voluntad y posibilidades de los académicos de la región para relacionarse con las empresas. Hay que tener en cuenta que, según las respuestas obtenidas, la casi totalidad de ellos realiza I+D, y por tanto, están en situación de relacionarse con empresas en actividades de I+D. En general, los académicos consideran que sus obligaciones docentes, unidas a unas tareas de gestión excesivas, superan el tiempo deseable y les impiden dedicarse a las actividades de I+D tanto como quisieran.

Los académicos valencianos opinan que la universidad debe relacionarse con la empresa, y que debe hacerlo para contribuir al desarrollo de la región, procurar una I+D orientada y conseguir financiación adicional. Establecen límites en las relaciones a la hora de crear empresas derivadas de las universidades y de adecuar los programas docentes. Consideran que la política de las universidades debería consistir en el diseño de un marco general de relaciones con las empresas, mediante la creación de instituciones al efecto (institutos mixtos, parques científicos y tecnológicos, órganos de coordinación con las empresas). Se acepta una intervención más específica en las propias unidades de investigación, como los departamentos, pero sólo para apoyar la I+D. La intervención específica para promocionar las relaciones podría interpretarse como una intromisión o como un medio menos eficaz que la completa autonomía.

En sus repuestas, existe una diferencia entre la creciente voluntad de que instituciones y personas cooperen con las empresas y el hecho de que pocos académicos mantengan relaciones con ellas. Las razones estriban en que conseguirlo requiere que transcurra un cierto lapso de tiempo para poner en práctica sus intenciones, que se ve alargado por la dedicación a actividades docentes; que los académicos deben enfrentarse a limitaciones externas como la falta de interés y dificultades de comunicación del entorno empresarial; y que la falta o inadecuación de medios institucionales les supone un freno. En todo caso, los profesores no consideran que relacionarse quede fuera de sus responsabilidades ni de sus motivaciones, ni que estén situados en un clima adverso.

Más bien al contrario, los profesores se sienten capaces de generar las relaciones por sí mismos, y lo que esperan de la universidad es que les facilite su actividad de I+D y reduzca los trámites administrativos y de gestión económica. No obstante, hay que considerar que los profesores pueden estar sobrestimando tanto el valor de su actividad de I+D para las empresas como su capacidad de negociación con las mismas. Además, puede existir una política universitaria de interacción universidad-empresa orientada hacia fines sociales que no coincidan con los del profesor como individuo. Esta política justificaría una intervención más específica en las unidades de investigación. Queda pendiente dilucidar si la satisfacción del individuo coincide con la satisfacción de la institución y si, por tanto, es necesario buscar un equilibrio entre ambas.

Otro indicio de esa confianza que los encuestados depositan en su propia capacidad es que sitúen las barreras de las empresas para relacionarse con las universidades en factores como el desconocimiento de las posibilidades de la investigación universitaria, la escasa capacidad de absorción de I+D por parte de las empresas o, en menor medida, el riesgo de la inversión en conocimiento. En absoluto se achaca a deficiencias

profesionales o negociadoras de los investigadores. En esa misma dirección apunta que éstos se muestren a favor de crear empresas derivadas de la universidad, al mismo tiempo que no consideren que eso deba ser un objetivo especialmente importante de sus universidades. De nuevo las instituciones aparecerían como garantes de un marco general y no como ejecutoras de las relaciones.

El deseo es tender a la formalización de las relaciones. Al no existir una tradición consolidada de relaciones formales, los académicos perciben que tienen oportunidades que ganar. Es posible que ello ofreciera mejores remuneraciones que las relaciones informales que ahora existen y que, como prolongación de las mismas, no las sustituyera. El riesgo es que dificulte relaciones futuras, al encarecer los costes para las empresas. Por otra parte, no se aprecia un especial interés por la asesoría sobre patentes como servicio de las universidades, ni por la licencia de patentes como instrumento de relación con las empresas. Tampoco se cree que la discusión por los derechos de la propiedad industrial frene a las empresas para cooperar. Quizás es pronto para que este miedo de los países líderes en tecnología (véase el Capítulo 4) tenga repercusión en una región como la Comunidad Valenciana.

Es curiosa la percepción que se desprende sobre la actuación de las OTRI u otras entidades equivalentes, unidades creadas con el fin de favorecer y facilitar las relaciones de las universidades con el entorno socioeconómico. Ni la presencia de personal técnico de la OTRI en la unidad de investigación, ni la dotación de mayores medios a la actual OTRI como medidas eficaces de política universitaria, resultan especialmente valoradas por los profesores. Los programas de financiación de las actividades de las OTRI tampoco se consideran instrumentos importantes de política pública (surge aquí el miedo a un eventual reparto de los escasos fondos disponibles con otros agentes). Por otra parte, opinan que las OTRI apenas intervienen para originar las relaciones y sin embargo, sí desearían que las OTRI contribuyeran a la aparición de las mismas. Es decir, planea sobre los encuestados el deseo de que les fueran más útiles, aunque no confían en que pueda llegar a ser así. Aunque estas opiniones deben ser analizadas en función del estadio en que se encuentre el grupo investigador en sus relaciones con las empresas, quizás se requiere un replanteamiento de la estrategia de las universidades respecto a estas unidades, en el sentido de restringir sus actividades de apoyo a la gestión universitaria para cubrir las deficiencias universitarias de gestión y de orientarlas al servicio de los profesores, como principales clientes, y para detectar nuevas empresas con potencial de colaboración.

Los grupos universitarios se relacionan de forma natural con empresas locales, medianas y grandes, que cuenten con un titulado medio o superior para negociar y con cierto nivel tecnológico para absorber nuevos conocimientos. El fomento indiscriminado de la interacción universidad-empresa equivale a fomentar las relaciones de la universidad con un determinado tipo de empresa poco representativo. Para difundir el conocimiento académico entre una población amplia y diversa de empresas, sin reducir su calidad, la estrategia de relaciones con el entorno socioeconómico debería ser concebida desde una perspectiva más amplia. Otros agentes del proceso de innovación, además de universidades y empresas, deberían estar involucrados. Los encuestados, sin embargo, están en contra de cooperar con algunos de estos agentes, o de dotarles de mayores medios de I+D. La actuación sobre la cultura universitaria hacia la innovación parece un paso simultáneo necesario al de la promoción de la interacción universidad-empresa.

El papel esperado de la administración pública para favorecer las citadas relaciones confirma todas estas impresiones. Se confía en el estímulo de la I+D universitaria

directo o a través de las empresas mediante desgravaciones a la I+D. El estímulo a través de otras instituciones o en colaboración con las mismas resulta menos valorado. En última instancia, estas respuestas ponen de manifiesto que los profesores, ante los escasos recursos que la administración dedica a las actividades de I+D, consideran como prioritario aumentarlos, y cualquier otra alternativa es susceptible de acaparar una parte de los mismos.

En todo caso, una región europea como la Comunidad Valenciana, ejemplo de desarrollo económico con debilidades tecnológicas, ha interiorizado los mismos objetivos de la IUE que parecen válidos en los países líderes en tecnología y establece límites similares. El apoyo a estos objetivos es un fenómeno social, sensible a influencias institucionales (no a través del soporte directo sino de la creación de un estado de opinión), incentivos, miedos e instrumentos. Por el contrario, la realización de un tipo de I+D u otra y la cooperación de hecho con empresas, que son actos y no opiniones, son fenómenos más individuales, en los que influye el prestigio, el género o la ocupación de un cargo directivo.

Como tal fenómeno social, el apoyo a la interacción se configura como un proceso en el que es difícil dirigir a los individuos hacia todos los objetivos plausibles simultáneamente, incluso a los que reciben un mayor refrendo por su parte. Por el contrario, se aprecia que ciertos incentivos e instrumentos que no afectan a los individuos para apoyar algunos objetivos, sí les afectan para apoyar otros, porque la lógica para alcanzarlos todos está más allá de lo que la visión intuitiva considera compatible. Esto genera subdinámicas poco previsibles a la hora de crear un estado de opinión favorable a la interacción, como los cuatro ejemplos de los que hemos encontrado cierta evidencia. Primero, quienes valoran el intercambio de conocimientos para orientar la investigación hacia la innovación, no creen que ello contribuya al desarrollo regional. Segundo, cooperar con empresas no parece servir para obtener financiación adicional por la vía de la recompensa pública, cuestionando la idea de que la cooperación reduzca la carga sobre el presupuesto público y reforzando la tendencia acumulativa de los grupos de excelencia. Tercero, el conjunto de instrumentos que permite una mayor propensión a apoyar varios objetivos no es significativo para apoyar los objetivos de la comercialización y la docencia. Cuarto, las licencias de patentes, en teoría útiles para la orientación y el desarrollo, no permiten obtener financiación adicional, lo que cuestiona la necesidad de mantener infraestructuras de apoyo a la solicitud y licencia de patentes universitarias, de coste considerable.

Aún desde la perspectiva social, hay que tener en cuenta el efecto disciplinario sobre la interacción, que es dependiente del contexto geográfico, entre otras cosas porque la especialización en sectores dependientes de la ciencia y la capacidad de absorción de las empresas locales es mayor en un país líder en tecnología que en una región tecnológicamente débil. Eso conduce a que, en una región así, los académicos de ciencias exactas y naturales y ciencias sociales y humanidades, que por su naturaleza realizan más investigación básica y cooperan menos en I+D con empresas, al ser sometidos a una presión por interactuar, apoyen tanto sus objetivos como sus colegas de ingeniería y tecnología, que conocen el pago que debe realizarse por cooperar, en términos de reducción del tiempo dedicado a investigación básica, y se muestran menos favorables a sus objetivos.

Los esfuerzos por promocionar la interacción, plasmados en las medidas incluidas en el modelo 3, han sido reflejo, no obstante, de un estado de opinión favorable a la interacción. Dicho estado se puede haber generado porque existen incentivos puramente científicos y docentes (de hecho los más valorados) para cooperar, como el intercambio

de conocimientos, las subvenciones de I+D y la entrada en el mundo laboral de los egresados. A lo largo de las últimas décadas se han sentado las condiciones para que la interacción universidad-empresa tenga lugar, y es difícil que un proceso evolutivo así revierta. Más fácil podría resultar, en cambio, que, cegado en su marcha adelante, se estancara sin corregir los inconvenientes.

En todo caso, las políticas para su promoción exigen una combinación de subvenciones del gobierno para financiar las actividades de I+D conjuntas y una ayuda complementaria de la universidad para buscar y seleccionar estas subvenciones[50]. Adicionalmente, las políticas gubernamentales deben descartar un amplio espectro de medidas a corto plazo que, aun populares y directas, son menos eficientes para promover la interacción que otras más a largo plazo y menos populares, por ejemplo la colaboración entre grupos de I+D y la incorporación de personal técnico en las empresas.

Los modelos presentados en anteriores secciones pueden ser mejorados con la inclusión de nuevas variables. Por ejemplo, el modelo 1 se vería beneficiado por el estudio del impacto de variables sobre la naturaleza, el volumen y el porcentaje de financiación empresarial de la I+D. El modelo 2 mejoraría con la incorporación de variables sobre el tipo de empresa con que se colabora. Igualmente, nos gustaría analizar a qué se debe la respuesta del tipo NS/NC a preguntas en las que alcanza un porcentaje elevado. Por último, creemos conveniente comparar algunos de los puntos de vista aquí manifestados con la opinión de las empresas, por lo que sería recomendable realizar una encuesta a representantes de este grupo institucional.

[50] El diseño de la política de financiación de las actividades de I+D conjuntas también debe ser cuidadoso. Al respecto, Acosta y Modrego (2001) advierten que quizás ciertos fondos públicos españoles no se hayan distribuido para favorecer a las empresas que más los necesitaban ni para fomentar niveles mayores de cooperación.

Capítulo 4. LA PREOCUPACIÓN POR LAS PATENTES UNIVERSITARIAS[51]

4.1. Introducción

Las universidades han cambiado sus patrones del comportamiento a lo largo de la historia. El modelo antiguo de la universidad apareció en Europa durante la Alta Edad Media. La docencia era la función académica principal. El contenido de esta función ha variado puesto que se ha pasado de la enseñanza de la elite dominante a la formación de cuadros para el sistema social y económico (Trow, 1974).

Un cambio en otra dirección ocurre en la segunda mitad del siglo XIX, cuando las universidades alemanas agregan la investigación como segunda función. El modelo de universidad así configurado, que se ha venido a llamar clásico, se extiende pronto al resto de Europa y con especial éxito a EE.UU. (OCDE, 2000b). El modelo lineal de la innovación que sigue a las contribuciones de Bush (1945) y Schmookler (1966) inspiró el trabajo empírico sobre los beneficios de la investigación académica. Los estudios subsiguientes encontraron un vínculo relevante entre la ciencia y la tecnología (Narin y Noma, 1985; Narin et al., 1997). También entre las patentes u otras medidas de la innovación y la I+D pública, mediante métodos econométricos (Jaffe, 1989, Acs et al., 1991) o del análisis de encuestas (Mansfield, 1991 y 1998; Beise y Stahl, 1998). Como la docencia, la investigación de la universidad ha evolucionado a lo largo del siglo XX: razones como los mayores requerimientos para generar resultados socialmente útiles, o la creciente financiación privada han propiciado la realización de investigación aplicada además (o en vez de) investigación básica.

Las mismas razones que han procurado cambios en la orientación de la investigación, más las necesidades de diversificar la financiación, explican que las universidades incorporen una tercer cometido en el siglo XX, especialmente en los últimos treinta

[51] Este capítulo bebe de las partes correspondientes al autor de la tesis de las siguientes referencias: las publicaciones Azagra (2001) y Azagra, Fernández y Gutiérrez (2003) y las contribuciones a congresos Azagra y Tomás (2001), Azagra, Izquierdo et al. (2001), Azagra, Fernández y Gutiérrez (2001, 2002 a, b), Azagra y Llerena (2003 a, b) y Azagra, Carayol y Llerena (2003).

años: la interacción con la empresa. Coincidiendo con el surgimiento de ideas más realistas sobre el proceso de innovación, como el modelo interactivo (Kline y Rosenberg, 1986) o el enfoque de sistemas nacionales de innovación (Freeman, 1987, Lundvall, 1992), algunos autores interpretan el ascenso de la interacción universidad-empresa como una consecuencia positiva de la emergencia de un nuevo modo de producción del conocimiento (Gibbons et al., 1994), más aplicado, que hace aumentar el dinamismo de las universidades gracias a la adopción de prácticas emprendedoras, y como algo positivo para la forma de organizar la ciencia (Etzkowitz y Leydesdorff, 2001). El nuevo modelo de la universidad, a menudo llamado "universidad emprendedora" (Smilor et al., 1994, Clark, 1998), y los esfuerzos de los académicos por capitalizar el conocimiento se pueden interpretar como un paso hacia la asunción del desarrollo económico y social como una nueva meta de las universidades (Etzkowitz, 1998).

Sin embargo, el enfoque de la economía de la ciencia (Dasgupta y David, 1994) defiende que los mecanismos internos de recompensa son suficientes para la producción eficiente de ciencia. De hecho, David et al. (1994a) precisan que una defensa excesiva de la investigación aplicada, sólo porque reporta beneficios económicos más directamente, malinterpreta la importancia de la investigación básica para generar beneficios indirectos (por ejemplo a través del aprendizaje, el rechazo de hipótesis, el descubrimiento de territorios nuevos por explorar, etc.) Desde esta perspectiva, han recibido críticas los estudios tradicionales sobre la cuantificación de los beneficios de la investigación académica, puesto que al calcular relaciones directas pueden estar subestimando su aportación real (Salter y Martin, 2001[52]; Meyer, 2000a[53]).

Existe evidencia empírica a favor de esta perspectiva. Por ejemplo, los académicos estadounidenses temen que el declive de la ayuda pública a la I+D y que la interacción estrecha con la empresa amenacen la investigación fundamental a largo plazo (Lee, 1996). Además, si se considera que la interacción en cada disciplina científica es un proceso que da lugar a diversas trayectorias dependientes de la senda, algunas de ellas pueden conducir hacia efectos irreversibles, como parece haberse detectado en la industria alemana de ingeniería mecánica (Meyer-Krahmer y Schmoch, 1998). El caso alemán también demuestra que la orientación aplicada de la investigación no garantiza que la interacción sea exitosa, puesto que las universidades son citadas más a menudo por las empresas como fuentes de la innovación, que otros centros públicos de investigación de orientación más aplicada (Beise y Stahl, 1999). Con carácter más general, distintas universidades europeas han reaccionado de forma diferente al incentivo político a interactuar, y aquéllas que partían de una situación financiera más débil dependen ahora de los fondos empresariales y se dedican a la investigación contratada más rutinaria (Geuna, 1999).

---

[52] Salter y Martin (2001) critican todo este grupo de estudios por tener una visión simplista del proceso de innovación y por su intento de justificar la razón tradicional del apoyo público a la investigación básica (la no optimalidad de la inversión privada en un bien público tal como la ciencia). A través de una revisión de estudios de caso, los autores encuentran otras vías de contribución de la investigación básica y que su importancia varía según las disciplinas, de modo que ni un modelo simple de producción del conocimiento puede ser realista ni una racionalidad simple para justificar su apoyo.

[53] Meyer (2000a) critica los estudios bibliométricos tradicionales porque asumen que el vínculo es directo y unidireccional. Considera la bibliometría válida, sin embargo, para captar que la ciencia es un fondo de conocimiento tácito y general que influye indirectamente sobre los inventores, y no unidireccionalmente, dado que a menudo patentan antes de publicar.

Dentro de este debate, y en un contexto de aumento generalizado de las patentes (Kortum y Lerner, 1999)[54], resulta de particular interés la oleada de patentes y licencias que la universidad en los países líderes en tecnología ha solicitado como parte de sus esfuerzos por interactuar con las empresas. En EE.UU., de 1965 a 1992, las patentes universitarias se multiplicaron por 15, mientras que el conjunto de patentes aumentó menos de un 50%. El cambio también se refleja en 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 de las universidades, mientras que en conjunto ha caído (Henderson et al., 1998). Y en una institución representativa del modelo de universidad emprendedora (Clark, 1998), como la Universidad Tecnológica de Chalmers, 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).

Este crecimiento ha venido refrendado desde las administraciones públicas y universitarias con la justificación tradicional de que las patentes universitarias ofrecen una cierta protección a las empresas, y que éstas no adoptarían sin ella la tecnología de la universidad. Pero simultáneamente, los miedos relacionados con la interacción universidad-empresa se han visto reflejados al hacer referencia a las patentes universitarias. De los argumentos a favor y en contra del estímulo a las patentes universitarias, recogidos en la literatura, daremos cuenta en el apartado 4.2.

Mientras que los países líderes en tecnología han alcanzado cierto grado de fluidez en la interacción universidad-empresa y en la generación de patentes universitarias y se preguntan dónde están los límites, los países rezagados tecnológicamente están más interesados en cómo promover estas tendencias. Esto se puede observar tanto en países donde el proceso de seguimiento está bastante avanzado, como Singapur (Wong, 1999) como en países donde no lo está, como España (Cotec, 1999). Está todavía por determinar si estas tendencias deben ser seguidas paso a paso o si algunos de los conflictos experimentados por los países líderes en tecnología podrían ser evitados. En todo caso, el apartado 4.3 ofrecerá una descripción de la situación de las patentes universitarias en España, tratando de reconocer si se aprecian las mismas tendencias que en otros países.

El examen de los factores determinantes de la generación de las patentes universitarias puede ofrecer algunos indicios sobre el tipo de conocimiento que incorporan y puede agregar algunos elementos de análisis a los debates actuales. Desgraciadamente, los estudios econométricos realizados hasta la fecha se basan en el caso estadounidense, lo que mueve a interpretar con cautela sus resultados en el contexto de países europeos o de países rezagados tecnológicamente, como España; y utilizan evidencia macroeconómica, lo que impide profundizar en determinados aspectos normativos puestos de manifiesto por los estudios de la sección 4.2. Por ello, en el apartado 4.4 se realizará una estimación econométrica a partir de un panel microeconómico procedente de una universidad española, la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), con lo que trataremos de subsanar ambas limitaciones al mismo

[54] 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.

tiempo. La UPV es la segunda universidad en España en la jerarquía de solicitud de patentes europeas (Cesaroni y Piccaluga, 2002) y la tercera en la jerarquía de solicitud de patentes españolas (véase el Cuadro 24). Previamente a las estimaciones, se expondrá el modelo a estimar, la metodología empleada y las variables utilizadas. A continuación se presentará el resultado de tratar de validar los resultados mediante entrevistas con los inventores más prolíficos de la UPV, y por último un segundo modelo econométrico surgido a raíz de la necesidad de dar respuesta a nuevas preguntas.

Hasta ahora, hemos acotado el tratamiento de las patentes universitarias como el de aquellas patentes en que la universidad figura como solicitante. Ello se debe a que los debates sobre patentes universitarias han tenido su origen en EE.UU., donde el marco legislativo es favorable a que los profesores universitarios sólo figuren como inventores en patentes solicitadas por la universidad y no por la empresa. Curiosamente, el caso español y, por ende, el de la UPV, presenta la misma limitación. Sin embargo, en otros países europeos existen incentivos para que las invenciones universitarias sean patentadas por la empresa. Por ello, el apartado 4.5 ofrecerá un segundo caso de estudio, basado en una universidad de Francia, que sí ofrece incentivos de ese tipo. Se trata de la Universidad Louis Pasteur (Estrasburgo), y su estudio nos permitirá analizar una alternativa al sistema de incentivos español y, al mismo tiempo, dar mayor robustez a los resultados obtenidos en el caso de la UPV en las dimensiones en que el fenómeno de la generación de patentes sea comparable.

Una vez realizado todo el esfuerzo bibliográfico, econométrico y de realización de entrevistas, nos ha parecido adecuado incluir un modelo teórico sobre los incentivos de los académicos para patentar, en el apartado 4.6, que dé cuenta de un marco explicativo de algunos de los fenómenos planteados. Para ello nos hemos basado en el modelo preexistente de Jensen y Thursby (2001), en el que introducimos una modificación que nos permite generalizar los resultados de los autores.

Finalmente, el apartado 4.7 enumerará las conclusiones, recomendaciones y posibles líneas futuras de investigación.

4.2. Los debates sobre las patentes universitarias

Dos tipos de debate han tenido lugar a raíz del auge de la solicitud de patentes por parte de las universidades: el primero, enfocado hacia cuestiones normativas, sobre la conveniencia de esta tendencia; y el segundo, centrado en cuestiones positivas sobre la forma en que tiene lugar la generación de las patentes universitarias. De ambos daremos cuenta en el apartado 4.2.1 y el apartado 4.2.2. Añadiremos un apartado más a esta sección, el 4.2.3, para referirnos a posibles confluencias entre ambos debates y a nuestras apreciaciones sobre qué podemos aportar a los mismos.

4.2.1. Los debates normativos

Las opiniones sobre las patentes universitarias reflejan las existentes sobre las implicaciones de la creciente interacción universidad-empresa. Por lo tanto, dos preguntas principales dominan el discurso normativo. En primer lugar, considerando las patentes universitarias como un indicador de resultados de la investigación académica, si el énfasis por patentar tiene alguna consecuencia sobre la calidad de dicha investigación y sus resultados. En segundo lugar, considerando las patentes universitarias como un indicador de recursos de la interacción universidad-empresa, si

aquel mismo énfasis fomenta de hecho la interacción con la empresa. Los apartados 4.2.1.A) y 4.2.1.B) vienen a ofrecer una perspectiva de ambas cuestiones[55].

4.2.1.A) Las patentes universitarias como indicador de resultados: ¿provienen de la ciencia menos útil?

Con respecto la cuestión de si la generación de patentes universitarias afecta al tipo de investigación académica, por ejemplo, una serie de entrevistas con profesores universitarios condujeron a Etzkowitz (1998) afirmar que las patentes universitarias son un resultado natural puesto que la "investigación de los científicos emprendedores está habitualmente en las fronteras de la ciencia y conduce al avance teórico y metodológico, así como a la invención de artilugios". En el mismo sentido, para Etzkowitz y Leydesdorff (2001), la aceptación de dualismos tales como patentes o publicaciones y metas de investigación básicas o aplicadas son expresiones obsoletas y superficiales de una teoría del conocimiento basada en una dicotomía subyacente que sitúa el avance científico, es decir, el desarrollo de la teoría, como algo opuesto al avance tecnológico. En un número al parecer creciente de disciplinas científicas, este dualismo ya no es una imagen válida de lo que sucede.

Una perspectiva menos optimista es sostenida por otros autores. Sin llegar a introducir una metodología analítica, Pavitt (1998) hace notar que las patentes universitarias representan una proporción muy pequeña del total de patentes (entre el 3 y el 5%, según países), mucho menor que la correspondiente a su contribución al gasto de I+D total (del 17% en la OCDE). Asimismo, se vale de una revisión de encuestas a empresarios en las que éstos valoran más la contribución indirecta de las universidades a la tecnología empresarial que su contribución directa, como productoras de tecnología, para afirmar que las patentes universitarias ofrecen una visión muy restringida de la utilidad de la investigación académica[56]. Así, concluye que no representan una aportación económica significativa y que apenas están siendo rentables para las propias universidades. Asimismo, incide en que proceden de un tipo de investigación aplicada cuya contribución a la innovación no genera efectos desbordamiento de tanto alcance como otras actividades académicas, como la investigación fundamental, y además desvía recursos que podrían ir destinados a éstas.

Con respecto a efectos sobre los resultados de la investigación universitaria, Henderson et al. (1998) se plantean que la medida en que el crecimiento de las patentes universitarias se puede interpretar como un aumento de la contribución de las universidades al desarrollo de tecnologías comerciales depende del grado en que sea representativo de invenciones más útiles comercialmente y no de invenciones marginales. Para estudiarlo, escogen cuatro series temporales de EE.UU.: todas las patentes universitarias, una muestra aleatoria de un 1% del total de patentes, todas las patentes que citan la primera serie y todas las patentes que citan la segunda. Proponen dos medidas basadas en las citas de patentes, una de importancia y otra de generalidad:

---

[55] Los debates normativos no se agotan aquí. Geuna y Nesta (2003) ofrecen una revisión bibliográfica sobre otras cuestiones claves pendientes de mayor estudio, por ejemplo la necesidad de considerar la participación de inventores universitarios en patentes no solicitadas por la universidad (aspecto que abordaremos en el 4.4.7), la fragmentación del sistema legal de patentes europeos, la introducción de un período de gracia para publicar en Europa y la polarización entre universidades con ingresos considerables por licencia de patentes y universidades con ingresos escasos por ese concepto).

[56] Para el autor, las citas de publicaciones científicas en las patentes y las publicaciones conjuntas son, a su juicio, mejores indicadores de la contribución universitaria.

$$importancia_i = N^o\, citas_i + \lambda \sum_{j=1}^{N^o citas_i} N^o\, citas_{i+1,j} \quad \text{con } 0<\lambda<1 \tag{14}$$

$$generalidad_i = 1 - \sum_{k=1}^{N_i} \left(\frac{N^o\, citas_{ik}}{N^o\, citas_i} \right)^2 \tag{15}$$

La primera identidad expresa la importancia de una patente como la suma de las citas recibidas en el año actual más el sumatorio de las citas de "segunda generación" en años posteriores, aplicando un factor de descuento arbitrario (que de hecho los autores igualan a cero al no contar con datos sobre ese tipo de citas). La segunda identidad asume que las patentes procedentes de la investigación básica serán citadas en un espectro más amplio de clases tecnológicas. Así, *k* es el índice de dichas clases y N_i el número de clases a las que pertenecen las patentes citantes. Como $0 \leq generalidad \leq 1$, a mayores valores de la medida, menor concentración y más generalidad de la patente.

Se demuestra que, en promedio, las patentes universitarias son más importantes y más generales que la patente típica, pero que esa diferencia ha disminuido con el tiempo, de tal modo que a finales de la década de 1980 la diferencia deja de ser significativa. Se sugiere que el aumento observado refleja un incremento en la "propensión a patentar" y posiblemente un incremento asociado de la tasa de transferencia de conocimientos al sector privado, más que un aumento en la producción de invenciones "importantes". Se propone dos explicaciones:

- La proporción creciente de patentes universitarias provenientes de instituciones pequeñas, que siempre han producido patentes menos citadas
- Una caída general de la calidad media que incluye incluso a las mejores instituciones: los datos muestran que las patentes "ganadoras" crecieron más que el total hasta los 80 y desde 1981 no crecieron; y que las patentes "perdedoras" apenas crecieron hasta los 80 pero desde 1981 crecen vertiginosamente, de modo que en 1987 casi la mitad de las patentes universitarias no reciben citas.

Los autores concluyen que los cambios legislativos y el incremento de la financiación empresarial producen incentivos en dos direcciones: por un lado, orientar la investigación hacia la obtención de invenciones comercialmente importantes; por otro, patentar y licenciar toda invención. El segundo objetivo se ha conseguido: el número de patentes ha aumentado, algunas de ellas se licencian y generan beneficios para la universidad, las empresas y la sociedad. Pero el primer objetivo, no: las patentes universitarias obtienen pocas citas, por lo que o las universidades no orientaron la investigación hacia áreas de invenciones comerciales o lo hicieron sin éxito. Para los autores, no está claro que conseguirlo fuera socialmente deseable. Los beneficios económicos de la investigación universitaria proceden de invenciones en el sector privado derivadas de la base científica y tecnológica desarrollada por la investigación universitaria. La comercialización de las invenciones es sólo un producto secundario de la investigación académica. La política de ciencia y tecnología puede intentar que esas invenciones que no aparecen sean transferidas al sector privado, pero no pueden esperar incrementar la tasa de generación de invenciones comerciales.

Mowery y Ziedonis (2002) utilizan la misma muestra de los anteriores autores y atribuyen la caída de importancia de las patentes universitarias a las universidades que comenzaron a patentar después del estímulo legal que supuso el Acta Bayh-Dole. Es decir, aquéllas activas en actividades de patentes antes del Acta continuaron patentando

invenciones tan importantes como antes, mientras que las nuevas universidades partícipes hicieron que cayera su importancia en conjunto.

4.2.1.B) Las patentes universitarias como indicador de recursos: ¿estimulan efectivamente la interacción universidad-empresa?

Sobre esta segunda pregunta, hay dos dimensiones que permiten que consideremos las patentes universitarias como un recurso para la obtención de resultados concretos: contratos de licencias y contratos de I+D, ambos empleados como medidas de interacción universidad-empresa.

La primera conexión, la existente entre las patentes universitarias y los contratos para su licencia a la empresa, se ha estudiado extensamente. La justificación tradicional para las patentes universitarias es que ofrecen protección a las empresas y visibilidad a las universidades, y esta fue la lógica subyacente bajo la aprobación del Acta Bayh-Dole en EE.UU. (Nelson, 2001). Schmiemann y Durvy (2001), miembros de la Unidad de Política de Innovación de la Dirección General de Empresa, ilustran la posición de la Comisión Europea: para ellos, los esfuerzos de las universidades de EE.UU. hacia la comercialización, con el mantenimiento de una cartera de patentes como punto de referencia, han estimulado la transferencia de tecnología y el desarrollo económico, así que es un modelo a seguir para superar el desfase de productividad con EE.UU. Por lo tanto, la misión de la Comisión Europea debe ser hacer cumplir los derechos de patentes y otros mecanismos de protección de la propiedad industrial en las universidades, y conceder un período de gracia para publicar antes de patentar.

Desde un punto de vista apreciativo, Etzkowitz y Leydesdorff (2001), ante aquellos autores que argumentan que los mecanismos académicos de transferencia de tecnología pueden crear costes de transacción innecesarios al encapsular en patentes conocimiento que de otra manera podría fluir libremente a la empresa, se preguntan si "sería el conocimiento transferido eficientemente a la empresa sin la serie de mecanismos para identificar y realzar la aplicabilidad de los resultados de la investigación".

Para Meyer-Krahmer y Schmoch (1998), "una patente sólo tiene sentido en una institución científica si ésta está interesada en la explotación comercial de un nuevo descubrimiento y se pretende conseguir o existe ya una colaboración con un socio empresarial. Una proporción grande de patentes por parte de las instituciones científicas se puede considerar un buen indicador de una relación estrecha entre laboratorios científicos y empresariales en un campo tecnológico concreto". Consecuentemente, estos autores utilizan el número de solicitudes de patentes universitarias para identificar qué disciplinas científicas interactúan más con la empresa.

Wallmark (1998) recuerda que las patentes también se consideran como un mérito en el currículum de los investigadores y las considera valiosas, dado que su licencia ayuda a la creación del empleo, especialmente entre los titulados si son explotadas por las empresas derivadas de las universidades. El autor propone una metodología para calcular el valor de las patentes universitarias según las ventas de la empresa que las explota. En concreto, realiza una estimación del valor económico de las 400 patentes de la Universidad Tecnológica de Chalmers (Suecia), de las que cerca del 50% se han usado para comenzar empresas *spin-off*. El empleo en ellas ha crecido de forma constante a 70 trabajadores por año, lo que se corresponde con un crecimiento de las ventas de unos 35 millones de coronas suecas (MSEK, unos 700 millones de pesetas), por lo que a cada patente se le puede atribuir un valor igual a unos 4 MSEK (75 millones de pesetas), a los que hay que sumarles el valor de las subcontrataciones. Para

el autor, esto justificaría el apoyo de las universidades a las patentes y de los gobiernos a la investigación. Del otro 50% de patentes, que son vendidas o licenciadas a empresas existentes, el valor es difícil de calcular[57].

En cambio, en su estudio sobre el caso inglés, Rappert et al. (1999) demuestran que los vínculos formales resultan afectados por la formalización de la interacción mediante las patentes y otras formas de protección de la propiedad industrial, porque las empresas advierten que los universitarios sobrestiman su propiedad industrial y que los acuerdos contractuales en esa materia pueden ser muy difíciles. La cuestión de fondo es que pocas empresas consideran la protección intelectual esencial, ni siquiera las de sectores de tecnología alta: ni ofrece una protección efectiva contra las infracciones ni asegura los derechos de licencia. Sí se considera importante una serie de funciones secundarias de la propiedad industrial, como señalizar ámbitos de actuación a otras empresas y proporcionar un instrumento (menor) de negociación con las empresas grandes. Para las empresas derivadas de las universidades estas funciones secundarias ganan importancia porque les dan cierta credibilidad que contrapesa su origen no comercial y delimitan qué posee la empresa y qué la universidad. En todo caso se considera una mejor fuente de protección el control de los empleados mediante prácticas restrictivas y cláusulas de confidencialidad.

Los motivos de las empresas para relacionarse con las universidades, los canales elegidos y la poca importancia prestada a la protección intelectual, llevan a Rappert et al. (1999) a recordar el papel de la confianza en la interacción universidad-empresa. El uso de contratos no implica necesariamente una forma inferior de confianza en comparación con relaciones más abiertas, dado que las dos pueden coexistir. Los contratos formalizados pueden ser una señal de una relación anterior basada en la confianza. La confianza que se construye actúa como una manera informal de protección intelectual. Esto es especialmente relevante dada la importancia del saber hacer y del conocimiento tácito para las empresas. La publicidad de la ciencia depende de lo que se pueda extender por una red más que de quién la posea. La difusión del conocimiento no depende sólo del tamaño de la red sino de las características de la misma, como las relaciones de confianza que existan. Dada la importancia de formas de conocimiento codificadas y tácitas, la confianza es un elemento clave para asegurar el intercambio de conocimiento esencial mediante los vínculos. Según Rappert et al. (1999), dos de las lógicas de las universidades emprendedoras (ser relevante comercialmente y proteger la propiedad industrial propia) no casan fácilmente entre sí y pueden crear dificultades para construir relaciones informales basadas en la confianza entre universidades y empresas. Por lo tanto las patentes pueden incluso causar tensiones, aliviadas solamente si aquéllas son explotadas por empresas derivadas de las universidades, que tienden a guardar vínculos más estrechos con la universidad.

Mowery et al. (2001) se muestran escépticos respecto al papel del marco legislativo para fomentarlas, así como de la escasa base teórica para sustentar que puedan facilitar la interacción universidad-empresa. A través del estudio de datos estadísticos de tres universidades estadounidenses punteras sugieren que el auge de las patentes experimentado a partir de la década de 1980 representó una aceleración de una tendencia anterior y no se puede achacar al Acta Bayh-Dole. Durante la década de 1970

[57] Da la impresión que, según el autor, el 100% de las patentes concedidas son licenciadas a empresas, sean *spin-off* o no, lo que parece poco plausible. O su estudio se ha limitado al caso de dichas patentes o los dos porcentajes parciales del 50% citados son sólo aproximados. En todo caso, el autor, implícitamente, está asumiendo que mantener las patentes no genera costes.

ya hubo crecimiento de las patentes, dominado por el de las patentes biomédicas y explicado en parte por la aparición de universidades que antes no patentaban. Al mismo tiempo las universidades estadounidenses aumentaron sus esfuerzos para licenciar y comercializar sus invenciones en los 70: creció el número de oficinas de transferencia de tecnología y el número de empleados en actividades de transferencia de tecnología.

Por otro lado, para Mowery et al. (2001), no está claro que una mejor consecución de los objetivos del Acta Bayh-Dole hubiera sido socialmente deseable. No parece que la explosión de patentes y licencias haya desplazado la investigación universitaria hacia cuestiones más aplicadas y menos básicas, sino que, simplemente, se ha explotado áreas ricas en resultados con posibilidades comerciales. Sin embargo, mucho de lo que las universidades anteriormente habrían hecho de dominio público ahora es patentado y sujeto a procesos administrativos que podrían restringir su difusión, aumentando su coste de uso. En las tres universidades estudiadas, las "herramientas" de investigación biotecnológica han sido licenciadas rápidamente y los costes de transacción aparentan ser bajos. Pero esto no quiere decir que se estimule la transferencia tecnológica. Por el contrario, se minusvalora la efectividad de la publicación y de otros canales más abiertos de diseminación de la información, reconocidos por los empresarios como más útiles. Por otra parte, patentar mucho e imponer términos restrictivos para licenciar puede dañar la transferencia de tecnología, así como un excesivo énfasis en patentar y licenciar puede interferir otros canales a través de los que las invenciones universitarias alcanzan una aplicación comercial.

Basándose en el mismo análisis, Nelson (2001) añade que la visibilidad que proporcionan las patentes no es suficiente para atraer a las empresas sin esfuerzos adicionales por parte de las oficinas de transferencia de tecnología. Por otro lado, Mowery y Sampat (2001) encuentran en el caso histórico de la desmantelada *Research Corporation* estadounidense, que estaba a cargo de la licencia de patentes universitarias, un buen ejemplo de cómo esta actividad está destinada a fracasar, si se lleva a cabo solamente con el objeto de obtener beneficios monetarios. Mowery y Ziedonis (2002) especifican que el declive de las patentes importantes encontrado por Henderson et al. (1998) se puede atribuir a las universidades que comenzaron a patentar después del estímulo legal que supuso el Acta Bayh-Dole. Finalmente, Mowery y Sampat (2003) desaconsejan tomarla como modelo a imitar en otros países de la OCDE, a pesar de que atisban indicios de que ya se ha adoptado o está en proceso de adopción en algunos, como Italia, Japón, Reino Unido, Canadá, Suecia y Alemania. Argumentan que de este modo pueden descuidar el fomento de canales más importantes de transferencia como la competencia y autonomía institucionales, o la búsqueda de apoyos para crear empresas derivadas de las universidades.

La segunda conexión, las patentes como medios de atraer contratación de I+D, ha recibido menos atención, pero es innegable. Son una señal para obtener proyectos de I+D financiados públicamente, puesto que pueden aparecer como un mérito en el currículum de los investigadores (Wallmark, 1998). Además, son una señal para obtener contratos privados, de dos maneras. En primer lugar, las empresas que realizan vigilancia tecnológica interpretan las patentes como una señal de las competencias dominadas por los inventores, por ejemplo el grupo de investigación académico, al que las empresas pueden contactar para realizar I+D en el campo señalizado, más que para negociar la licencia de su patente[58]. En segundo lugar, los acuerdos de licencia de la

[58] Scott et al. (2002) hacen una pequeña mención al respecto (pág. 16).

patente son acompañados generalmente por contratos adicionales para transmisión de competencias y *saber hacer*.

4.2.2. El debate positivo: factores determinantes de la generación de patentes universitarias

Este debate se ha abordado desde dos puntos de vista: el de los estudios apreciativos y estadísticos que tratan de establecer una relación imprecisa entre las patentes y otras variables (apartado 4.2.2.A) y los estudios econométricos que, originados por ciertas fuentes de inspiración (apartado 4.2.2.B), tratan de establecer una relación causal entre unas y otras (apartado 4.2.2.C).

4.2.2.A) Estudios apreciativos y estadísticos

Aunque en muchos casos no se trata de establecer relaciones de causalidad, los estudios sobre patentes universitarias suelen relacionarlas con una serie de variables que se constituyen bien como medidas para expresarlas en términos relativos mediante ratios, bien como criterios de clasificación. Así, en nuestra revisión bibliográfica, hemos apreciado las siguientes variables, que nosotros clasificamos como fuerzas internas o fuerzas externas a las unidades de investigación en que se organice la universidad[59], en función de que intervengan en su generación endógena o no.

Entre las fuerzas internas a las unidades de investigación de la universidad figuran las siguientes:

- Gastos de investigación y desarrollo (I+D) universitarios: resulta inmediato pensar que los departamentos que más investigan son los que más resultados pueden ofrecer. Que estos resultados se concreten en realizaciones tecnológicas como las patentes es una de las hipótesis que tratará de analizar este estudio. La construcción de ratios del número de patentes por el valor del gasto en investigación y desarrollo para comparar la propensión a patentar entre empresas y universidades o entre departamentos universitarios, por parte de Henderson et al. (1998) y Wallmark (1998), parece indicar que debe existir una relación entre patentes e I+D universitarias. Esa apreciación es especialmente relevante a la hora de plantear un modelo de factores determinantes de las patentes universitarias, puesto que remite inmediatamente a la relación entre patentes e I+D empresariales, que cuenta con cierta tradición en la literatura especializada desde los trabajos de Griliches y su equipo en la década de 1980 (ver Griliches, 1990.)
  - Financiación empresarial de las actividades de I+D universitarias: 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 patentes (Henderson et al., 1998.)[60] Meyer-Krahmer y Schmoch (1998) parecen estar a favor de esta hipótesis, ya que asumen que las patentes universitarias indican colaboración con la empresa.

---

[59] Nos estamos refiriendo a las unidades con autonomía para gestionar su presupuesto de I+D, como los departamentos e institutos del modelo sajón, que coincide con el español, o a los laboratorios del modelo francés, etc.

[60] 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.

- Tamaño: se puede asumir que las unidades de investigación más grandes patenten más, simplemente porque cuenten con más personal dedicado a ello. En el caso de las empresas, se puede encontrar el número de empleados como variable de control en trabajos como el de Bound et al. (1984). En el caso de las universidades, Wallmark (1998) compara las solicitudes de patentes con el número de profesores de cada disciplina. Henderson et al. (1998) realizan un ejercicio semejante, aunque utilizan de nuevo el gasto en I+D como variable aproximativa de la dimensión de las universidades.
- Disciplina científica: Se encuentran diferencias entre los estudios consultados:
  - 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 empresa, sino que entran en juego otros factores[61]. A continuación, están ya disciplinas correspondientes a biotecnología, medicina y tecnologías de la información y las comunicaciones; es decir, aquéllas en las que se presentan especiales oportunidades tecnológicas por operar en campos fuertemente basados en la ciencia (biotecnología, medicina, tecnologías de la información y telecomunicaciones), donde la innovación tiende a seguir un proceso más secuencial.
  - Henderson et al. (1998), sin embargo, encuentran, para el caso de EE.UU., que las universidades patentan en farmacia y medicina, mientras que las empresas lo hacen en mecánica; diferencia que, además, se incrementa con el tiempo. Jaffe (2000) recalca que el crecimiento de las patentes universitarias estadounidenses es un fenómeno propio de la biotecnología y el software informático.
  - 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, en la Universidad Tecnológica de Chalmers 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 empresariales, con Ingeniería Mecánica y de Automóviles en cabeza. Los propios Meyer-Krahmer y Schmoch (1998) ofrecen una explicación al indicar que las oportunidades tecnológicas en la forma de la base científica pueden inducir a las universidades a patentar con independencia de las necesidades del mercado.
  - Pavitt (1998) compara algunos estudios de distintos países y concluye que en todos ellos la química (incluyendo productos farmacéuticos) y la medicina cuentan con la mayor proporción de las patentes universitarias. Electricidad, electrónica e instrumentos de precisión son otras áreas principales, e ingeniería mecánica tiene mucho más peso en Alemania que en RU y EE.UU.

[61] 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).

- Presencia de inventores estrella: 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 Tecnológica de Chalmers, los resultados son semejantes. Eso subraya la importancia, en esa universidad, de los profesores estrella en forma de inventores prolíficos (Wallmark, 1998).
- Otras características individuales[62]: en cuanto a quiénes patentan, Wallmark (1998) identifica los siguientes rasgos de la Universidad Tecnológica de Chalmers[63]:
  - Por categoría universitaria: los profesores inventores son el 22%. Los eméritos son interesantes porque son más representativos del potencial de patentes universitarias, y son un 26%. Los estudiantes titulados son el 6% y los no titulados 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.
  - Por género: 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.
  - Por edad: el máximo está entre los 30 y 35 años, lo que corresponde a recién titulados 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 primerizos; tras los 40, casi todas son de repetidores. De nuevo, esto refuerza la importancia de la docencia en el primer grupo.

Entre las fuerzas externas a las unidades de investigación de la universidad figuran las siguientes:

- Universidad: las patentes están bastante concentradas. En EE.UU. las 20 primeras universidades poseen el 70% del total, y sólo la primera, el MIT, un 8% (Henderson et al., 1998). Si esto no se debe únicamente a una conjunción de las fuerzas internas reseñadas antes, podría indicar una cultura proclive a patentar o una ventaja generada a partir de las economías de escala.
- Fuerza de las oficinas de transferencia de resultados de la investigación: el incremento sustancial del número de estas entidades de interfaz de las universidades y de su dotación en personal técnico y administrativo fomenta la protección de los derechos de propiedad de los resultados de la I+D como modo idóneo de incrementar la interacción con la empresa (Henderson et al., 1998). Sin embargo, ello puede tener también efectos contraproducentes. Siegel et al. (1999), usando los resultados de una encuesta a gestores y científicos universitarios, informan que uno de los principales objetivos de las OTRI es la protección de los derechos de

[62] La idea de que las características personales importan es típica de la literatura sobre productividad científica: las becas posdoctorales recibidas, la edad, la capacidad científica del departamento, la cooperación científica, la calidad de la formación, etc. Para una revisión de la literatura y una aplicación en el caso español, véase García-Romero y Modrego (2001).

[63] Los siguientes porcentajes no reflejan una regularidad empírica, pero resultan interesantes, dada la escasez de datos, porque indican un orden jerárquico de las categorías dentro de cada característica.

propiedad, aunque tienden a ser "inflexibles y conservadoras" cuando negocian acuerdos y licencias.

- Marco legal e institucional: para Henderson et al. (1998), 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 et al. (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 y que en ausencia del Acta Bayh-Dole hubiera tenido lugar igualmente. Por su parte, enlazándolo con el enfoque de sistemas de innovación, Meyer-Krahmer y Schmoch (1998) y Pavitt (1998) aducen que el marco legal e institucional puede ser una justificación de las diferencias nacionales en el grado de patentes universitarias. Pavitt (1998) además sugiere que unos países pueden ofrecer más protección a determinadas áreas tecnológicas que otros.

A este nivel de análisis apreciativo y descriptivo, uno de los mayores esfuerzos cuantitativos es el de Henderson et al. (1988), que tratan de relacionar el crecimiento de las patentes universitarias con el de la financiación empresarial, con el de la fuerza de las OTRI y con los cambios legislativos. 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.

Por otro lado, Rogers et al. (2000), también mediante correlaciones entre variables y centrados en el papel de las OTRI, encontraron que el volumen de personal de la OTRI y los fondos empresariales de I+D, entre otras variables (como los mayores salarios de los profesores, mayor cuantía de los contratos y subsidios privados y un mayor volumen de los fondos federales) caracterizan la eficiencia de la interacción (medida mediante una variable compuesta que incluye las solicitudes de patentes) en las universidades de investigación de EE.UU.

4.2.2.B) Estudios econométricos (I): fuentes de inspiración

Los estudios econométricos proponen una relación causal entre una variable expresiva de un resultado y una serie de variables expresivas de los recursos que pueden resultar significativos para dar lugar a aquel resultado. En el caso de las patentes, más concretamente de las patentes empresariales, como se vio en las secciones 2.3.4.B) y 2.4.3.A), existe una tradición de considerarlas un indicador de resultados de la innovación, y expresarlas en función de un indicador de recursos de la innovación, tradicionalmente las actividades de I+D, medidas a través del gasto o del personal de I+D.

Así, se puede plantear una *función de producción de patentes* análoga a la propuesta por Pakes y Griliches (1984)[64] del tipo siguiente:

$$pat_{it} = f(id_{it-\tau}, z_{it}),\ \tau=0, ..., T \qquad (16)$$

[64] Alternativamente, podemos considerar este modelo como una extensión de la función de producción del conocimiento de Adams y Griliches (2000), en la que el producto de la investigación universitaria es las publicaciones o las citas. En el caso que nos ocupa, el producto de la investigación son las patentes.

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 et al. (1984), por ejemplo, distinguen las siguientes:

- 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 individuos de mayor tamaño manejen un mayor volumen de recursos y patenten más, simplemente porque tengan más personal dedicado a ello.
- Una variable ficticia que exprese la mayor oportunidad tecnológica de las áreas tecnológicas fuertemente dependientes de la ciencia. Alternativamente, Bound et al. (1984) emplean distintas variables ficticias para cada sector económico.
- Una tendencia que capte un posible crecimiento o disminución exógenos de las patentes.

Bound et al. (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.

Más recientemente, Hall y Ziedonis (2001) incluyen:

- Gastos de I+D normalizados por el tamaño, cuando incluyen la variable de tamaño aparte, para evitar la autocorrelación en una muestra en la que los gastos de I+D y el tamaño de las empresas están muy correlacionados.
- Intensidad de capital
- Variables ficticias que toman valor uno a partir de los años en que se produce un cambio en el marco legal
- Variables ficticias para controlar la presencia de observaciones aberrantes.
- Tipos de empresa: manufacturera o de diseño.

Este tipo de estudios ha servido de inspiración para los que han tratado de estimar el impacto de los determinantes de las patentes universitarias, al tratarse una aplicación del modelo anterior en el contexto de la universidad en vez del de la empresa, adaptando las variables independientes de forma adecuada. Pero por otra parte, también el trabajo seminal de Adams y Griliches (1996) reseñado en el apartado 2.4.3.E), sobre funciones de producción de resultados de la investigación académica (que usan los artículos y sus citas como resultados), han sido un punto de partida para los estudios que mencionamos en el apartado siguiente.

4.2.2.C) Estudios econométricos (II): determinantes de las patentes universitarias

Nuestra revisión bibliográfica ha encontrado cinco trabajos que aplican técnicas econométricas para estimar la relación entre las patentes universitarias y lo que consideran recursos de las universidades para su obtención: se trata de Payne y Siow (1999), Foltz et al. (2000, 2001), Coupé (2002) y Carlsson y Fridh (2002). Explicamos,

en primer lugar, su metodología y sus conclusiones principales y detallamos, a continuación, los impactos encontrados para cada variable.

Payne y Siow (1999) se concentran en el efecto de la financiación federal en cuatro tipos de resultados de la investigación, incluyendo las patentes concedidas. Utilizan un panel de más de 1000 observaciones a partir de 74 universidades de investigación de EE.UU. (53 en el caso de las patentes) en el período 1972-1998 (1975-1994 en el caso de las patentes). Aplican los modelos de regresión por MCO y VI (más un tobit en el caso de las patentes), controlando los efectos fijos por cada universidad y los efectos temporales. Encuentran un impacto significativo positivo de la I+D sobre el número de artículos (no significativo sobre el número de citas por artículo) y los sueldos de los profesores. El impacto sobre las patentes es positivo pero la significación varía según la especificación. Los autores concluyen, sin embargo, que los rendimientos de la I+D universitaria son decrecientes, de forma similar al caso de las empresas. Controlan el tamaño de la universidad, pero no lo encuentran significativo[65].

Foltz et al. (2000) se centran en el caso de las patentes universitarias en biotecnología agrícola, pero empiezan construyendo un modelo para las patentes universitarias de todas las disciplinas, que llamaremos modelo A. Con un corte transversal de 142 universidades de EE.UU., aplican un modelo binomial negativo inflado con ceros. Su aportación principal es distinguir varios tipos de fuentes de financiación, y no sólo la federal. A continuación se restringen a las patentes universitarias, estimando lo que llamaremos modelo B, y su principal aportación es que el marco institucional regional (medido mediante la infraestructura de escuelas universitarias de agricultura[66] y la importancia de la agricultura en la economía local) ayuda a explicar el modelo.

En un trabajo posterior, Foltz et al. (2001) agregan algunas variables dinámicas, sólo para el caso de las patentes en biotecnología agrícola. Utilizan datos de 127 universidades durante el período 1991-1998, formando un panel de 561 observaciones, y ejecutan una regresión binomial negativa de efectos aleatorios. Encuentran que la experiencia en patentar produce más patentes, lo que retrasa el proceso de alcance de las universidades rezagadas.

La preocupación principal de Coupé (2001) es el tipo de rendimientos a escala de la I+D en relación con las patentes universitarias. Aplica regresiones de Poisson y binomiales negativas en un corte transversal de alrededor de 500 universidades de EE.UU. en 1994 y en un panel de 212 universidades por 22 años (de 1972 a 1994). No utiliza solamente recuentos de patentes como output sino también citas de las patentes. Su conclusión principal es la presencia de rendimientos constantes o decrecientes a escala, como en el caso de empresas, lo que le lleva a afirmar que las universidades se comportan en cierto modo como ellas. El resultado se mantiene aun al experimentar con diversos desfases de la I+D, diferencias entre universidades públicas y privadas, clases tecnológicas, y efectos fijos individuales y temporales.

Carlsson y Fridh (2002) realizan una encuesta en 12 universidades de EE.UU. para entender profundamente el funcionamiento de las TTO y de su papel en las actividades de patentes y licencias, la creación de empresas y la obtención de fondos

---

[65] Los autores también están interesados en el aspecto metodológico de encontrar una variable instrumental apropiada para evitar los problemas de endogeneidad y de sesgo por variables omitidas. Concluyen que el uso de la representación del alumnado en los comités del congreso de EE.UU. como tal variable resuelve esos problemas y mejora el ajuste de los modelos estimados.

[66] Traducción de “agricultural colleges”.

empresariales[67]. Eso permite que construyan un modelo conceptual del proceso de la transferencia de tecnología que los autores dividen en varios modelos econométricos contrastables, en función de las diversas fases y resultados de la actividad de la TTO. Así, contrastan los modelos con la muestra de la encuesta y con una muestra más grande de 170 universidades en el período 1991-1996, procedente de la encuesta de la Asociación de Gestores de Tecnología Universitaria (AUTM). Sus resultados incluyen que las invenciones dependen del año de creación de la TTO, de los gastos totales de investigación y del número de empleados de la TTO y que los ingresos por licencias vienen explicados casi en su totalidad por el número acumulado de licencias. No comentan nada específicamente sobre la solicitud de patentes pero en sus regresiones se aprecia que dependen del número de invenciones. La variable dependiente para la cual encuentran menos explicación es la creación de empresas, como si las TTO tuvieran menos influencia sobre ello, que dependería más de factores culturales y ambientales no incluidos en los modelos. Los autores concluyen con una reflexión sobre el papel en la difusión del conocimiento jugado por las TTO, el éxito del cual no es captado completamente por el volumen de ingresos o el número de empresas generadas.

Pasando al análisis detallado de las variables incluidas en las diferentes regresiones, y distinguiendo, como en el apartado 4.2.2.A), entre fuerzas internas y externas, entre las fuerzas internas a las unidades de investigación de la universidad figuran las siguientes:

- Gastos de I+D: Carlsson y Fridh (2002) son los únicos que utilizan una medida agregada, que no descomponen, de los gastos de I+D, y encuentran su impacto significativo y positivo sobre el número de invenciones, de las que depende el número de solicitudes de patente. Payne y Siow (1999) y Coupé (2001) se han centrado en los gastos de I+D públicos federales y sólo Foltz et al. (2000, 2001) presentan resultados de una medida descompuesta por fuentes de financiación.
  - Financiación pública: respecto a la federal, Payne y Siow (1999) encuentran que el impacto sobre las patentes es positivo pero la significación varía según la especificación. Los autores concluyen, sin embargo, que los rendimientos de la I+D universitaria a las patentes son decrecientes, de forma similar al caso de las empresas. A una conclusión similar llega Coupé (2001). Foltz et al. (2000) utilizan la suma de la financiación federal y la estatal y la encuentran positiva y significativa en su modelo A pero no en su modelo B. Foltz et al. (2001) descomponen la suma de ambos tipos de financiación y encuentran que la estatal ejerce una influencia positiva y significativa, mientras que la de la federal no es significativa.
  - Financiación empresarial: Foltz et al. (2000) no la encuentran significativa ni en su modelo A ni en su modelo B, lo que corroboran Foltz et al. (2001).
  - Financiación propia y de otras fuentes: Foltz et al. (2000) no la encuentran significativa en su modelo A pero sí en su modelo B. Foltz et al. (2001) descomponen la suma de ambos tipos de financiación y encuentran que la financiación propia es significativa, positiva, mientras que la de otras fuentes no es significativa.
- Tamaño: Payne y Siow (1999) lo miden mediante el número de profesores y no lo encuentran significativo. Lo mismo les ocurre a Foltz et al. (2001). En cambio,

[67] 3 de estas 12 universidades no respondieron el cuestionario pero existían datos disponibles a partir de los informes de la AUTM.

Coupé (2001) lo encuentra significativo. Por otra parte, el mismo autor utiliza como medida el número de alumnos, que no encuentra significativo.

- Características personales: Foltz et al. (2001) incluyen una variable de calidad del profesorado que miden mediante el salario medio de los profesores y la encuentran significativamente positiva. Lo mismo le ocurre a Coupé (2001).
- Experiencia en patentar: Foltz et al. (2001) la miden mediante el número de patentes acumuladas de años previos y encuentran un impacto significativo, positivo, lo que les lleva a predecir retrasos en el proceso de alcance de las universidades rezagadas.

Entre las fuerzas externas a las unidades de investigación de la universidad figuran las siguientes:

- Universidad: Foltz et al. (2000) utilizan una escala del rango académico de la universidad y obtienen un impacto positivo y significativo en sus modelos A y B. Coupé (2001) establece una distinción entre universidades públicas y privadas pero no encuentra diferencias significativas.[68]
- Tendencia: Coupé (2001) la encuentra positiva y significativa, lo que implica la existencia de shocks temporales exógenos, que se pueden atribuir a las siguientes variables.
- Fuerza de las TTO: Foltz et al. (2000) la miden a través del número de empleados de la TTO y encuentran que importa positiva y significativamente (aunque con rendimientos decrecientes a escala) en sus modelos A y B. En cambio, Foltz et al. (2001) encuentran que esa misma medida no resulta significativa, mientras que una medida alternativa, el cociente del número de solicitudes de patentes y el número de invenciones[69], que ellos interpretan como más expresiva de la calidad de la TTO, sí es positiva y significativa. Por otra parte, Coupé (2001) incluye simplemente una variable ficticia indicando el año de establecimiento de la TTO en la universidad, cuya influencia encuentra positiva y significativa. Lo mismo les ocurre a Carlsson y Fridh (2002) con el número de invenciones, del que depende el número de solicitudes de patente. Igualmente, encuentran la influencia del número de empleados de la TTO significativa y positiva.
- Efectos desbordamiento de la I+D universitaria: Coupé (2001) incluye una medida de la I+D agregada de universidades distintas de la propia y encuentra su impacto positivo y significativo, lo que achaca a externalidades del conocimiento.
- Marco legal e institucional: Foltz et al. (2000) encuentran en su modelo B que la dotación de instituciones como escuelas universitarias de agricultura y la importancia de la agricultura en la economía local ayudan a explicar el modelo. Por el contrario, Coupé (2001), mediante una variable ficticia que indica el cambio legal representado por el Acta Bayh-Dole, muestra que no parece haber tenido un efecto significativo.

Conviene reseñar aquí el análisis de Thursby y Kemp (2002), que estudian los determinantes no de la generación sino de la eficiencia de las actividades comerciales. No lo hemos incluido entre los anteriores porque utiliza una metodología econométrica diferente, el análisis de eficiencia, y porque no trata la solicitud de patentes como

---

[68] Payne y Siow (1999) incluyen un efecto fijo universitario, pero no reportan ni comentan los resultados. Lo mismo ocurre con algunas estimaciones de Coupé (2001).

[69] En EE.UU., las universidades llevan a cabo el registro de sus invenciones, resulten patentables o no.

variable diferenciada sino como parte de una medida compuesta, pero su concepción de los recursos y los resultados de la investigación académica es similar a lo de los anteriores.

Así, estos autores, basándose en la encuesta de la AUTM sobre las licencias universitarias de 112 universidades de EE.UU. entre 1991 y 1996, realizan un análisis de la envolvente de los datos que clasifica las universidades en eficientes e ineficientes. Con estos resultados, construyen una variable dicotómica y ejecutan una regresión logit para expresarla en función de lo que consideran resultados comerciales de la universidad (licencias, fondos privados, solicitudes de patente, descubrimientos y royalties), y de lo que consideran recursos de la universidad (fondos federales, número de profesores, una jerarquía de la calidad de las universidades y dos variables de control (presencia de una escuela de medicina y estatus de universidad privada). Sus resultados concluyen que algunas disciplinas (biología e ingeniería) obtienen más licencias que otras (física) debido a su naturaleza más aplicada o a la existencia de mayores oportunidades de mercado, que las universidades privadas tienen más probabilidad de ser eficientes y que las universidades con escuela médica tienen una probabilidad menor de serlo. Finalmente realizan comparaciones de la eficiencia año tras año que les permite afirmar que el crecimiento de las actividades comerciales es el resultado de un crecimiento de la comercialización por parte del conjunto de las universidades más que de un proceso de alcance por parte de las instituciones ineficientes.

4.2.3. Una perspectiva de síntesis entre los estudios descriptivos y los econométricos, y entre los debates normativos y el positivo: cómo hacer algunas aportaciones adicionales

El Cuadro 18 esquematiza, de manera simplificadora, las variables determinantes de las patentes universitarias según los estudios apreciativos y estadísticos de la sección 4.2.2.A), y su contraste con los estudios econométricos de la sección 4.2.2.C). Como se puede apreciar, ambos coinciden en señalar una mayoría de variables comunes, pero sus efectos esperados varían en algunos casos, y además hay variables no comunes. Además, hemos apreciado limitaciones derivadas de la omisión de variables relevantes, y, en el caso de los estudios econométricos, de eludir el debate normativo y de centrarse en el caso estadounidense. Reconsideramos todo ello a continuación.

En primer lugar, la financiación empresarial, que según los estudios apreciativos debería ejercer un impacto significativo, no lo ejerce de hecho según Foltz et al. (2000 y 2001). Esto se puede deber a que los primeros no tienen en cuenta que los resultados de la I+D financiada por empresas serán normalmente retenidos, incluso en forma de patentes, por las propias empresas, y no darían lugar a patentes en las universidades. Sin embargo, podríamos considerar un tipo de influencia más indirecta, que es la que ejerce el conocimiento empresarial que penetra en la universidad por medio de la financiación privada, al promover una cultura más proclive a proteger los descubrimientos. Estaríamos considerando, pues, la interacción como un puente de doble vía, en el sentido de Meyer-Krahmer y Schmoch (1998). El problema es que el gasto de I+D financiado por la empresa puede no ser una medida suficiente para captar esta relación difusa, ya que en numerosas ocasiones la interacción se basará en la transmisión de conocimientos ya presentes en la universidad, que impliquen poca penetración de conocimiento empresarial, y no en la generación de conocimiento conjunto. En nuestro estudio empírico propondremos una medida alternativa, que consiste en considerar simultáneamente fuentes e instrumentos de financiación, para tratar de captar este efecto indirecto.

Cuadro 18. Determinantes de las patentes universitarias en la literatura

Grupo de variables	*Variable*	*Estudios apreciativos y estadísticos*	*Medida*	*Estudios econométricos*
Fuerzas internas	Actividades de I+D	✓	Fondos agregados de I+D	+ ✓
			Financiación pública	+ ✓
	Financiación empresarial	✓	Financiación empresarial	×
			Financiación propia y de otras fuentes	×
	Tamaño	✓	Número de profesores	× (2) vs. + ✓ (1)
			Número de alumnos	×
	Disciplina	✓		
	Tipo de unidad de investigación	✓ !		
	Inventores estrella	✓		
	Características personales	✓	Salario promedio	+ ✓
	Licencias	✓ !		
	Experiencia de patentar		Patentes acumuladas	+ ✓
Fuerzas externas	Shocks temporales exógenos		Tendencia	+ ✓
	Efectos desbordamiento de la I+D		Fondos de otras unidades de observación	+ ✓
	Fuerza de la TTO	✓	Número de empleados	+ ✓ (3) o × (1)
	Marco legal	✓ o ×	Variable ficticia a partir del año de un cambio en el marco legal	×

Fuente: elaboración propia a partir de los estudios reseñados en el apartado 4.2.2. El signo ✓ indica una influencia significativa, el signo + que es positiva y el signo – que es negativa. El signo × indica una influencia no significativa. El signo ! indica variables ignoradas por los estudios consultados.

En segundo lugar, los estudios econométricos aportan a los apreciativos una variable que no habían tenido en cuenta, como los efectos desbordamiento de la I+D, que no obstante encuentra justificación si pensamos, por ejemplo, en la tendencia a la multidisciplinariedad propia de la ciencia moderna (Gibbons et al., 1994).

Pero, lo que es más importante, a la inversa, los estudios econométricos no llegan a incorporar algunas de las variables indicadas por los estudios apreciativos, como la disciplina o la presencia de investigadores estrella por el hecho de que los primeros son estudios macroeconómicos del conjunto agregado de universidades en los que no tiene cabida estas variables propias de las unidades de investigación que componen una universidad. A ese respecto, cabe preguntarse si la universidad es la mejor unidad de observación. Las universidades se componen de unidades de investigación heterogéneas que varían en cuanto a tipos de producción científica, estructura de financiación, homogeneidad de los temas de la investigación, modos de coordinación, papel otorgado a la confianza, etc. (Joly y Mangematin, 1996). Más básicamente, varían en cuanto a disciplina y reconocimiento institucional, y los modelos macroeconométricos no tienen en cuenta estas diferencias al estimar el impacto de la I+D sobre las patentes. Por ello, se hace necesaria la aplicación de los modelos a casos de estudio que permitan incorporar estas variables.

En tercer lugar, también creemos, de forma apreciativa, que la literatura existente ha obviado dos variables relevantes a la hora de explicar la generación de patentes universitarias. Por un lado, la diversidad institucional, es decir, los tipos de unidades de investigación, dentro de las universidades debe ser tomada en cuenta, puesto que, por

ejemplo, en el caso español, los centros de investigación sin responsabilidades docentes tienden a patentar más que los departamentos con responsabilidades docentes[70]. O, en el caso francés, unos laboratorios tienen más prestigio institucional que otros, lo que puede condicionar que patenten a través de la universidad o no. Por otro lado, falta como variable la licencia de patentes previas, ya que el haber obtenido ingresos de este modo en el pasado puede constituir un incentivo para seguir solicitando patentes en el futuro. Foltz et al. (2000) mencionan este hecho en sus conclusiones, pero no disponen de datos para comprobarlo. Todo ello refuerza la necesidad de un análisis basado en el estudio de caso para permitir la inclusión de estas fuerzas microeconómicas que tampoco pueden incorporar los estudios macroeconómicos.

Asimismo, los cambios legales internos para promover las patentes deben ser otro factor relevante, puesto que pueden ser más eficaces que los externos.

En cuarto lugar, centrándonos ahora en los estudios econométricos reseñados, hay que decir que se centran en la especificación apropiada de la relación entre las patentes y la I+D universitarias, en el tipo de rendimientos a escala y en la semejanza entre las universidades y las empresas. Así, eluden de alguna manera el debate sobre la interacción universidad-empresa, puesto que no intentan extraer ninguna conclusión normativa. Sin embargo, al menos Foltz et al. (2000 y 2001) contienen una vía de confluencia entre ambos debates. Descomponen la I+D según la fuente de financiación y encuentran que los fondos del gobierno para I+D tienen una influencia mayor para patentar que los fondos de la empresa para I+D. Si asumimos que los primeros tienden a financiar una investigación orientada a más largo plazo y más costosa, ello implicaría que el miedo a que las patentes universitarias amenacen la calidad de la investigación no está justificado.

En quinto lugar, este conjunto de estudios se centra en la evidencia estadounidense. Sin embargo, el fenómeno es tan importante en Europa como en EE.UU., y es necesario aplicar un método riguroso de cuantificar su relación con algunas variables de recursos. Esto puede sacar a relucir algunas idiosincrasias de Europa en contraste con EE.UU., de relevancia para la gestión política.

Además, y eso es un rasgo que comparten con los estudios apreciativos, su foco se sitúa en los países líderes en tecnología. Aunque no lo hemos destacado, un segundo e incipiente debate normativo es si países más débiles tecnológicamente reproducen la tendencia del aumento de las patentes universitarias. Piccaluga (2001) realizó uno de los pocos análisis existentes sobre un país tecnológico más débil, Italia. Concluyó que el número de patentes universitarias en ese país es reducido debido a un mayor interés por la ciencia abierta, una escasez de resultados patentables de la investigación académica italiana[71] y una carencia de instituciones que faciliten la difusión de resultados. Avisa, además, de los riesgos de un énfasis pronunciado en la generación de patentes universitarias.[72]

Aunque está enfocado en otro debate, fuera del alcance de esta tesis, cabe mencionar que Balconi et al. (2003) han sugerido el uso de la participación de inventores

---

[70] Especialmente si los centros de investigación son instituciones mixtas entre las universidad y los consejos nacionales de investigación de cada país, ya que estos últimos suelen contar con una mayor tradición de patentar, como en el caso español que vamos a estudiar.

[71] El autor lo atribuye a una preferencia por la investigación básica antes que por la aplicada. A raíz de nuestros resultados, nosotros creemos que esto no impide (y en algunos casos hasta favorece) las patentes.

[72] Cesaroni y Piccaluga (2002) han tratado de comparar el caso italiano con el francés y el español, pero su trabajo se encuentra todavía en una fase preliminar.

académicos en las patentes en propiedad de empresas y universidades para describir el grado y las características de las redes de inventores. Algunos de sus resultados son que, en el caso italiano, los inventores académicos son más persistentes y centrales dentro de las redes que sus socios no académicos, y que sus vínculos se extienden por más organizaciones y a lo largo de un ámbito geográfico más amplio.

En parte motivados por saber qué está ocurriendo en el caso español, en parte por situar el contexto del caso de estudio que se presenta como parte central de este capítulo en el apartado 4.4, dedicamos el apartado 4.3 a describir las tendencias del caso español.

4.3. Tendencias de las patentes universitarias en el caso español

La Ley Española de Patentes de 1986 estableció el marco jurídico nacional sobre patentes. Los inventores deben solicitarlas a través de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM), sujetos a que algunas invenciones no pueden ser patentadas: "las teorías científicas o los métodos matemáticos; los trabajos artísticos, científicos o literarios; los planes, reglas o métodos para juegos o actividades intelectuales o económico-comerciales; las formas para presentar la información; los programas informáticos [...]; las especies animales y variedades vegetales, o los procedimientos esencialmente biológicos para obtenerlas" (OEPM, 1999)[73]. Algunas de estas consideraciones reflejan que muchas disciplinas no generan tecnologías físicas (economía, derecho, bellas artes, etc.); otras restringen directamente algunos resultados tecnológicos de mayor fisicidad (informática, ciencias animales y vegetales, etc.)

La Ley de 1986 también permitió a las universidades solicitar patentes y licenciarlas[74]. Mientras que las universidades figuran como solicitantes y, en caso de concesión, retienen la propiedad, los académicos aparecen como inventores[75]. La institución y la persona, según la regulación interna de cada universidad, compartirían rendimientos de las posibles licencias. Estas regulaciones en muchos casos no existen o son muy recientes, así que, en la práctica, las universidades han negociado dichos rendimientos con los académicos caso a caso. Por ejemplo, en la UPV, universidad que vamos a estudiar en detalle, tal regulación no apareció hasta 1999, año en el que se fijó la participación en los ingresos en un 30% para la universidad y un 70% para el inventor.

Las universidades se benefician de la exención del pago de tasas de patentes solicitadas a través de la OEPM, gracias a una interpretación amplia del artículo 53.1 de la Ley Orgánica 11/1983, de 25 de agosto, de Reforma Universitaria, según el cual "los bienes afectados al cumplimiento de sus fines y los actos que para el desarrollo inmediato de tales fines realicen y los rendimientos de los mismos disfrutarán de exención tributaria, siempre que esos tributos y exenciones recaigan directamente sobre las Universidades en concepto legal de contribuyentes y sin que sea posible legalmente

---

[73] Algunas de estas invenciones se pueden proteger a través de mecanismos de protección diferentes de las patentes, por ejemplo las obras artísticas mediante derechos de propiedad intelectual o los programas informáticos a través de derechos específicos.

[74] Desde 1983, la Ley de Reforma Universitaria permite a las universidades que contraten con empresas y otras instituciones y, consiguiendo así fondos adicionales, y a los profesores que obtengan parte de ellos.

[75] Si la patente surge de un contrato (público o privado) de I+D, la universidad y la otra parte contratante negocian de antemano la propiedad de los posibles resultados patentables. No obstante, si la otra parte contratante retiene el derecho a patentar pero no lo ejecuta después de un tiempo prefijado, la universidad tiene la opción de hacerlo en su lugar. En cualquier caso, si la universidad rechaza el derecho de solicitar la patente, el inventor tiene el derecho de hacerlo, si bien rara vez ocurre en la práctica.

la traslación de la carga tributaria a otras personas." Dicho texto ha sido reproducido íntegramente en el artículo 80.1 de la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.

Hay otras dos maneras de proteger las invenciones en España, posibles desde 1986 y 1989, cuando entraron en vigor el Acuerdo Europeo de Patentes y el Tratado de Cooperación de Patentes (PCT), respectivamente. Éstos dieron a los inventores la oportunidad de solicitar patentes en los países miembros de cada convenio con un procedimiento común a través de la Oficina Europea de Patentes (EPO), en el primer caso, y de la Oficina Internacional de la Organización Mundial de la Propiedad Industrial (WIPO), en el segundo caso[76]. En ambos casos, las universidades están sujetas al pago de tasas.

En 1989, la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (entonces dependiente del Ministerio de Educación y Ciencia) creó una red de oficinas de transferencia de tecnología en las universidades que impulsaron la negociación de contratos con empresas y el recurso a la solicitud de patentes.

Ante la falta de estudios estadísticos sobre el caso español, hemos optado por elaborar nuestras propias estadísticas a través de la base de datos Cibepat, sobre patentes concedidas por la OEPM a residentes y no residentes españoles. Nuestra búsqueda se centró en cuatro series: las patentes concedidas por la OEPM en general, las patentes concedidas solamente a residentes españoles, las patentes concedidas a universidades en general y las patentes concedidas solamente a universidades españolas. Esta última es nuestro principal objeto de estudio y las demás se exponen a efectos comparativos.

En cada una de las cuatro series, se recogió datos temporales de todo el período que permitía la base de datos (1986-2000)[77] y datos longitudinales por vías de solicitud, ya que los inventores que desean patentar en España tienen las tres opciones mencionadas anteriormente. En primer lugar, solicitar directamente la protección nacional bajo la Ley Española de Patentes (vía nacional). En segundo lugar, hacer la solicitud según los términos del Acuerdo Europeo de Patentes (vía europea). En tercer lugar, hacerlo según el Tratado de Cooperación de Patentes (PCT, vía internacional). En los dos últimos casos, España debe ser seleccionada como país designado de protección de entre los varios países que pertenecen al Acuerdo o al Tratado. En todos los casos, la propiedad es concedida por la OEPM.

Para obtener los datos relativos a residentes españoles, se escribió el término "es" en el campo correspondiente a la nacionalidad del solicitante, ya que "es" el código que otorga la propia base de datos Cibepat a los residentes españoles. Para obtener los datos relativos a las patentes solicitadas por las universidades, se escribió el término "univers*"[78] en el campo correspondiente al solicitante y luego se comprobó registro a

---

[76] Existe un procedimiento por el que las extensiones por la vía PCT puedan designar a Europa, entendiendo como tal a los países que forman parte del Acuerdo Europeo de Patentes, como territorio donde se solicita la protección, lo que hace innecesario designar a cada uno de esos países por separado. Esto facilita los trámites burocráticos de la solicitud, porque ésta es gestionada por la EPO y no por las distintas oficinas nacionales. El procedimiento, llamado vía PCT-Europa, equivale a solicitar una patente por la vía europea.

[77] Cibepat es una base de datos que se actualiza permanentemente, a medida que se van concediendo solicitudes de patentes. Cuanto más reciente el año, menos fiable es la información. Nuestra consulta se realizó en octubre de 2003. Consideramos 2000 como el último año para el que la información era fiable.

[78] El asterisco, como es habitual en numerosas aplicaciones informáticas, indica que se permitía cualquier serie de caracteres a continuación de "univers".

registro que el resultado era correcto. De esa forma se ha obtenido la información que se describe a continuación.

Las patentes concedidas en general se han multiplicado por 19 (Cuadro 19, panel a). Su composición por vías de solicitud ha variado grandemente (panel b): la solicitud de patentes nacionales fue substituida drásticamente por la de patentes europeas a partir de 1987, un año después de que el Acuerdo Europeo de Patentes entrara en vigor, y su número ha seguido cayendo desde entonces. Sin embargo, las patentes internacionales substituyeron a las europeas a partir de 1990, un año después de que el PCT entrara en vigor. Así, las patentes nacionales han pasado de suponer el 45% al 1%, las europeas del 55% al 35% y las internacionales del 6% al 64%, lo que indica una preferencia por los procedimientos que abarquen un mayor número de países a la hora de patentar en España, aumentando la probabilidad de que se trate de familias de patentes.

Las patentes concedidas a residentes se han multiplicado por 4 (Cuadro 20, panel a), menos que las patentes en general (que lo hacían por 19), lo que indica que los no residentes han aumentado su presencia en España, consecuencia lógica del avance de los procesos de mundialización[79]. La composición por vías de solicitud (panel b) denota que los residentes poseen una mayor propensión a utilizar la vía nacional (que ha pasado del 99% al 67%), y que la vía europea no ha llegado a ser sustituida por la internacional, sino que ambas han sido más utilizadas en detrimento de la nacional, aunque en menor medida que en el caso de las patentes en general. Todo ello indica que los residentes no recurren a procedimientos que abarquen a más países a la hora de patentar en España, limitándose al mercado interno sin familias de patentes. Así, la proporción de patentes concedidas a residentes sobre las patentes en general (panel c) ha disminuido del 7% al 2%, a pesar de que ha crecido en el caso de las patentes nacionales (del 16% al 85%), debido a la escasa cuantía de patentes europeas e internacionales (que sitúa la proporción en el paso del 0% y el 1%).

Las patentes concedidas a universidades en general se han multiplicado por 77 (Cuadro 21, panel a), más que las patentes en general (que lo hacían por 12), lo que confirma la tendencia al alza de las patentes universitarias. La composición por vías de solicitud (panel b) denota que las universidades han optado por el uso de la vía internacional aún en mayor medida (del 17% al 90%, frente el paso del 6% al 64%), lo que puede indicar que las universidades son agentes de mundialización de la tecnología más dinámicos que otras instituciones. Esos mayores niveles, sin embargo, se corresponden con un menor aumento. Por ello, la proporción de patentes concedidas a universidades sobre las patentes en general (panel c), que es reducida (entre el 1% y el 3% en 1997, y el 2% desde 1998) ha crecido más en el caso de la vía nacional (del 0% al 9%) que en el de la vía internacional (del 3% al 4% en 1999, y de nuevo al 3% en 2000). Esto probablemente indica que las abundantes patentes internacionales universitarias de partida se están convirtiendo en patentes nacionales en los últimos años.

---

[79] Molero y Buesa (1999), no obstante, comparan un indicador similar con el de otros países, y encuentran que la tasa de sustitución de patentes extranjeras por nacionales es mayor en España, lo que les lleva a concluir que existe una mayor tasa de dependencia tecnológica del exterior.

Cuadro 19. Patentes de la OEPM concedidas en general (a residentes y no residentes), por año de solicitud

a) Totales

	1986	*1987*	*1988*	*1989*	*1990*	*1991*	*1992*	*1993*	*1994*	*1995*	*1996*	*1997*	*1998*	*1999*	*2000*
Nacionales (1)	3.336	3.459	3.711	4.061	2.857	2.012	1.712	1.735	1.676	1.682	1.842	1.852	1.927	2.036	1.847
Europeas (2)	4.101	19.024	22.097	25.400	26.356	21.720	21.510	19.534	18.313	17.053	16.445	32.116	43.839	44.630	48.019
Internacionales (3)	16	14	33	1.715	17.442	20.868	23.237	27.034	31.809	37.410	45.024	53.665	63.051	71.958	88.198
Total (4)	7.453	22.497	25.841	31.176	46.655	44.600	46.459	48.303	51.798	56.145	63.311	87.633	108.817	118.624	138.064

b) Composición por vía de solicitud

	1986	*1987*	*1988*	*1989*	*1990*	*1991*	*1992*	*1993*	*1994*	*1995*	*1996*	*1997*	*1998*	*1999*	*2000*
Nacionales (4/4)	45%	15%	14%	13%	6%	5%	4%	4%	3%	3%	3%	2%	2%	2%	1%
Europeas (4/4)	55%	85%	86%	81%	56%	49%	46%	40%	35%	30%	26%	37%	40%	38%	35%
Internacionales (4/4)	0%	0%	0%	6%	37%	47%	50%	56%	61%	67%	71%	61%	58%	61%	64%
Total (4/4)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: elaboración propia a partir de OEPM (2003).

Cuadro 20. Patentes de la OPEM concedidas a residentes, por año de solicitud

a) Totales

	1986	*1987*	*1988*	*1989*	*1990*	*1991*	*1992*	*1993*	*1994*	*1995*	*1996*	*1997*	*1998*	*1999*	*2000*
Nacionales (5)	540	1.479	1.599	1.850	1.846	1.318	1.210	1.237	1.173	1.210	1.381	1.433	1.532	1.676	1.575
Europeas (6)	8	33	40	63	66	64	66	57	75	72	61	164	300	258	268
Internacionales (7)	0	0	0	5	50	85	89	116	127	168	250	325	375	416	506
Total (8)	548	1.512	1.639	1.918	1.962	1.467	1.365	1.410	1.375	1.450	1.692	1.922	2.207	2.350	2.349

b) Composición por vía de solicitud

	1986	*1987*	*1988*	*1989*	*1990*	*1991*	*1992*	*1993*	*1994*	*1995*	*1996*	*1997*	*1998*	*1999*	*2000*
Nacionales (5/8)	99%	98%	98%	96%	94%	90%	89%	88%	85%	83%	82%	75%	69%	71%	67%
Europeas (6/8)	1%	2%	2%	3%	3%	4%	5%	4%	5%	5%	4%	9%	14%	11%	11%
Internacionales (7/8)	0%	0%	0%	0%	3%	6%	7%	8%	9%	12%	15%	17%	17%	18%	22%
Total (8/8)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

c) Porcentajes del número de patentes concedidas en general

	1986	*1987*	*1988*	*1989*	*1990*	*1991*	*1992*	*1993*	*1994*	*1995*	*1996*	*1997*	*1998*	*1999*	*2000*
Nacionales (5/1)	16%	43%	43%	46%	65%	66%	71%	71%	70%	72%	75%	77%	80%	82%	85%
Europeas (6/1)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	1%
Internacionales (7/3)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	1%	1%
Total (8/4)	7%	7%	6%	6%	4%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	2%	2%	2%	2%

Fuente: elaboración propia a partir de OEPM (2003).

Cuadro 21. Patentes de la OEPM concedidas a universidades en general (a residentes y no-residentes), por año de solicitud

a) Totales

	1986	*1987*	*1988*	*1989*	*1990*	*1991*	*1992*	*1993*	*1994*	*1995*	*1996*	*1997*	*1998*	*1999*	*2000*
Nacionales (9)	11	21	27	37	34	44	69	103	78	109	132	115	161	207	175
Europeas (10)	33	149	192	197	189	143	157	105	88	86	80	114	145	122	179
Internacionales (11)	0	0	0	48	558	647	831	1.005	1.203	1.354	1.651	2.012	2.322	2.573	3.045
Total (12)	44	170	219	282	781	834	1.057	1.213	1.369	1.549	1.863	2.241	2.628	2.902	3.399

b) Composición por vía de solicitud

	1986	*1987*	*1988*	*1989*	*1990*	*1991*	*1992*	*1993*	*1994*	*1995*	*1996*	*1997*	*1998*	*1999*	*2000*
Nacionales (9/12)	25%	12%	12%	13%	4%	5%	7%	8%	6%	7%	7%	5%	6%	7%	5%
Europeas (10/12)	75%	88%	88%	70%	24%	17%	15%	9%	6%	6%	4%	5%	6%	4%	5%
Internacionales (11/12)	0%	0%	0%	17%	71%	78%	79%	83%	88%	87%	89%	90%	88%	89%	90%
Total (12/12)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

c) Porcentajes del número de patentes concedidas en general

	1986	*1987*	*1988*	*1989*	*1990*	*1991*	*1992*	*1993*	*1994*	*1995*	*1996*	*1997*	*1998*	*1999*	*2000*
Nacionales (9/1)	0%	1%	1%	1%	1%	2%	4%	6%	5%	6%	7%	6%	8%	10%	9%
Europeas (10/2)	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Internacionales (11/3)	0%	0%	0%	3%	3%	3%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	3%
Total (12/4)	1%	1%	1%	1%	2%	2%	2%	3%	3%	3%	3%	3%	2%	2%	2%

Fuente: elaboración propia a partir de OEPM (2003).

Cuadro 22. Patentes de la OEPM concedidas a universidades residentes, por año de solicitud

a) Totales

	1986	*1987*	*1988*	*1989*	*1990*	*1991*	*1992*	*1993*	*1994*	*1995*	*1996*	*1997*	*1998*	*1999*	*2000*
Nacionales (13)	2	10	12	20	32	42	67	101	77	109	131	113	161	207	172
Europeas (14)	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3	1	1	0	1	0
Internacionales (15)	0	0	0	0	4	6	6	6	10	10	14	23	23	29	55
Total (16)	2	10	12	20	36	48	74	109	87	122	146	137	184	237	227

b) Composición por vía de solicitud

	1986	*1987*	*1988*	*1989*	*1990*	*1991*	*1992*	*1993*	*1994*	*1995*	*1996*	*1997*	*1998*	*1999*	*2000*
Nacionales (13/16)	100%	100%	100%	100%	89%	88%	91%	93%	89%	89%	90%	82%	88%	87%	76%
Europeas (14/16)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	0%	2%	1%	1%	0%	0%	0%
Internacionales (15/16)	0%	0%	0%	0%	11%	13%	8%	6%	11%	8%	10%	17%	13%	12%	24%
Total (16/16)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

c) Porcentajes del total de patentes concedidas a residentes

	1986	*1987*	*1988*	*1989*	*1990*	*1991*	*1992*	*1993*	*1994*	*1995*	*1996*	*1997*	*1998*	*1999*	*2000*
Nacionales (13/9)	0%	1%	1%	1%	2%	3%	6%	8%	7%	9%	9%	8%	11%	12%	11%
Europeas (14/10)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	4%	0%	4%	2%	1%	0%	0%	0%
Internacionales (15/11)	0%	0%	0%	0%	8%	7%	7%	5%	8%	6%	6%	7%	6%	7%	11%
Total (16/12)	0%	1%	1%	1%	2%	3%	5%	8%	6%	8%	9%	7%	8%	10%	10%

d) Porcentajes del total de patentes concedidas a universidades en general

	1986	*1987*	*1988*	*1989*	*1990*	*1991*	*1992*	*1993*	*1994*	*1995*	*1996*	*1997*	*1998*	*1999*	*2000*
Nacionales (13/5)	18%	48%	44%	54%	94%	95%	97%	98%	99%	100%	99%	98%	100%	100%	98%
Europeas (14/6)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	0%	3%	1%	1%	0%	1%	0%
Internacionales (15/7)	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	2%
Total (16/8)	5%	6%	5%	7%	5%	6%	7%	9%	6%	8%	8%	6%	7%	8%	7%

Fuente: elaboración propia a partir de OEPM (2003).

Por último, las patentes concedidas a universidades residentes han experimentado el aumento más espectacular de todas las series, multiplicándose por 114 (Cuadro 22, panel a), lo que indica que las universidades españolas se han sumado a la tendencia con especial intensidad, aunque partiendo de niveles muy bajos. La preferencia por la vía nacional (panel b) es mayor que en el resto de las series (entre el 100% y el 76%) y su tasa de sustitución por las vías europea e internacional, menor; el hecho de que la proporción sea mayor que en el caso de las patentes concedidas a residentes (que estaba entre el 99% y el 67%) puede indicar que las universidades tienen menos capacidad financiera que otros solicitantes (como puedan ser las empresas) para solicitar por vías distintas de la nacional, que son más caras. Por otro lado, las patentes concedidas a universidades residentes han pasado de suponer el 0% al 10% del total de patentes concedidas a residentes (panel c), unas proporciones y un aumento mayor que los de las patentes concedidas a universidades en general sobre las patentes concedidas en general (del 1% al 2-3%). Finalmente, las patentes concedidas a universidades residentes pasaron de suponer el 5% al 7% del total de patentes concedidas a universidades (panel d), a la inversa de lo que ocurre con la participación del conjunto de residentes en las patentes en general (que cayó del 7% al 2%), lo que indica que las universidades contribuyen a generar tecnología interior más que anteriormente, o a recurrir más a las patentes que otros solicitantes.

Dentro de este incremento de las patentes de universidades españolas, otro fenómeno importante deriva del hecho de que éstas intentan alcanzar una reputación investigadora estableciendo institutos de investigación sin responsabilidades docentes. Muchos de ellos son centros mixtos con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el principal organismo público de investigación español dependiente del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Debido a su mayor tradición de considerar las patentes como mérito en los currículos de los investigadores, los centros que pertenecen al CSIC tienen una mayor propensión a patentar, lo que tendrá su reflejo en las universidades que incorporan tales centros. Las patentes solicitadas por estos centros mixtos serán copropiedad de la universidad y el CSIC. El Cuadro 23 resume algunas de las estadísticas anteriores y refleja que esta copropiedad ha tendido al aumento[80].

Cuadro 23. Patentes de la OPEM concedidas a residentes, por año de solicitud, 1986-1997

	1986	*1987*	*1988*	*1989*	*1990*	*1991*	*1992*	*1993*	*1994*	*1995*	*1996*	*1997*
Todas las patentes (1)	548	1.512	1.638	1.918	1.962	1.466	1.363	1.409	1.365	1.418	1.480	1563
Patentes universitarias (2)	2	10	12	20	32	42	67	103	74	108	119	128
(2/1)	0%	1%	1%	1%	2%	3%	5%	7%	5%	8%	8%	8%
Patentes universitarias en co-propiedad con el CSIC (3)	0	0	0	1	4	2	4	9	5	11	15	13
(3/2)	0%	0%	0%	5%	13%	4%	6%	10%	8%	11%	15%	11%

Fuente: elaboración propia a partir de OEPM (2001).

La producción de patentes está fuertemente concentrada en unas pocas universidades. La primera posee el 10% de todas las patentes; las cuatro primeras poseen casi un tercio

[80] Las cifras absolutas de este cuadro y el siguiente difieren ligeramente de los anteriores porque la extracción de datos procede de una consulta anterior, de enero de 2001, y la base de datos Cibepat no estaba tan actualizada. Obsérvese, sin embargo, que las proporciones de unas series sobre otras son prácticamente coincidentes.

del total y las ocho primeras la mitad de dicho total (Cuadro 24)[81]. Adviértase la importancia de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), universidad de la que obtenemos nuestra muestra para el estudio de caso de la sección siguiente.

Cuadro 24. Patentes de la OPEM concedidas a universidades españolas, por universidad (suma 1986-1997)

Universidad	*Número de patentes*	*Porcentaje*	*Porcentaje acumulado*
Universidad Complutense de Madrid	82	10%	10%
Universidad Politécnica de Cataluña	68	9%	19%
Universidad Politécnica de Valencia	54	7%	26%
Universidad de Oviedo	41	5%	31%
Universidad de Santiago de Compostela	38	5%	36%
Universidad de Valladolid	36	5%	41%
Universidad Autónoma de Madrid	35	4%	45%
Universidad de Granada	35	4%	50%
Resto	396	50%	100%
Total	785	100%	

Fuente: elaboración propia a partir de OEPM (2001).

4.4. Un estudio de caso: la Universidad Politécnica de Valencia

La Universidad Politécnica de Valencia (UPV) es una de las universidades más activas de España en la solicitud de patentes. Como acabamos de ver, es la tercera universidad española en la jerarquía de patentes universitarias solicitadas por la OEPM. Cesaroni y Piccaluga (2002), basándose en las patentes europeas, sitúan la UPV como la segunda en esa misma jerarquía. Es una institución representativa también de las universidades europeas jóvenes (tiene treinta años de antigüedad[82]), caracterizadas por una investigación tecnológica y una financiación pública menos consolidada, que las han hecho propensas a depender fuertemente de la empresa (Geuna, 1999). De hecho, la UPV se ha comprometido a aumentar las actividades de interacción con la empresa a través de una OTRI relativamente bien dotada y un programa pionero para apoyar la creación de empresas derivadas de la universidad. Sin embargo, la financiación pública ha crecido a una tasa mayor que la privada, como una respuesta de la política interna para mantener cierto estándar de calidad en la investigación. Fernández y Nieto (1998) la ofrecen como un ejemplo de "universidad emprendedora" según las características tipificadas por Clark (1997).

El presente estudio comienza por un simple análisis descriptivo de datos de la UPV relativos a las patentes y sus posibles determinantes (apartado 4.4.1). A continuación expone un modelo econométrico con el que comprobar las relaciones de causalidad entre las patentes como resultado y sus posibles determinantes (apartado 4.4.2). Sigue con un modelo econométrico en el que se explora con más detalle el contenido de la variable de I+D utilizada, lo que permite hacer apreciaciones sobre la relación entre ciencia y patentes universitarias (apartado 4.4.3), para pasar a reseñar una comparación de los resultados y las limitaciones del estudio (apartado 4.4.4). En el intento de

[81] En EE.UU., las 20 primeras universidades poseen el 70% del total, y solamente la primera, el MIT, posee el 8% (Henderson et al., 1998). Nuestros resultados para España parecen incluso más asimétricos.

[82] Para una somera aproximación histórica a la UPV, véase la información obtenida de la red electrónica en el Anexo C.

superarlas, validar los resultados y obtener información complementaria de orden cualitativo, se expone el resultado de entrevistas realizadas a los principales inventores que patentan en la UPV (apartado 4.4.5). Las entrevistas motivan la realización de un nuevo modelo econométrico, respaldado teóricamente, que muestra más tarde cómo las patentes poseídas por la universidad son indicadores de recursos de interacción universidad-empresa (apartado 4.4.6). Por último, se reseña la escasa intervención de inventores de la UPV en patentes solicitadas por las empresas (apartado Cuadro 42.)

4.4.1. Análisis preliminar de datos de la Universidad Politécnica de Valencia

La información que se explota a continuación procede principalmente de dos bases de datos del Centro de Apoyo a la Innovación, la Investigación y la Transferencia de Tecnología (CTT)[83], la OTRI de la universidad objeto de estudio: una de patentes y otra de fondos contractuales de la universidad con terceros.

El enlace de las dos bases de datos se realizó en dos dimensiones: una temporal y otra longitudinal. En cuanto al enlace temporal, obtuvimos datos para el período de diez años que comprende de 1991 a 2000 en el caso de las patentes y de 1990 a 1999 en el caso de las variables que pueden darles lugar, asumiendo al menos un desfase de un año para prevenir tanto como fuera posible problemas de endogeneidad en la estimación de modelos econométricos posteriores.

En cuanto al enlace longitudinal, se llevó a cabo a través de las unidades de investigación, que en el caso español y el de la UPV son los departamentos y los institutos, que a partir de ahora llamaremos, simplemente, "departamentos". Ambas bases de datos incluían sendos registros denominados "profesor responsable", al departamento de cuyo titular atribuimos la patente o la cuantía del contrato. Previniendo la construcción de un panel de datos para la estimación econométrica, consideramos 43 departamentos o institutos como individuos representativos[84]. En los siguientes apartados, no obstante, con tal de mantener cierto secreto sobre los datos, ofrecemos la información longitudinal agregada por áreas tecnológicas, como se señalará más adelante.

Dentro de la base de datos de los fondos contractuales, se incluía los contratos por licencia de tecnología, que comprendía los ingresos por licencia de patentes. Hemos optado por hacer su análisis diferenciado del resto de contratos, porque no se trata de contratos atribuibles actividades de I+D o similares, como los demás, y porque nos interesaba menos su cuantía monetaria que su número. Además, merece atención especial porque se trata una variable que explica en parte el destino de las patentes.

---

[83] Las siglas hacen referencia a la nomenclatura "Centro de Transferencia de Tecnología", que es como se conocía a la OTRI antes de adquirir su nombre actual en 2000. Curiosamente, las siglas han sobrevivido a nivel administrativo y popular al cambio de nombre.

[84] Tomamos algunas decisiones para afrontar la naturaleza evolutiva de la UPV (típica de cualquier institución académica) y consecuentemente procurar la estabilidad en las unidades de observación. Así, dos departamentos o institutos fueron creados durante el período de estudio, pero no los incluimos en el estudio. Otros dos se dividieron pero nosotros seguimos considerando las nuevas unidades como una sola. Operamos igualmente en el caso de un instituto que se integró en un departamento. Por otro lado, la movilidad interdepartamental del personal es muy baja. El Anexo E esquematiza esta información. Finalmente, señalaremos que el sistema contable del CTT atribuye ocasionalmente los fondos contractuales a unidades que no son de investigación, como cuerpos de gestión (p. ej. vicerrectorados) o unidades docentes (p. ej. escuelas y facultades). Nosotros optamos por excluir estos fondos, por no considerarlos destinados a actividades de I+D.

De cara a plantear el marco del resto de secciones de este capítulo, presentamos las series de datos que hemos considerado necesario explicar y que describen el tipo de universidad que es la UPV: las solicitudes de patentes (apartado 4.4.1.A), los fondos contractuales (apartado 4.4.1.B) y las licencias de patentes (apartado 4.4.1.C).

4.4.1.A) Las solicitudes de patentes de la UPV

La UPV ha solicitado 110 patentes entre 1991 y 2000. Como se puede apreciar en el Cuadro 25, esa cantidad es el resultado de una evolución que ha multiplicado por 5 el número inicial de solicitudes. El valor de los fondos contractuales también ha crecido, multiplicándose por algo más de 2, y si bien no tanto como las patentes, sí de forma bastante correlacionada con éstas (R^2=0,75). En todo caso, si efectivamente existe un vínculo entre ambas variables, se puede decir que los fondos contractuales están resultando cada vez más rentables, en términos de patentes generadas. Del mismo modo, que el aumento del número de profesores haya sido más discreto, multiplicándose por 1,5, da un indicio de que éstos han mejorado su capacidad para generar patentes. Otro tanto se podría decir del personal de la OTRI se ha multiplicado por algo menos de 2.

Cuadro 25. Evolución de la UPV: patentes, fondos de I+D, personal docente

Año	*Nº de patentes*	*Importe de los fondos contractuales (millones de pesetas de 1986)*	*Número de profesores*	*Nº de empleados de la OTRI*
1990		638.070.041	1.302	10
1991	4	858.498.598	1.247	10
1992	5	724.091.542	1.260	12
1993	6	902.236.346	1.334	12
1994	2	1.074.043.534	1.345	12
1995	7	887.241.924	1.477	12
1997	8	919.503.443	1.633	11
1997	10	1.394.413.763	1.799	11
1998	22	1.178.178.656	1.836	16
1999	26	1.400.156.486	1.931	19
2000	20			

Fuente: elaboración propia a partir de datos procedentes del CTT (patentes, fondos contractuales y número de empleados de la OTRI) y del Vicerrectorado de Personal de la UPV (número de profesores). En ambos casos se trata de bases de datos internas.

Aunque la estimación posterior se hará sobre el número de departamentos, se ha optado por resumir la información correspondiente, en el Cuadro 26, por clases de la clasificación internacional de patentes (CIP), tal y como figura en el Anexo D, más una clase Z correspondiente a áreas no productoras de tecnologías físicas, como las de Bellas Artes y Ciencias Sociales.

Por comparación, se ha añadido también el Cuadro 27. 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 26. Variables básicas del modelo, por clases CIP (suma 1990-99)

Código CIP	*Clase CIP*	*Nº de patentes*	*Valor de los fondos contractuales*	*Nº de profesores*
A	Necesidades corrientes de la vida	12%	5%	4%
B	Técnicas empresariales 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 tecnologías físicas	0%	10%	25%
Total		100%	100%	100%
Coeficiente de correlación con pat			0,52	-0,10

Fuente: elaboración propia a partir de datos procedentes del CTT (patentes, fondos contractuales y número de empleados de la OTRI) y del Vicerrectorado de Personal de la UPV (número de profesores). En ambos casos se trata de bases de datos internas.

Cuadro 27. Patentes universitarias en cuatro países

Campo científico	*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%
Total	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 (2001): patentes concedidas o en fase de concesión de universidades españolas gestionadas a través de la OEPM, promedio 1986-97.

El valor de los fondos contractuales de la UPV está correlacionado positivamente con las patentes, por clases de la CIP, aunque la relación no parece ser muy estrecha (R^2=0,52). 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 influyente, pero en todo caso la relación apunta a ser negativa (R^2=-0,10). Así, *Física*, *Construcciones fijas* y las *Áreas no productoras de tecnologías físicas* cuentan con una proporción importante del personal y muy pequeña de las patentes.

Las solicitudes de patentes reseñadas hasta ahora no son homogéneas sino que se distinguen en función de la vía de solicitud empleada para adquirirlas, el mantenimiento de las tasas de renovación de su concesión, la co-solicitud con otras instituciones, la posible extensión internacional y el mantenimiento de tasas de renovación de dicha extensión, en su caso. El Cuadro 28 muestra que la práctica totalidad de las patentes de la UPV (107) ha sido solicitada por vía nacional, directamente a través de la OEPM. Unas pocas solicitudes han sido retiradas (5) y la mayoría se han mantenido (102). De estas últimas, lo más frecuente es que no pasen de la vía nacional (69), aunque casi dos terceras partes (33) se solicitan antes de que transcurra un año por vía internacional por el procedimiento PCT. Unas pocas de estas extensiones son retiradas (3) y la mayoría se mantienen (30). Lo realmente infrecuente es la solicitud directa a través de la vía europea o internacional (0 y 1 casos, respectivamente)[85] o a través de oficinas de

[85] Esto no quiere decir que no haya solicitudes europeas, sino que se realizan indirectamente a través del procedimiento PCT-Europa (véase la nota 76).

patentes sin vinculación con la española (sólo hay 2 casos, a través de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos, USPTO). Igualmente, adviértase que no hay patentes en co-propiedad con otros solicitantes. En resumen, cuando hablamos de las 110 patentes de la UPV, nos estamos refiriendo mayormente a solicitudes nacionales, que en dos tercios de los casos llevan aparejada una solicitud internacional, a efectos de nuestro estudio no contabilizada como una patente distinta[86].

Cuadro 28. Tipos de solicitudes de patentes de la UPV

Vía de solicitud	*Estatus según mantenimiento de tasas*	*Solicitante*	*Extendida internacionalmente (vía PCT)*	*Estatus de la extensión internacional*	*Número de patentes*
OEPM	Retirada		No	---	5
	Mantenida	UPV	No	---	69
			Sí	Retirada	3
				Mantenida	30
		UPV y otro	No	---	0
EPO (directa)	Mantenida	UPV	---	---	1
WIPO (directa)	Mantenida	UPV	---	---	0
USPTO	Mantenida	UPV	---	---	2
Total					110

Fuente: elaboración propia a partir de datos procedentes del CTT.

La distribución de las patentes por departamentos es muy desigual, ya que el primer solicitante concentra casi el 50% de las solicitudes, como pone de manifiesto el Cuadro 29. Este solicitante es el Instituto de Tecnología Química (ITQ), un instituto mixto entre la UPV y el CSIC y, como tal, las razones que dábamos en la sección 4.3 justifican su preponderancia en las patentes de la UPV, año tras año. Esa es la razón de que *Química; metalurgia* figure también como la principal área tecnológica en número de patentes.

Cuadro 29. La presencia del ITQ en la solicitud de patentes de la UPV

Año	*ITQ*	*Resto*	*Total*
1991	3	1	4
1992	1	4	5
1993	4	2	6
1994	0	2	2
1995	6	1	7
1996	4	4	8
1997	4	6	10
1998	9	13	22
1999	13	13	26
2000	10	10	20
Total	54	56	110

Fuente: elaboración propia a partir de datos procedentes del CTT.

[86] Frecuentemente, se ofrece estadísticas oficiales en que se agregan las solicitudes nacionales e internacionales. Esto no plantearía problemas de solicitar por vía internacional una patente no solicitada previamente por vía nacional, cosa lógica dado que por la vía internacional se puede designar España como país de protección, haciendo innecesaria la vía nacional. Sin embargo, debido a la urgencia de patentar, las instituciones prefieren solicitar primero por la vía nacional, ya que las tasas exigidas son testimoniales (y en el caso de la universidad, gratuitas) y así la oficina de patentes correspondiente ofrece un año de protección independientemente de la concesión final de la patente, a cambio de la publicación de la solicitud. Durante ese año, las instituciones evalúan si conviene presentar la solicitud internacional, más costosa. La UPV sigue esta estrategia, así que por cada solicitud europea o internacional hay una solicitud nacional previa. Optamos por contar cada solicitud en estos casos sólo una vez.

Es más, como se puede advertir en el Cuadro 30, la casi totalidad de las extensiones de patentes internacionales (27 de las 30) se adjudican al ITQ, por lo que esta estrategia apenas aparece como una opción para el resto de departamentos de la UPV.

Cuadro 30. Tipos de solicitudes de patentes de la UPV y la presencia del ITQ

Tipo de solicitud	*Retirada*	*En co-propiedad*	*Extensión*	*Extensión retirada*	*ITQ*	*Resto*	*Total*
1. Patente OEPM	Sí	No	No		3	1	5
	No	No	No		19	50	69
			PCT	Sí	3		3
				No	27	3	30
2. Patente europea	No	No	No		1		1
4. Patente EEUU	No	No				2	2
Total					54	56	110

Fuente: elaboración propia a partir de datos procedentes del CTT.

4.4.1.B) Los fondos contractuales de la UPV

La medida de fondos contractuales analizada se puede desagregar según el tipo de entidad que financia la investigación: gobiernos, empresas, centros públicos de investigación y otras fuentes. El Cuadro 31 da ejemplos de entidades comprendidas dentro de cada una de estas categorías.

Cuadro 31. Fuentes de financiación de los fondos contractuales distinguidas por el CTT

Tipo de institución	*Descripción*
Gobiernos	Administración europea, central o autonómica, diputaciones y ayuntamientos
Empresas	Empresas privadas y públicas, nacionales y extranjeras
Centros públicos de investigación	Universidades, institutos de investigación...
Otras fuentes	Fundaciones, asociaciones...

Fuente: elaboración propia.

A su vez, el Cuadro 32 permite apreciar que las fuentes de financiación principales son los gobiernos y las empresas (57% y 33% del total, respectivamente). Es interesante observar que la preponderancia inicial de la empresa ha ido cediendo a la del gobierno, en parte por la afluencia de FEDER de la Unión Europea y en parte debido a una política activa por mantener un cierto nivel de investigación financiada públicamente. Los fondos provenientes de centros públicos de investigación y las otras fuentes desempeñan un papel menor (3% y 7% del total, respectivamente)[87], excepto en años concretos (24% y 16% correspondiente a otras fuentes en 1997 y 1998, respectivamente).

El reparto de la contratación con las distintas instituciones por clases CIP, recogido en el Cuadro 33, parece indicar que el número de patentes depende estrecha y positivamente de la financiación de los gobiernos (R^2=0,87). En las áreas que más se patenta (*Química; metalurgia* y *Mecánica*) también se contrata por encima de la media con gobiernos 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 fuentes (*Construcciones fijas, Física, Áreas no productoras de tecnologías físicas*).

[87] Además, en los dos últimos casos (centros públicos de investigación y otras fuentes), los fondos proceden frecuentemente de gobiernos y empresas, que los transfieren a estas instituciones, quedando a su cargo el pago a la UPV.

Cuadro 32. Evolución de los fondos contractuales por fuente de financiación

Año	*Gobiernos*	*Empresas*	*Centros públicos de investigación*	*Otras fuentes*	*Total*
1990	37%	56%	1%	7%	100%
1991	65%	30%	1%	3%	100%
1992	52%	44%	3%	1%	100%
1993	62%	35%	1%	2%	100%
1994	57%	38%	3%	2%	100%
1995	60%	34%	5%	1%	100%
1996	60%	26%	9%	5%	100%
1997	50%	24%	2%	24%	100%
1998	51%	30%	3%	16%	100%
1999	67%	31%	0%	2%	100%
Total	57%	33%	3%	7%	100%

Fuente: elaboración propia a partir de datos procedentes del CTT.

Cuadro 33. Distribución de las patentes y los fondos contractuales, desagregados por origen de la financiación, por clases CIP (suma 1990-99)

Código CIP	*Clase CIP*	*Nº de patentes*	*Gobiernos*	*AAPP-contratos*	*Empresas*	*CPI*	*Otras fuentes*
A	Necesidades corrientes de la vida	12%	8%	1%	3%	6%	6%
B	Técnicas empresariales 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 tecnologías físicas	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

Fuente: elaboración propia a partir de datos procedentes del CTT.

Por otro lado, la medida propuesta de fondos contractuales incluye tipos heterogéneos de instrumentos de financiación, como son los que aparecen descritos en el Cuadro 34, que el CTT clasifica como subvenciones o contratos. Entre las subvenciones, distingue entre nacionales (estatales, autonómicas, provinciales o municipales) y europeas. Entre los contratos, el CTT distingue entre cuatro categorías convencionales etiquetadas como sigue: contratos de alto riesgo, contratos de apoyo tecnológico, contratos de consultoría y otros contratos.

Esta última clasificación de los contratos merece una explicación adicional. El CTT (1992) define los contratos de alto riesgo como “trabajos con objetivos específicos y mucha incertidumbre sobre los resultados”; los contratos de apoyo tecnológico como “trabajos con objetivos específicos y poca incertidumbre sobre los resultados”; los contratos de consultoría como “trabajos sin objetivos específicos, para solucionar problemas ocasionales”; los “otros contratos” son simplemente “trabajos que no están incluidos entre los anteriores”.

Cuadro 34. Instrumentos de financiación de los fondos contractuales distinguidos por el CTT

Tipo de instrumento	*Descripción*
Subvenciones nacionales y regionales	Proyectos de I+D obtenidos por la UPV mediante concurso público nacional
Subvenciones europeas	Proyectos de I+D solicitados por la UPV mediante concurso público de la UE, junto con otra institución
Contratos de alto riesgo	Proyectos de I+D realizados para otras instituciones mediante acuerdo mutuo
Contratos de apoyo tecnológico	Estudios o dictámenes científico-técnicos
Contratos de asesoramiento	Asesoría científico-técnica
Otros contratos	Categorías no incluidas entre las anteriores

Fuente: elaboración propia.

Según la experiencia de los gestores,[88] los contratos de alto riesgo tienden a producir nuevo conocimiento. El resto de contratos tiende a difundir conocimiento existente, más codificado en el caso de los contratos de apoyo tecnológico (que tienden a generar informes) y más tácito en el caso de los contratos de consultoría (que tienden a generar contactos personales cara a cara). Los "otros contratos" deberían incluir formación de postgrado para empresas, becas para estancias en empresas, actividades de difusión y de creación de redes, etc. pero también I+D en sentido estricto, que podría haber sido clasificada en las otras categorías. Por lo tanto, es una variable que puede producir cierto ruido, si bien el problema puede venir paliado porque su peso sobre el total de fondos, como veremos más adelante, es solamente del 7%.

Esta caracterización puede tener cierta relación con la naturaleza de la I+D realizada mediante cada tipo de instrumento. Una forma de comprender esta idea es caracterizar subvenciones y contratos mediante su cuantía y su duración en promedio. Según el Cuadro 35, las subvenciones europeas a la investigación son las más cuantiosas y las orientadas a más largo plazo. Las subvenciones nacionales a la investigación y los contratos de alto riesgo proporcionan una cantidad casi igual de fondos, las primeras con un horizonte más amplio del tiempo. Los contratos de alto riesgo, por su parte, duran por un período más largo que los contratos de apoyo tecnológico y de consultoría. Por lo tanto, las subvenciones y los contratos de alto riesgo financian I+D costosa y orientada a largo plazo, mientras que lo contrario ocurre con los contratos de apoyo tecnológico y de consultoría. Los "otros contratos" exhiben unas características similares a los contratos de alto riesgo, probablemente porque incluyen una I+D parecida a la de esta categoría, pero tenemos que interpretarlo con cautela debido a su heterogeneidad.

Cuadro 35. Cuantía y duración promedio de los instrumentos de financiación, 1990-1999.

Instrumento de financiación	*Cuantía promedio (euros)*	*Duración promedio (meses)*
Subvenciones nacionales y regionales	46.199	26
Subvenciones europeas	95.086	28
Contratos de alto riesgo	49.455	15
Contratos de apoyo tecnológico	28.390	10
Contratos de asesoramiento	17.955	10
Otros contratos	49.070	13

Fuente: elaboración propia a partir de datos procedentes del CTT.

[88] El autor de la tesis ha efectuado repetidas consultas al respecto a su co-director de tesis, Ignacio Fernández de Lucio y a Antonio Gutiérrez Gracia, que fueron directores del CTT durante los primeros años de su fundación.

Otro rasgo importante de esta tipología es que las subvenciones europeas[89] y todos los contratos son no solamente instrumentos de financiación sino también instrumentos de interacción, puesto que implican cierta transferencia o intercambio del conocimiento. Por lo tanto, cuando los incluimos como un input de las patentes, estamos intentando descubrir si éstas son un resultado de las prácticas de la interacción.

Una vez entendido el contenido de los diferentes tipos de instrumentos de financiación, podemos pasar a apreciar su peso y su evolución en el Cuadro 36. Los principales instrumentos son las subvenciones nacionales y regionales, los contratos de alto riesgo y los contratos de apoyo tecnológico (29%, 24% y 23% del total, respectivamente). En proporción, las primeras han tendido a aumentar mientras que los siguientes han tendido a disminuir. Las subvenciones europeas, los contratos de consultoría y los otros contratos guardan proporciones menores sobre el total (9%, 7% y 7%, respectivamente). Las subvenciones europeas y los otros contratos muestran un comportamiento muy fluctuante, mientras que los contratos de consultoría han tendido a aumentar. Así, parece que ha habido una polarización de la calidad de la investigación, que se manifiesta en el crecimiento de las subvenciones nacionales y regionales frente al de los contratos de consultoría, en detrimento de otras categorías de calidad intermedia, como los contratos de alto riesgo y los de apoyo tecnológico.

Cuadro 36. Evolución de los fondos contractuales por instrumento de financiación

Año	*Subvenciones nacionales y regionales*	*Subvenciones europeas*	*Contratos de alto riesgo*	*Contratos de apoyo tecnológico*	*Contratos de consultoría*	*Otros contratos*	*Total*
1990	16%	6%	39%	32%	4%	2%	100%
1991	39%	7%	15%	22%	3%	13%	100%
1992	16%	4%	27%	33%	3%	18%	100%
1993	19%	10%	19%	38%	2%	13%	100%
1994	22%	9%	24%	26%	3%	15%	100%
1995	25%	16%	23%	24%	8%	4%	100%
1996	29%	4%	24%	33%	3%	7%	100%
1997	24%	14%	34%	21%	5%	2%	100%
1998	30%	16%	15%	19%	17%	3%	100%
1999	55%	5%	20%	4%	14%	2%	100%
Total	29%	9%	24%	23%	7%	7%	100%

Fuente: elaboración propia a partir de datos procedentes del CTT.

Por otra parte, el Cuadro 37 permite apreciar que las áreas en las que más se patenta son, a la vez, las que captan más subsidios nacionales y regionales y realizan más contratos de alto riesgo simultáneamente (*Química; metalurgia, Mecánica; iluminación; calefacción; armamento; voladura* y *Electricidad*). Las áreas que se concentran sólo en subsidios nacionales y regionales (*Física*) o sólo en contratos de alto riesgo (*Construcciones físicas*), patentan menos. Por tanto, parece que la combinación de subsidios nacionales y regionales y contratos de alto riesgo está asociada la consecución de patentes. Los subsidios europeos y los contratos de licencia de tecnología también parecen estar relacionados positivamente con la solicitud de patentes

[89] Están destinados a proyectos conjuntos entre la universidad y la empresa.

(R^2 igual a 0,58 y 0,47, respectivamente). Las demás categorías no aparentan tener tanta influencia y, en los casos de los contratos de apoyo tecnológico y de consultoría, si la tuvieran, sería negativa (R^2 igual a -0,14 y-0,15, respectivamente).

Cuadro 37. Distribución de las patentes y los fondos contractuales desagregados por tipos de instrumento, por clases CIP (suma 1990-99)

Código CIP	*Clase CIP*	*Nº de patentes*	*Subvenciones nacionales y regionales*	*Subvenciones europeas*	*Contratos de alto riesgo*	*Contratos de apoyo tecnológico*	*Contratos de consultoría*	*Contratos de licencias de tecnología*	*Otros contratos*
A	Necesidades corrientes de la vida	12%	8%	4%	2%	3%	5%	0%	1%
B	Técnicas empresariales 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%
Total		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Coeficiente de correlación con pat			0,82	0,79	0,58	-0,14	-0,15	0,47	0,13

Fuente: elaboración propia a partir de datos procedentes del CTT.

Una buena pregunta que cabe hacerse es si las fuentes y los instrumentos de financiación están emparejados. Queda claro a partir del Cuadro 38 (panel a) que los gobiernos, la fuente de financiación principal de la UPV (el 56%), financian la investigación principalmente con subvenciones a la investigación (el 50%) pero también mediante contratos de apoyo tecnológico (el 18%). Las empresas, la segunda fuente de financiación contractual (el 33%), prefieren los contratos del alto riesgo (el 47%), aunque también utilizan los de apoyo tecnológico (el 35%) y los de consultoría (el 11%). Los centros públicos de investigación actúan a través de subvenciones europeas (el 20%), contratos del alto riesgo (el 21%) y de apoyo tecnológico (el 26%). Las otras fuentes utilizan principalmente estos dos últimos instrumentos (el 40% y el 38%, respectivamente).

El hecho de que algunas categorías no sean nulas puede resultar sorprendente (panel b). Por ejemplo, ¿por qué las empresas muestran una financiación positiva (2%) mediante subvenciones nacionales a la investigación? La respuesta es hay algunas subvenciones que es obligatorio que las universidades soliciten junto con una empresa que financie parte del proyecto que subvencionan. Si el proyecto consigue una ayuda, la financiación pública será considerada como de las administraciones y la parte privada como de la empresa.

Cuadro 38. Fondos contractuales por fuente e instrumento de financiación (suma 1990-99)
a) Como porcentajes del total de cada fuente

Instrumento	*Gobiernos*	*Empresas*	*Centros públicos de investigación*	*Otras instituciones*	*Total*
Subvenciones nacionales y regionales	50%	2%	2%	1%	29%
Subvenciones europeas	11%	4%	20%	9%	9%
Contratos de alto riesgo	8%	47%	21%	40%	24%
Contratos de apoyo tecnológico	18%	35%	26%	38%	25%
Contratos de consultoría	3%	11%	4%	9%	6%
Otros contratos	9%	2%	27%	3%	7%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

b) Como porcentajes del total de cada instrumento

Instrumento	*Gobiernos*	*Empresas*	*Centros públicos de investigación*	*Otras instituciones*	*Total*
Subvenciones nacionales y regionales	98%	2%	0%	0%	100%
Subvenciones europeas	72%	15%	7%	7%	100%
Contratos de alto riesgo	19%	66%	3%	12%	100%
Contratos de apoyo tecnológico	40%	46%	3%	11%	100%
Contratos de consultoría	30%	58%	2%	10%	100%
Otros contratos	77%	8%	12%	3%	100%
Total	56%	33%	3%	7%	100%

Fuente: elaboración propia a partir de datos procedentes del CTT.

Otra pregunta interesante es por qué las empresas, los centros públicos de investigación y otras instituciones aparecen como fuentes de financiación con los fondos de subvenciones europeas a la investigación (15%, 7% y 7%, respectivamente). La razón es que un consorcio de socios encabezado por una institución solicita estas subvenciones. Cuando el líder es la UPV, el CTT contabilizará el dinero como si procediera del gobierno. En cambio, cuando el líder es una de las otras instituciones, una vez que reciba los fondos de la UE, los distribuirá entre los socios, incluyendo la UPV. Entonces el CTT lo computará como fondos europeos que vienen de otras instituciones distintas de la administración. La explicación del resto de categorías parece ser bastante intuitiva.

4.4.1.C) Licencias de patentes de la UPV

Como muestra el Cuadro 39, la UPV ha licenciado 11 de sus 110 patentes, lo que supone un 10 por ciento del total. Por lo tanto, el número absoluto de licencias es demasiado reducido como para que su análisis permita llegar a resultados robustos. Sin embargo, también significa que licenciar es difícil o secundario para la UPV[90]. Atendiendo a la distribución por años, parece ser un acontecimiento ocasional más que sistemático y, de hecho, el número de licencias no ha crecido sino que sigue una pauta al azar, y no se concentra en ningún departamento o clase tecnológica.

Sin embargo, si destacáramos alguna clase tecnológica, debe ser *mecánica; iluminación; calefacción; armamento; voladura*, ya que ostenta más licencias que el resto de categorías, en términos absolutos y relativos. Recordemos que la fuerte solicitud de patentes en esta clase de la CPI distingue a la UPV de otras universidades, excepto las del caso alemán (véase el apartado 4.4.1). Podríamos deducir que el éxito especial en la capitalización de invenciones patentadas es una razón de eso. En cambio,

[90] También cabe objetar que el período de tiempo del estudio, de 1991 a 2000, no sea suficiente, dado el retraso que se produce desde la concesión de una patente universitaria hasta su posible licencia.

a pesar de la alta propensión de patentar en *química; metalurgia*, debida a la presencia del ITQ, los departamentos de esta clase de la CPI y el ITQ en particular no se muestran tan propensos a licenciar. Puede deberse a que haya más motivos para solicitar una patente que llegar a licenciarla, como volveremos a sacar a colación más adelante.

Cuadro 39. Solicitudes de patentes de la UPV, en función de haber sido licenciadas o no.

Año	*ITQ*		*Resto*		*Total*
	No licenciadas	*Licenciadas*	*No licenciadas*	*Licenciadas*	
1991	2	1	1		4
1992	1		1	3	5
1993	4		2		6
1994			2		2
1995	5	1		1	7
1996	4		4		8
1997	4		6		10
1998	8	1	12	1	22
1999	13		10	3	26
2000	10		10		20
Total	51	3	48	8	110

Fuente: elaboración propia a partir de datos procedentes del CTT.

4.4.2. Un primer modelo econométrico de los determinantes de las patentes universitarias: la importancia de las fuerzas microeconómicas

4.4.2.A) Los modelos econométricos

Siguiendo la tradición de los estudios estadísticos y econométricos reseñados en el apartado 4.2.2, complementada con nuestras apreciaciones del apartado 4.2.3, planteamos una función de producción en la que la variable dependiente es el número de patentes. Concretamente, la medimos mediante el número de solicitudes de patentes por departamento y año, sin contar doblemente las extensiones[91]. Se ha tomado como año de la patente el del registro de la solicitud correspondiente en la OEPM. Aunque es más común usar las concesiones de patentes en este tipo de estudios, para analizar invenciones más valiosas, las solicitudes y las concesiones son coincidentes en el caso de la UPV a plazo medio[92]. Eso significa que no hay diferencia entre estudiar unas y otras y el uso de las solicitudes permite que analicemos un período más extenso, puesto que se evita el problema de los retrasos a la hora de conceder una patente.

Sin embargo, hay otra preocupación más relevante. El uso del recuento de patentes tiene la implicación indeseable de tratar todas las patentes como si tuvieran el mismo valor, cosa que, obviamente, no es cierta. Muchos estudios utilizan las citas de patentes en lugar del recuento, para ponderar el valor de cada patente. Desgraciadamente, no existe una base de datos informatizada para las citas de patentes en el caso español.

Nuestra intención es explicar la variable dependiente en función, entre otras variables, del importe de las actividades de I+D. El primer problema al que hay que enfrentarse a

[91] Véase la nota 86.

[92] La OEPM concede las patentes que cumplen los requerimientos de un simple análisis formal, no de un análisis de contenidos. La tasa de concesión es por lo tanto alta en general. En el caso de UPV, con personal especializado en la OTRI en cumplimentar los formularios de solicitudes de patentes, la tasa es del 100%.

la hora de modelar una relación así es el tratamiento de las numerosas observaciones que toman valor cero por parte de ambas variables. Hausman et al. (1984) y Bound et al. (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). Sin embargo, este método ignora la especial naturaleza de la variable dependiente, tiende a proporcionar un mal ajuste y suele ser directamente omitido en los trabajos econométricos sobre patentes.

La segunda manera es considerar las patentes como una variable de recuento que toma valores enteros no negativos (0, 1, 2, etc.), como sugieren Hausman et al. (1984). Así, se considera que las patentes, Y_{it}, de cada individuo *i* en el año *t* se extraen de una distribución de Poisson, de parámetro λ_{it}, cuya especificación es:

$$P(Y_{it} = y_{it} \mid x_{it}) = \frac{e^{-\lambda_{it}} \lambda_{it}^{y_{it}}}{y_{it}!} \tag{17}$$

La formulación más habitual de λ_{it} es el modelo loglinear:

$$\ln \lambda_{it} = x_{it}^{'} \beta \tag{18}$$

x_{it}'β es una función de regresión de las variables independientes del modelo. La media de esta distribución es $E[y_{it} \mid x_{it}] = \lambda_{it} = e^{x_{it}^{'}\beta}$. Frente a la regresión logarítmica por MCO, la regresión de Poisson tiene en cuenta que la variable dependiente toma como valores números enteros no negativos, en vez de valores continuos, así como la preponderancia de ceros y valores pequeños típica de los datos sobre patentes. La función de verosimilitud de una muestra de *N* individuos por *T* años según esta especificación de Poisson viene dada por:

$$\log L = \sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T} \left[- e^{x_{it}^{'}\beta} + y_{it} x_{it}^{'} \beta - \ln y_{it}! \right] \tag{19}$$

El programa Limdep, que utilizaremos con posterioridad, realiza las estimaciones mediante el método de la máxima verosimilitud.

Adviértase que la varianza de la distribución es $V[y_{it} \mid x_{it}] = \lambda_{it} = e^{x_{it}^{'}\beta}$, es decir, la especificación expuesta impone el supuesto restrictivo de que los datos siguen una distribución en que la media es igual a la varianza, propiedad conocida como equidispersión. Dicha propiedad implica la naturaleza heterocedástica del modelo y puede dificultar un buen ajuste. La única fuente de dispersión entre los individuos es atribuida a los distintos valores de las variables explicativas; sin embargo, puede haber diferencias de otro tipo, que normalmente tratan de ser recogidas introduciendo un término de heterogeneidad en el modelo.

Para contemplar la posibilidad de que la varianza difiera de la media, los propios Hausman et al. (1984) plantean una especificación alternativa, llamada regresión binomial negativa, partiendo de la generalización del modelo de Poisson mediante la introducción de un efecto individual, no observado, en la media condicional:

$$\ln \mu_{it} = x_{it}^{'} \beta + \varepsilon_{it} = \ln \lambda_{it} + \ln u_{it} \tag{20}$$

El término de heterogeneidad no observada, ε_{it}, puede reflejar tanto un error de especificación como la aleatoriedad intrínseca del proceso. Así, la distribución de y_{it}

condicionada a x_{it} y u_{it} sigue siendo una distribución de Poisson con media y varianzas condicionales iguales a μ_{it}:

$$f(y_{it} \mid x_{it}, u_{it}) = \frac{e^{-\lambda_{it}u_{it}} (\lambda_{it}u_{it})^{y_{it}}}{y_{it}!} \tag{21}$$

La distribución no condicionada $f(y_{it}|x_{it})$ es el valor esperado sobre u_{it} de $f(y_{it}|x_{it}, u_{it})$:

$$f(y_{it} \mid x_{it}, u_{it}) = \int_0^{\infty} \frac{e^{-\lambda_{it}u_{it}} (\lambda_{it}u_{it})^{y_{it}}}{y_{it}!} g(u_{it}) du_{it} \tag{22}$$

La elección de la densidad para u_{it} define la distribución no condicionada. Los autores asumen que sigue una distribución gamma con parámetro $u_{it}=\exp(\varepsilon_{it})$. Como en otros modelos de heterogeneidad, la media de la distribución no está identificada si el modelo contiene un término constante (porque el error entra multiplicativamente), así que también se asume que $E[\exp(\varepsilon_{it})]$ es 1. Así, resulta:

$$g(u_{it}) = \frac{\delta}{\Gamma(\delta)} e^{-\delta u_{it}} u_{it}^{\delta-1} \tag{23}$$

Esto da lugar a la siguiente especificación:

$$\begin{aligned} f(y_{it} \mid x_{it}) &= \int_0^{\infty} \frac{e^{-\lambda_{it}u_{it}} (\lambda_{it}u_{it})^{y_{it}}}{y_{it}!} \frac{\delta^{\delta} u_{it}^{\delta-1} e^{-\delta u_{it}}}{\Gamma(\delta)} du_{it} = \\ &= \frac{\delta^{\delta} \lambda_{it}^{y_{it}}}{\Gamma(y_{it}+1)\Gamma(\delta)} \int_0^{\infty} e^{-(\lambda_{it}+\delta)u_{it}} u_{it}^{\delta+y_{it}-1} du_{it} = \\ &= \frac{\delta^{\delta} \lambda_{it}^{y_{it}} \Gamma(\delta+y_{it})}{\Gamma(y_{it}+1)\Gamma(\delta)\lambda_{it}+\delta)^{\delta+y_{it}}} = \\ &= \frac{\Gamma(\delta+y_{it})}{\Gamma(y_{it}+1)\Gamma(\delta)} r_{it}^{y_{it}} (1-r_{it})^{\delta}, \text{ donde } r_{it} = \frac{\lambda_{it}}{\lambda_{it}+\delta} \end{aligned} \tag{24}$$

Aquí la media y varianza condicionales son, respectivamente, $E[y_{it} \mid x_{it}] = \lambda_{it}$ y $V[y_{it} \mid x_{it}] = \lambda_{it}(1+(1/\delta)\lambda_{it})$. Por lo tanto, la ratio de la varianza sobre la media es $1+(1/\delta)\lambda_{it}$, lo que significa que la especificación binomial negativa permite la ausencia de equidispersión.

El logaritmo de la función de verosimilitud para este modelo es:

$$\begin{aligned} \log L = &\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} \log\Gamma(\lambda_{it}+y_{it}) - \log\Gamma(\lambda_{it}) - \log\Gamma(y_{it}+1) + \lambda_{it}\log(\delta) - \\ &(\lambda_{it}+y_{it})\log(1+\delta) \end{aligned} \tag{25}$$

De nuevo, el modelo puede ser estimado mediante el método de máxima verosimilitud.[93]

Para establecer la conveniencia de estimar una regresión binomial negativa en vez de una Poisson, Cameron y Trivedi (1990) ofrecen varios contrastes de sobredispersión.

[93] El modelo de regresión binomial negativa aquí presentado es el de Hausman et al. (1984), que Cameron y Trivedi (1986) denominan Negbin II, y que integran en una familia de modelos alternativos, en función de cómo se defina δ.

Un método sencillo se basa en contrastar la hipótesis: H_0: $V[y_{it}] = E[y_{it}]$, contra la alternativa: H_1: $V[y_{it}] = E[y_{it}] + \alpha g(E[y_{it}])$. Para ello, en primer lugar, se computa los valores ajustados de la regresión de Poisson, $\hat{\lambda}_{it}$. En segundo lugar, se calcula:

$$z_{it} = (Y_{it} = y_{it} \mid x_{it}) = \frac{(y_{it} - \hat{\lambda}_{it})^2 - y_{it}}{\hat{\lambda}_{it}\sqrt{2}} \tag{26}$$

Por último, se realiza una regresión de z_{it} sobre $g(\hat{\lambda}_{it})$. Los autores sugieren dos formas funcionales, que son las que calcula el programa Limdep: $g(\hat{\lambda}_{it}) = \hat{\lambda}_{it}$ y $g(\hat{\lambda}_{it}) = \hat{\lambda}_{it}^2$. Un test de la t sobre si el coeficiente es significativamente distinto de cero es suficiente para contrastar H_0 frente a H_1.

Adicionalmente, se puede practicar un contraste del cociente de verosimilitud considerando como modelo total el binomial negativo y como modelo reducido el Poisson, con un grado de libertad.

Además del posible problema de la sobredispersión, el modelo de Poisson presenta la limitación de tener en cuenta que, en algunos contextos, los valores iguales a cero de la variable dependiente pueden provenir de regímenes diferentes: uno en el que el resultado siempre es cero y otro que sigue un proceso de Poisson, en el que el resultado puede ser cero u otro. Para tener en cuenta este problema, conocido como exceso de ceros, Mullahy (1986) sugirió el llamado modelo Poisson "con ceros", popularizado desde Lambert (1992) como "Poisson inflado con ceros" (ZIP)[94], a partir de la siguiente especificación:

$$\begin{aligned} P(y_{it} = 0 \mid x_{it}) &= P(régimen1) + P(y_{it} = 0 \mid x_{it}, régimen2)P(régimen2) \\ P(y_{it} = j \mid x_{it}) &= P(y_{it} = j \mid x_{it}, régimen2)P(régimen2), \quad j = 1,2,... \end{aligned} \tag{27}$$

Sea z un indicador binario del régimen 1 (z=0) o del régimen 2 (z=1) y sea y^* el resultado de un proceso de Poisson en el régimen 2. El y observado será zxy^*. Una extensión natural del modelo es permitir que z venga determinado por un conjunto de variables, no necesariamente las mismas que determinan las probabilidades condicionadas del proceso de Poisson. Así, el modelo es:

$$\begin{aligned} P(z_{it} = 1 \mid w_{it}) &= F(w_{it}, \gamma) \\ P(y_{it} = j \mid x_{it}, z_{it} = 1) &= \frac{e^{-\lambda_i}\lambda_i^j}{j!} \end{aligned} \tag{28}$$

La media de esta distribución es:

$$E\left[y_{it} \mid x_{it}\right] = Fx0 + (1-F)xE\left[y_{it} \mid x_{it}, y_{it}^* > 0\right] = (1-F)\frac{\lambda_{it}}{1-e^{\lambda_{it}}} \tag{29}$$

Es posible considerar distintas formulaciones para la probabilidad de los dos regímenes. Por ejemplo, si $F[v_{it}]$ es la función de distribución acumulativa, Limdep define $v_{it}=\gamma\beta' x_{it}$, lo que da lugar a un nuevo parámetro, γ, y al modelo llamado ZIP(γ).

Esta u otras modificaciones alteran la formulación de Poisson. Por un lado, adviértase que no se mantiene la igualdad entre la media y la varianza, ya que la varianza es:

---

[94] Como alternativa al ZIP, el propio Mullahy (1986) propuso el modelo Poisson con obstáculos. Se trata de un modelo de probabilidad binaria que determina si se observa un valor igual a cero o distinto de cero y, en el último caso, una distribución de Poisson describe los valores positivos.

$$
\begin{aligned}
&V[y_{it} \mid x_{it}] = E[V[y_{it} \mid x_{it}, z_{it}]] + V[E[y_{it} \mid x_{it}, z_{it}]] = \\
&= [Fx0 + (1-F)xE[y_{it} \mid x_{it}, y_{it}^{*} > 0]] + \\
&+ \begin{Bmatrix} Fx[0 - (1-F)xE[y_{it} \mid x_{it}, y_{it}^{*} > 0]]^2 + \\ (1-F)x[E[y_{it} \mid x_{it}, y_{it}^{*} > 0] - (1-F)E[y_{it} \mid x_{it}, y_{it}^{*} > 0]] \end{Bmatrix} = \\
&= (1-F)xE[y_{it} \mid x_{it}, y_{it}^{*} > 0][1 + FxE[y_{it} \mid x_{it}, y_{it}^{*} > 0]] = \\
&= E[y_{it} \mid x_{it}][1 + FxE[y_{it} \mid x_{it}, y_{it}^{*} > 0]]
\end{aligned}
\tag{30}
$$

Así, la ZIP introduce sobredispersión. Por otro lado, ésta no surge de la heterogeneidad, como en el modelo binomial negativo, sino de la naturaleza del proceso generador de ceros.

No obstante, el modelo binomial negativo también admite una especificación inflada con ceros, solamente teniendo en cuenta:

$$
P(y_{it} = j \mid x_{it}, z_{it} = 1) = \frac{\Gamma(\delta + y_{it})}{\Gamma(y_{it} + 1)\Gamma(\delta)} r_{it}^{y_{it}} (1 - r_{it})^{\delta}, \quad r_{it} = \frac{\lambda_{it}}{\lambda_{it} + \delta} \tag{31}
$$

Este modelo tiene en cuenta la presencia de sobredispersión tanto por la heterogeneidad como por el exceso de ceros.

El contraste de los modelos inflados de ceros frente a los ordinarios debe tener en cuenta que se trata de modelos no anidados. Vuong (1989) propone un estadístico que se adapta a este contexto. Sea $f_j(y_{it}|x_{it})$ la probabilidad ajustada de que la variable aleatoria Y sea igual a y_{it} bajo el supuesto de que la distribución es $f_j(y_{it}|x_{it})$, para j=1,2,..., y sea:

$$
m_{it} = \log \frac{f_1(y_{it} \mid x_{it})}{f_2(y_{it} \mid x_{it})} \tag{32}
$$

El estadístico de Vuong para contrastar la hipótesis no anidada del modelo 1 frente al modelo 2 es:

$$
v = \frac{\sqrt{n}\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} m_{it}\right)}{\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(m_{it} - \overline{m})^2}} \tag{33}
$$

Este es el estadístico estándar para contrastar la hipótesis de que $E[m_{it}]$=0 y sigue una distribución estándar normal en el límite. Valores de v superiores a 1’96 favorecen el modelo inflado con ceros, los inferiores a -1’96 favorecen el modelo ordinario, y en otro caso ambos modelos son indiferentes.

4.4.2.B) Variables explicativas y técnica de selección

La intención del presente estudio es contrastar el modelo empleando parte de los datos de la UPV expuestos en la sección anterior. Como se ha dicho, obtuvimos datos para el período de diez años que comprende de 1991 a 2000 en el caso de las patentes y de 1990 a 1999 en el caso de las variables independientes (o antes en el caso de la I+D), asumiendo al menos un desfase de un año para prevenir tanto como fuera posible problemas de endogeneidad. Consideramos 43 departamentos o institutos como

individuos representativos. La base de datos resultante es por tanto un panel compuesto por 430 observaciones.

Como hemos reseñado en el apartado 4.2.2.C), una serie de fuerzas internas y externas puede determinar la generación de patentes universitarias. La medición de las fuerzas internas ha sido la siguiente:

- *Log id*: importe de los fondos contractuales para actividades de investigación y desarrollo[95], en pesetas de 1986[96] 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, atendiendo a dos criterios, fuente e instrumento de financiación, tal como explicamos en el apartado 4.4.1.B). Asumimos al menos un desfase de un año para prevenir la endogeneidad tanto como fuera posible. Ensayamos con cinco desfases de la I+D.
- *Tamaño:* lo medimos mediante el logaritmo del número de profesores. En el caso de los departamentos, se disponía de información de los servicios centrales de la UPV. En el caso de los institutos, la información ha sido recabada uno a uno. Se asume un desfase de una año.
- *Disc:* se ha optado por agrupar los departamentos de la UPV en dos grandes bloques disciplinares. La clasificación de los departamentos según los dos criterios empleados figura en el Anexo F. Estas son las variables resultantes:
  - *Disc_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, más biotecnología, de acuerdo con Meyer-Krahmer y Schmoch, 1998, o McMillan et al., 2000), y cero en caso contrario
  - *Disc_rest:* variable ficticia igual a 1 si el departamento pertenece a un área con una restricción natural y/o legal para patentar (las de ciencias sociales y humanidades, más las de ciencias animales y vegetales e informática).
- *Inst*: variable ficticia igual a 1 para captar la diversidad institucional, representada en nuestro caso por la presencia de institutos mixtos entre la UPV y el CSIC. Sólo hay uno en la muestra, el ITQ. Esta variable, al mismo tiempo, es una manera de aislar el influjo del ITQ, que es una observación aberrante, al permitir una ordenada en el origen distinta del resto de individuos.
- *Est:* variable ficticia igual a 1 para los departamentos con un inventor estrella, definido como aquél que patenta persistentemente año tras año. Sólo hay uno en la muestra, el Departamento de Tecnología de Alimentos.
- *Log lic:* logaritmo del importe de los contratos por licencias de patentes. Se asume un desfase de un año.[97].

La medición de las fuerzas externas ha sido la siguiente:

---

[95] 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 de tamaño que se explica más adelante.

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

[97] Adviértase que, de este modo, excluimos contratos por licencias de patentes coetáneas a la solicitud, para evitar problemas de causalidad.

- *Log desb: l*ogaritmo del importe real de los fondos contractuales de I+D de otros departamentos.
- *Otri:* número de técnicos y personal administrativo de la OTRI de la UPV, el CTT. Los datos fueron requeridos al mismo CTT.
- *D92, ..., D00:* serie de efectos fijos temporales, independientes del individuo. Adviértase que D00, igual a uno en 2000, recoge el posible efecto de un cambio notorio en la regulación interna sobre patentes de la UPV. En efecto, en 1999 se desarrollaron los estatutos sobre el reparto de ingresos por venta de licencias y se fijó una comisión de evaluación de las solicitudes de patentes, como un primer filtro para seleccionar las invenciones que cumplieran los requisitos de forma para solicitar una patente[98].

Para discriminar entre los diferentes modelos y llegar a un número reducido de variables, la estrategia de selección llevada a cabo en el presente trabajo ha sido la siguiente:

- Se estima una regresión de Poisson.
- Si el contraste de Cameron y Trivedi no indica la presencia de sobredispersión pero el estadístico de Vuong indica la presencia de exceso de ceros, se estima una regresión de Poisson inflada con ceros.
- Si el contraste de Cameron y Trivedi indica la presencia de sobredispersión, se estima una regresión binomial negativa; se realiza un test del cociente de verosimilitud para compararla con la Poisson.
- Si la regresión binomial es preferida y el estadístico de Vuong indica la presencia de exceso de ceros, se estima una regresión binomial negativa inflada con ceros.
- Una vez elegida la mejor técnica, se elimina la variable no significativa cuyo coeficiente tiene el peor valor de la t de Student.[99]
- Se estima un modelo reducido sin la variable eliminada. Se realiza un test del cociente de verosimilitud para contrastarlo con el modelo original.
- Si el resultado del contraste muestra preferencia por el modelo reducido, se repite los pasos anteriores. Si no quedan variables no significativas por eliminar, se acepta el modelo reducido.

4.4.2.C) Resultados de las estimaciones

El signo que más nos interesa es el de los fondos contractuales de I+D. Los diferentes trabajos sobre modelos de patentes empresariales, como recoge Griliches (1990) en su revisión bibliográfica, coinciden en que los gastos de I+D contemporáneos ejercen una influencia positiva y significativa sobre aquéllas[100]. Los trabajos sobre patentes universitarias, como vimos (apartado 4.2.2.C), también son unánimes en cuanto al

[98] Dentro de este reforzamiento de la actitud institucional sobre el rigor de las actividades de patentes, se puede incluir que en el mismo año 1999 se contrató un técnico especializado en gestión de patentes en el CTT.

[99] Si es una variable ficticia que pertenece a un bloque, se elimina éste conjuntamente.

[100] 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 al componente de desarrollo, que tiene lugar después de iniciado un proyecto, mientras que la mayoría de patentes surge al inicio de un proyecto. Por lo tanto consideran las patentes como un indicador más pobre del producto de la I+D a corto plazo y de ahí la menor relación en series temporales.

impacto positivo, significativo, de la medida de I+D, especialmente del componente público, que ha sido más contrastado. Nosotros planteamos si, en el caso de una sola universidad, con nuestras variables ficticias que aíslan del efecto de los fondos contractuales la distinta propensión a patentar de diferentes disciplinas, institutos mixtos y profesores estrella, el impacto de la I+D mantiene su significación.

Una cuestión más compleja es el desfase de los gastos de I+D. En el caso de las patentes empresariales, Hausman et al. (1984), probando hasta cinco desfases, encuentran que su impacto pierde significación a medida que se introduce aleatoriedad en el modelo, y Hall et al. (1986), con el mismo número de desfases, resuelven que la relación entre patentes y gastos de 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. En el caso de la producción científica universitaria, Adams y Griliches (1996) utilizaron la suma ponderada de cinco desfases de la I+D como input. En el caso de las patentes universitarias, los diversos trabajos econométricos reseñados han utilizado distintos desfases arbitrarios (p. ej. Payne y Siow, 1999, tres años; el resto, un año).

Habiendo contemplado hasta cinco desfases de los fondos contractuales de I+D como causas posibles de las patentes actuales, los resultados de ejecutar una regresión inicial sobre todos ellos, y llevar a cabo una estrategia de selección para reducir el modelo aparecen en la columna 1 del Cuadro 40. Eligiendo una estimación de Poisson como preferida, se puede apreciar que el único desfase que permanece significativo es el más reciente.[101] Como está medido en logaritmos, podemos interpretar su coeficiente como una elasticidad, por lo que encontramos rendimientos decrecientes a escala, como los estudios anteriores y la mayoría de los citados en el apartado 4.2.2.

Por lo que respecta a otras fuerzas internas a la estimación, según la literatura sobre empresas, podemos esperar con un signo positivo para la variable del tamaño y para la variable ficticia de la base científica, *disc_cient* (Hausman et al., 1984)[102], en este último caso predicho también por Meyer-Krahmer y Schmoch (1998). Los departamentos con restricciones para patentar deben tener un coeficiente negativo en su ordenada en el origen, como sería el caso si el de *disc_rest* fuera negativo. De acuerdo con nuestra propia intuición sobre la idiosincrasia del caso español en que respeto a los institutos mixtos, *inst* debe ser positivo. Lo mismo predeciría Wallmark (1998) sobre el coeficiente de *est*. Si el obtener ingresos por licencias de patentes estimula la solicitud de nuevas patentes, el signo de *log lic* debería ser positivo.

La columna 1 del Cuadro 40 muestra que *log pers* no tiene un efecto significativo y se puede eliminar del modelo. *Disc_cient*, *disc_rest*, *inst* y *est* tienen efectos significativos en patentar, con los signos esperados, todos positivos excepto (lógicamente) *disc_rest*.

---

[101] No obstante, cuando se realiza regresiones con cada desfase por separado, todos muestran un impacto positivo, significativo. Lo que ocurre es que cuanto más antiguo es el desfase, menos influencia tiene y, al incluirlos todos, el más reciente absorbe la capacidad explicativa de los otros. Ello se puede tomar como un indicio de que cierto proceso de aprender-a-patentar a raíz de las actividades I+D tiene lugar.

[102] Bound et al. (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.

Log lic o el importe de los contratos de licencias no tiene un efecto significativo y también puede desaparecer del modelo.

Cuadro 40. Estimación de Poisson del número de patentes de la UPV. Variable dependiente: número de patentes – modelos reducidos

Variable	*1. Fondos contractuales de I+D sin desagregar*	*2. Fondos contractuales de I+D por fuente de financiación*	*3. Fondos contractuales de I+D por fuente e instrumento de financiación*
Constante	-6,48 (1,69) ***	-4,17 (0,66) ***	-3,93 (0,58) ***
Log id_{-1}	0,47 (0,23) **		
Log $id^{gob, snr}$			0,13 (0,05) **
Log $id^{gob, se}$			-0,1 (0,04) **
Log id^{emp}		0,16 (0,06) **	
Log $id^{emp, car}$			0,09 (0,04) **
Log $id^{emp, oc}$			0,28 (0,08) ***
Log $id^{cpi, car}$			-0,11 (0,05) **
Disc_cient	1,07 (0,3) ***	1,08 (0,3) ***	1,04 (0,32) ***
Disc_rest	-1,79 (0,6) ***	-1,8 (0,6) ***	-2,18 (0,62) ***
Inst	2,62 (0,25) ***	2,68 (0,25) ***	3,07 (0,33) ***
Est	2,16 (0,38) ***	2,12 (0,38) ***	1,99 (0,41) ***
D92	0,15 (0,67)	0,27 (0,67)	-0,53 (0,74)
D93	0,48 (0,65)	0,44 (0,65)	-0,22 (0,7)
D94	-0,67 (0,87)	-0,65 (0,87)	-0,6 (0,89)
D95	0,48 (0,63)	0,54 (0,63)	-0,15 (0,69)
D96	0,52 (0,62)	0,7 (0,61)	0,46 (0,68)
D97	0,98 (0,59) *	1,34 (0,61) **	0,65 (0,67)
D98	1,5 (0,55) ***	1,64 (0,54) ***	1,62 (0,65) **
D99	1,77 (0,54) ***	1,88 (0,54) ***	1,76 (0,63) ***
D00	1,34 (0,56) **	1,55 (0,55) ***	1,19 (0,63) *
Nº de observaciones	430	430	430
Log verosimilitud	-154,33	-153,88	-140,40
Log verosimilitud restringida	-345,02	-345,02	-345,02
Test χ^2	381,38***	382,28***	409,24***
Grados de libertad	14	14	18
AIC	322,66	321,75	298,79

* Significatividad al 10%. ** Significatividad al 5%. *** Significatividad al 1%.

En cuanto a las fuerzas externas a los individuos, de todas ellas esperamos un signo positivo en la estimación. Puesto que están muy correlacionadas unas con otras, nos vemos obligados a ejecutar regresiones por separado. Obtuvimos que todas entran en el modelo con un coeficiente positivo. Es significativo en el caso de *lspill* y *otri* y, en el de los efectos fijos, desde 1997. Este grupo de variables proporciona el mejor ajuste[103] y probablemente capta la influencia de las otras dos, así que este resultado es el que aparece en la columna 1 del Cuadro 40. Por otro lado, cuando se incluye únicamente D00 en la estimación, no resulta significativa, por lo que no podemos afirmar que el cambio legislativo de 1999 tuviera un efecto notorio. Más bien podríamos considerar que ratificaba una tendencia preexistente.

[103] En este caso, al no tratarse de modelos anidados, hemos empleado el Criterio de Información de Akaike (AIC) para comparar, según la fórmula AIC= -2*ln(L)+k, donde *L* es el valor de la función de máxima verosimilitud y *k* son los grados de libertad.

4.4.3. Un segundo y tercer modelos econométricos de los determinantes de las patentes universitarias: fuentes e instrumentos de financiación, e implicaciones sobre la calidad de la ciencia

4.4.3.A) Estimación por fuentes de financiación

La primera clasificación que se va a estudiar permitirá contrastar la idea de Henderson et al. (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.

Podemos descomponer nuestra medida de gastos de I+D según las instituciones que las financian. Como vimos en el apartado 4.4.1.B), nuestra base de datos distingue cuatro tipos de instituciones: gobiernos, empresas, centros públicos de investigación y otras fuentes. Esto permite que reemplacemos nuestra anterior medida del importe de las actividades de I+D, *log id*, por el siguiente grupo de variables:

- *Log* id^{gob}: logaritmo de los gastos de I+D financiados por gobiernos europeos y nacionales (estatales, autonómicos, provinciales o municipales).
- *Log* id^{emp}*:* logaritmo de los gastos de I+D financiados por empresas privadas y públicas, nacionales y extranjeras.
- *Log* id^{cpi}*:* logaritmo de los gastos de I+D financiados por centros públicos de investigación como el CSIC y centros asociados, otros institutos públicos de investigación, universidades, etc.
- *Log* id^{of}: logaritmo de los gastos de I+D financiados por otras fuentes, tales como fundaciones, asociaciones, etc.

Los resultados de la estimación correspondiente, siendo Poisson la técnica preferida, aparecen en la columna 2 del Cuadro 40. El único coeficiente significativo de una variable de fondos contractuales es el correspondiente al de las empresas, con signo positivo. Remarcablemente, los fondos de I+D patrocinados por los gobiernos parecen no tener un efecto significativo. ¿Podría ser una idiosincrasia del caso europeo, comparado con el estadounidense? La sección siguiente arrojará luz sobre este resultado. El resto de variables mantiene los signos y significatividad de la columna 1.

4.4.3.B) Estimación por fuentes e instrumentos de financiación

Cada fuente de financiación de la sección anterior puede utilizar cada de uno de los instrumentos de financiación reseñados en el apartado 4.4.1.B). Podemos por lo tanto cruzar las fuentes y los instrumentos, reemplazando las cuatro variables de financiación del modelo anterior por las siguientes:

- *Log* $id^{f,\ snr}$: logaritmo de los fondos contractuales de I+D financiados por la fuente f a través de subvenciones nacionales y regionales de investigación.
- *Log* $id^{f,\ se}$: logaritmo de los fondos contractuales de I+D financiados por la fuente f a través de subvenciones europeas de investigación.
- *Log* $id^{f,\ car}$: logaritmo de los fondos contractuales de I+D financiados por la fuente f a través de contratos de alto riesgo.
- *Log* $id^{f,\ cat}$: logaritmo de los fondos contractuales de I+D financiados por la fuente f a través de contratos de apoyo tecnológico.

- *Log* $id^{f,\ cc}$: logaritmo de los fondos contractuales de I+D financiados por la fuente f a través de contratos de consultoría.
- *Log* $id^{f,\ oc}$: logaritmo de los fondos contractuales de I+D financiados por la fuente f a través de otros contratos.

En total, teniendo en cuenta que el superíndice *f* indica las cuatro posibles fuentes de financiación del apartado anterior (*gob, emp, cpi, of*), se trata de 24 nuevas variables (4 fuentes por 6 instrumentos). Los resultados de la estimación, de nuevo siendo preferida la técnica de Poisson, aparecen en la columna 3 del Cuadro 40. Las subvenciones nacionales y regionales de los gobiernos, gestionadas directamente por la UPV (no a través de empresas), ejercen un impacto significativo y positivo. Lo mismo ocurre con los contratos empresariales de alto riesgo. Lo que importa, comparado con la sección anterior, es que el coeficiente de las anteriores es mayor que el del posterior. Por lo tanto, distinguiendo los instrumentos de financiación demostramos que la financiación pública es más relevante para patentar que la financiación privada, a la inversa de lo que parecía suceder en la sección anterior.

Otros resultados importantes son que las subvenciones de investigación europeas canalizadas por los gobiernos son significativamente negativas, quizá porque los socios empresariales implicados en los proyectos europeos son los que retienen los resultados de la investigación. Los contratos de apoyo tecnológico y de consultoría no tienen ningún efecto significativo. Por lo tanto, los instrumentos que financian proyectos de I+D más cuantiosos y orientados a más largo plazo fomentan las patentes, excepto en el caso de las subvenciones europeas a la investigación. La categoría de "otros contratos" empresariales es significativamente positiva porque comparte las características anteriores, aunque es difícil interpretar este impacto con certeza debido a la heterogeneidad de esta categoría. Podríamos atribuirlo a la parte de la variable que contiene contratos de alto riesgo. O, de manera más general, podríamos considerar que la parte que se refiere a la formación, la movilidad y la difusión consta de instrumentos a través de los cuales el conocimiento empresarial entra informalmente en el departamento y de esa forma influye sobre la generación de patentes. Por último, parece que contratar con centros públicos de investigación incide de manera negativa, significativa, sobre las patentes.

Adviértase que el resto de coeficientes mantiene el signo y la significatividad de las estimaciones anteriores[104], así como que el ajuste de la estimación, medido por el AIC, es el mejor de los tres, por lo que se constituiría como nuestro modelo preferido.

4.4.4. Comparación de resultados y limitaciones del estudio

El Cuadro 41 amplía el Cuadro 18 para comparar los resultados de otros estudios con los nuestros. Se puede observar que la UPV comparte varios de los rasgos de comportamiento a la hora de generar patentes que los cinco estudios econométricos revisados en el apartado 4.2.2.C) detectan en el conjunto de las universidades estadounidenses. Entre esos rasgos figuran los siguientes: las patentes responden positivamente a los fondos agregados de I+D (mostrando rendimientos decrecientes), no significativamente al tamaño, positivamente a algunas fuerzas externas (los cambios temporales exógenos, los efectos desbordamiento de los fondos de I+D, y la fortaleza de la TTO o la OTRI) y no significativamente a otras (los cambios legales). En este último caso, el de los cambios legales, adviértase que mientras que otros estudios se refieren a

[104] A excepción de la reducción de significatividad de algunos efectos fijos temporales (D97 y D00).

cambios legales externos a la universidad (el Acta Bayh-Dole, Coupé, 2001), el nuestro se refiere a un cambio legal interno de la UPV, por lo que ni unos ni otros parecen ser eficaces.

Cuadro 41. Comparación de los resultados de otros estudios econométricos con el nuestro

Grupo de variables	*Variable*	*Medida*	*Otros estudios*	*Nuestro estudio*
Fuerzas internas	Actividades de I+D	Fondos agregados de I+D	+ ✓	+ ✓
		Financiación pública	+ ✓	+ ✓ (instrumentos a más l/p)
		Financiación empresarial	×	+ ✓ (instrumentos a más l/p)
		Financiación propia y de otras fuentes	×	×
	Tamaño	Número de profesores	× (2) vs. + ✓ (1)	×
		Número de alumnos	×	
	Disciplina			
	De áreas tecnológicas basadas en la ciencia	Variable ficticia		+ ✓
	De áreas con restricciones para patentar	Variable ficticia		- ✓
	Tipo de unidad de investigación	Variable ficticia		+ ✓
	Inventores estrella	Variable ficticia		+ ✓
	Características personales	Salario promedio	+ ✓	
	Licencias	Valor de los contratos de licencias		×
	Experiencia de patentar	Patentes acumuladas	+ ✓	?
Fuerzas externas	Shocks temporales exógenos	Tendencia, dummies anuales	+ ✓	+ ✓
	Efectos desbordamiento de la I+D	Fondos de otras unidades de observación	+ ✓	+ ✓
	Fuerza de la TTO/OTRI	Número de empleados	+ ✓ (2) o × (1)	+ ✓
	Marco legal	Variable ficticia a partir del año de un cambio en el marco legal	×	×

Fuente: elaboración propia a partir de los estudios reseñados en el apartado 4.2.2. El signo ✓ indica una influencia significativa, el signo + que es positiva y el signo – que es negativa. El signo × indica una influencia no significativa.

También figura como coincidencia el rasgo más notable de que patentar, en función del tipo de financiación, depende sobre todo de las subvenciones estatales. Por otro lado, una diferencia aparente es que nosotros encontramos que los instrumentos de financiación de fondos empresariales a más a largo plazo y más cuantiosos inducen positiva y significativamente a patentar, mientras que Foltz et al. (2000, 2001) encuentran que los fondos empresariales no son significativos. O bien la evidencia no es suficiente para concluir nada definitivo, o bien la explicación deriva de una idiosincrasia del tipo de universidades europeas como la UPV, o bien del hecho de distinguir entre tipos de instrumentos. En todo caso, los resultados muestran que es necesario distinguir no sólo las fuentes sino también los instrumentos de financiación de los fondos de I+D, ya que el hecho de que los instrumentos financien fondos de I+D mejor dotada y a más largo plazo, importa más que la fuente de donde proceda esa financiación.

Adicionalmente a los resultados comparables, proporcionamos una imagen más explicativa de la generación de patentes universitarias al ofrecer detalles sobre las fuerzas microeconómicas subyacentes del proceso, tales como la base científica del área

tecnológica y las restricciones legales y/o naturales para patentar de ciertas disciplinas, la diversidad institucional y la presencia de inventores estrella. Finalmente, mostramos algunos indicios de la influencia no significativa de licenciar sobre patentar.

Cuatro limitaciones principales pueden obstaculizar este estudio. Las dos primeras conciernen la validez de los datos empleados: el reducido número de patentes empleado (110) y cierta subjetividad en la clasificación de los fondos de I+D por instrumentos de financiación por parte del CTT, de manifiesto en el ruido de la variable "otros instrumentos". Sin embargo, por un lado, la experiencia de los encargados de la OTRI consultados sugiere que las estimaciones captan gran parte de lo que está sucediendo de hecho. Por otro lado, condujimos algunas entrevistas con los inventores más prolíficos de la UPV, con el fin de contrastar y complementar de forma cualitativa los resultados, como se puede comprobar en la siguiente sección 4.4.5.

La tercera limitación es cuán generalizables son los resultados de la UPV y en qué medida son aplicables a otras universidades. Hemos comprobado que la UPV se comporta como las universidades estadounidenses en un cierto número de dimensiones, lo que da cierta robustez a los resultados. Hemos explorado otras características que pueden ser idiosincrásicas, por ejemplo el hecho de que departamentos o institutos aislados, debido a su estatus institucional o la presencia de un profesor estrella, pueden condicionar considerablemente la estimación del coeficiente de los fondos de I+D; o el hecho de que licenciar no tenga una influencia significativa. Como ya comentamos, creemos que la UPV es representativa de las universidades europeas jóvenes, emprendedoras e involucradas en una dinámica de estímulo a las patentes de países débiles en tecnología, así que hasta este tipo de universidades llega el alcance de la aplicación de los resultados. No obstante, el apartado 4.5 tratará de reforzar nuestros resultados mediante la comparación con el estudio de caso de otra universidad europea, la Universidad Louis Pasteur.

La cuarta limitación deriva del hecho de que no contamos con datos para poder incluir variables sobre las características personales de los integrantes de los departamentos, lo que puede causar problemas de variable omitida. No obstante, el problema es común al resto de estudios con que comparamos, que se limitan a lo sumo a incluir una variable sobre el salario pero no otras como la composición por edad, género, categoría, etc. En nuestro caso, sin embargo, esperamos controlar en parte este problema a través de nuestras variables ficticias sobre disciplinas, tipo de institución y presencia de inventores estrella, que de alguna manera encierran efectos fijos departamentales.[105]

4.4.5. Entrevistas a los inventores más prolíficos de la UPV

De cara a contrastar los resultados de nuestros modelos sobre la generación de patentes de la UPV y a obtener información complementaria de índole más cualitativa, nos propusimos entrevistar a los inventores responsables de solicitudes de patentes de la UPV con más solicitudes en su haber, que designamos como los "inventores más prolíficos". A lo largo de 2002, contactamos con los tres primeros del ranking, que incluyen un miembro del ITQ, el profesor estrella del Departamento de Tecnología de Alimentos y un tercer inventor de un departamento en el área tecnológica de mecánica, que se prestaron amablemente a contestar nuestras preguntas. En lo sucesivo los designaremos como inventor 1 (I1), inventor 2 (I2) e inventor 3 (I3), respectivamente.

[105] Además, cabe reseñar que el autor de la tesis participa en un proyecto de investigación en curso que trata de confeccionar una base de datos que soslaye esta dificultad.

Se tomó notas a mano de las respuestas, que fueron transcritas y remitidas a los entrevistados, de manera que pudieran hacer correcciones voluntarias.

La selección de inventores resulta interesante por los distintos rasgos que les caracterizan en cuanto a la naturaleza de sus actividades de I+D y de su interacción con empresas. Así, el inventor 1, de un área tecnológica fuertemente dependiente de la ciencia, realiza mayormente investigación básica y se relaciona con grandes empresas fuera de la región; el inventor 2, de un área tecnológica menos dependiente de la ciencia, realiza mayormente investigación aplicada y se relaciona con pequeñas empresas de la región; el inventor 3, de un área tecnológica no dependiente de la ciencia, realiza mayormente desarrollo tecnológico y se relaciona con pequeñas empresas de la región. Sin ánimo de establecer una tipología debido al escaso número de entrevistados, podremos no obstante atribuir las posibles divergencias en sus respuestas a estos factores diferenciales.

Los siguientes apartados agrupan por bloques las preguntas del cuestionario que figura en el Anexo G. En cada caso, se reproduce las respuestas de los entrevistados.

4.4.5.A) Convergencias: la actividad de I+D, sus desfases y sus fuentes

Nuestro primer bloque de preguntas trata de contrastar el impacto significativo, positivo encontrado en nuestra variable de fondos de I+D, así como de indagar en el período de tiempo transcurrido desde que se inicia un proyecto de investigación hasta que se solicita una patente y de por qué en unos pocos casos se solicita extensiones internacionales. He aquí las respuestas obtenidas:

> I1: Las patentes son el resultado de la I+D. Sin I+D, es difícil que pueda llegar a generarse patentes. El período de tiempo que transcurre desde que se inicia un proyecto de I+D hasta que se patenta es muy variable: puede oscilar bien de 2 a 3 años, bien de 5 a 6 años. Normalmente se patenta por vía nacional, y el elegir una vía internacional depende de la mayor calidad de la patente.

> I2: Las patentes son el resultado de conocer un problema o una necesidad existente y de resolverlo experimentalmente. Por ello, no se puede obtener patentes sin realizar I+D. [...] El período de tiempo que transcurre desde que se hace I+D hasta que se obtiene resultados patentables es variable. [...] En los momentos iniciales, cuando se prevé los resultados, es mejor patentar algo ambiguo. Pero el lema “cuanto antes proteges, mejor” sólo es correcto a veces. En otras, dificulta solicitar una patente de resultados posteriores, más valiosa. Si se prevé un resultado así, es mejor patentar más tarde. [...] Elegir una vía u otra para solicitar una patente depende de su grado de aplicación, que condiciona su probabilidad de venta.

> I3: Las patentes son el resultado de la I+D. Sin I+D, no se puede patentar. Cualquiera puede tener una idea feliz, pero no patentarla. Las patentes son el resultado de plantear una metodología, que exige un desarrollo y el diseño de prototipos o bocetos posteriores, que demuestren que se mejora lo que hay en el mercado, o que aportan algo diferente. No basta la investigación, sino también el desarrollo. Se tarda una media de tres años en obtener resultados patentables, y ello ocurre, en función del proyecto, bien durante el desarrollo, bien hacia el final. Se ha elegido extender internacionalmente en un caso porque la participación en comités de normalización internacionales ha permitido conocer los productos existentes y adelantarse a otros fabricantes, mediante la protección de la invención.

Consideramos que estas respuestas avalan nuestro resultado de que, sin agotar otro tipo de relaciones, existe un vínculo causal directo entre los fondos de I+D y las patentes universitarias, así como el resultado de que elegir un desfase temporal u otro para representar esa relación es una cuestión de conveniencia. Por otro lado, fuera de los

modelos econométricos, parece claro que extender internacionalmente una patente está en función de su potencial comercial. Al respecto, es interesante el comentario del inventor 3, que incide en la importancia de los canales informales de comunicación para estimar dicho potencial, y en la competencia con la empresa privada que entraña una decisión de ese tipo.

4.4.5.B) ¿Convergencia o divergencia? Fuentes e instrumentos de financiación de los fondos de I+D

Los siguientes bloques de preguntas tratan de contrastar nuestro resultado de que tanto los fondos públicos estatales como los fondos privados para I+D pueden generar patentes, siempre que sea a través de financiación cuantiosa y a largo plazo. No obstante, como la noción de "instrumentos", basada en la clasificación de contratos del CTT, no es de uso común, nuestras preguntas versaron sobre la naturaleza de la I+D realizada (investigación básica, aplicada y desarrollo tecnológico) y sobre su "calidad", en términos a definir con el propio entrevistado. Respecto a las fuentes y a la naturaleza de la I+D, las respuestas fueron las siguientes:

> I1: Es indistinto que la financiación de la I+D provenga de fuentes públicas o privadas, de cara a patentar. Lo relevante es que los resultados de la I+D sean novedosos, competitivos y de interés. [...] tampoco tiene sentido distinguir entre investigación básica, investigación aplicada y desarrollo. Lo que condiciona la patentabilidad de los resultados es la orientación de la investigación hacia su posible aplicación.

> I2: De lo que patentar resulta independiente es de la fuente de financiación de la I+D: "El dinero no tiene color". Por lo que respecta al tipo de investigación que da lugar a patentes, la investigación básica puede hacer más difícil la obtención de resultados comerciales, aunque no necesariamente. En realidad, la distinción entre aquélla y la investigación aplicada es errónea. No importa en qué se investiga, sino la actitud del investigador. Pero si aceptamos esos términos, sí habría que distinguir que la investigación aplicada da más lugar a patentes, porque está más en contacto con los clientes.

> I3: [En mi caso], las patentes provienen de la financiación pública y el tipo de I+D que da lugar a más patentes es el desarrollo tecnológico.

Aquí empiezan a surgir discrepancias. Por un lado, los inventores 1 y 2 coinciden en que la fuente de financiación no importa, lo que sancionaría nuestro resultado de que tanto los fondos de I+D con origen en los gobiernos como con origen en las empresas pueden dar lugar a patentes. Igualmente (y aunque no se les preguntó de forma explícita por ello), coinciden en que la distinción tradicional entre investigación básica, investigación aplicada y desarrollo resulta irrelevante, frente a una hipotética clasificación basada en la "orientación" de la investigación o la "actitud" ante la misma. Todo ello sancionaría nuestro uso de una clasificación de la I+D basada en los instrumentos de financiación. El inventor 2, sin embargo, haciendo el esfuerzo de ceñirse a los términos propuestos, considera que la investigación aplicada da lugar a más patentes. En cambio, el inventor 3, para quien ceñirse a esos términos no supone ningún esfuerzo, atribuye sus patentes a la financiación pública y el desarrollo tecnológico.

Todo ello apunta a que el proceso de generación de patentes universitarias depende de la base científica del área tecnológica de la patente. Cuanto más se trate de un área basada en la ciencia, más difusa está la frontera entre investigación básica y aplicada, y entre la finalidad de los fondos públicos y privados. Cuanto menos se trate de un área basada en la ciencia, más clara es la frontera entre diferentes tipos de I+D y entre los

requerimientos públicos y privados: los primeros permiten realizar una I+D más cuantiosa y a más largo plazo que los segundos.

Podemos arrojar más luz sobre estas cuestiones al examinar las respuestas sobre la calidad de la I+D que da lugar a patentes:

> I1: En cambio, sí es cierto que no toda la I+D tiene la misma calidad: la hay que permite hacer mayores aportaciones que otras, y que supone un mayor riesgo sobre los resultados. En ese sentido, sí que influye el tipo de financiación: la pública suele permitir asumir un riesgo mayor, mientras que la privada define más sus intereses. Para que la financiación privada asuma riesgos, debe ser a largo plazo. Cuanto mayor sea este plazo, más probabilidad habrá de que surjan patentes. *No obstante, incluso la financiación privada a corto plazo puede dar lugar a patentes.*

> I2: También es cierto que, en términos de calidad, no se puede decir que la I+D que da lugar a patentes sea la de más calidad. *¿Pero qué es "calidad"?* A veces se parte de una investigación sin financiación, como la citada, o de un proyecto de fin de carrera, que pueden dar lugar a una patente. *¿Es eso investigación de "poca calidad"?* Es necesario matizar entre líneas y proyectos de investigación. Un proyecto de "poca calidad" puede ser parte de una línea "de calidad". Eso redunda en que no existe una conexión entre la fuente de financiación y la calidad de la I+D. Se puede realizar investigación de calidad sobre temas poco importantes. Lo que sí es cierto es que los plazos influyen sobre la calidad.

> I3: Es difícil reconocer la calidad de la I+D en función del presupuesto, ya que algunos proyectos con mucho presupuesto requieren grandes gastos (por ejemplo en maquinaria) y generan pocos resultados, mientras que otros proyectos con menos presupuesto se dedican a investigación básica y generan muchos resultados. Es mejor identificar la calidad de la I+D en función de los resultados, que permiten distinguir entre I+D que genera publicaciones, I+D que genera patentes e I+D que no genera nada. [Yo atribuyo] mayor calidad a la I+D que mejora el estado del arte, que soluciona problemas reales[106], que desarrolla nuevas metodologías o sistemas expertos, etc., es decir, la que da lugar a resultados aplicables. La investigación básica suele proporcionar más publicaciones y menos aplicaciones, por lo que, bajo esta perspectiva, el desarrollo tecnológico, seguido de la investigación aplicada, serían de más calidad. *No obstante, hay un matiz, y es que la investigación básica puede abrir camino para una investigación aplicada y un desarrollo tecnológico mejores, en función de la línea de I+D.*

Cuando se les pregunta sobre la calidad de la I+D, los inventores 1 y 2 coinciden en que el riesgo asumido y los plazos requeridos son determinantes, lo que justifica que nuestra clasificación de la I+D intente basarse en estos parámetros[107]. Sobre la posibilidad de que sea la I+D de más calidad la que dé lugar a patentes, los entrevistados parecen diferir, aunque el reconocimiento de la variedad de casos no permite afirmarlo tajantemente. El primero asocia I+D de calidad y patentes, pero en cursiva señalamos que reconoce que pueda haber excepciones. El segundo, por el contrario, disocia ambas variables, pero a lo que se refiere, como queda de manifiesto en otro momento de la entrevista, es que la I+D conducente a publicaciones, que es la que habitualmente se considera de calidad, puede ser sustitutiva de la conducente a patentes, y en cursiva señalamos que se cuestiona que eso indique falta de calidad. El tercero concuerda con el segundo y es más explícito en cuanto a considerar la I+D

---

[106] El inventor 3 menciona que, en su caso, los problemas reales se refieren a personas físicas, por ejemplo con discapacidades, y no a entelequias.

[107] Llama la atención, no obstante, que ninguno de los entrevistados haya caído espontáneamente en establecer una relación entre origen y calidad de la investigación, cuando es habitual, como el primer entrevistado reconoce, que la financiación empresarial asuma menos riesgo y sea más a corto plazo.

conducente a patentes como de más calidad, si bien, como señalamos en cursiva, admite que los lazos son complejos.

Estas respuestas no corroboran nuestro resultado de que la I+D de calidad sea la más proclive a generar patentes, ni tampoco lo contradicen. Más bien hacen pensar, en primer lugar, que la generación de patentes universitarias es un terreno resbaladizo abierto a una casuística considerable y, en segundo lugar, que las características de cada inventor condicionan la percepción de esta casuística. Con esto último queremos decir que, mientras que el primer entrevistado opera en una tecnología basada en la ciencia, realizando sobre todo investigación básica y con empresas multinacionales, el segundo y el tercero operan en tecnologías más basadas en los proveedores y el aprendizaje, realizando sobre todo investigación aplicada y desarrollo tecnológico y con empresas locales; por lo que resulta lógico que el primero aprecie una preponderancia de la I+D de calidad en la generación de patentes, que no los otros dos, aunque todos admitan que todo es posible. Es posible que nuestro resultado econométrico refleje el peso de las invenciones procedentes de inventores como el primer entrevistado.

El siguiente bloque de respuestas, sobre la influencia indirecta de la interacción universidad-empresa para patentar, refuerza la impresión de que se configuran varios modelos de producción de patentes universitarias:

> I1: En todo caso, cooperar con empresas puede influir sobre la generación de patentes no sólo por la financiación adicional, sino también, si la empresa ejecuta una I+D puntera, por el intercambio de conocimientos que se produce.
>
> I2: Por otro lado, tener relación con empresas debe de influir sobre la actividad de patentar, pero no se puede saber sin estadísticas en la mano. Es dudoso que las empresas ofrezcan conocimiento valioso para patentar, porque si lo tienen, lo usan ellas*; si bien se puede dar el caso, si la idea parte de ellas*.
>
> I3: Es importante tener relación con empresas para patentar [...] porque [éstas] trabajan bajo la perspectiva de cuidar que los desarrollos propios no sean difundidos y los académicos, con esa misma lógica, pueden tener cuidado de proporcionar confidencialidad a los resultados de la financiación pública. Sí es cierto que se adquiere conocimiento de las empresas, y que eso ha ayudado a patentar.

Aunque parece que todos los inventores aceptan una influencia del "camino de doble vía" que supone la interacción (Meyer-Krahmer y Schmoch, 1998), existen diferencias de grado. Para el primer entrevistado, este camino está siempre abierto por medio de la I+D; para el segundo, sólo condicionalmente; y para el tercero, por una vía más difusa, la creación de una cultura común.

4.4.5.C) Más convergencia: marco legal e institucional, OTRI, multidisciplinariedad

Los entrevistados se muestran cautelosos a la hora de describir a los investigadores que patentan, quizás por modestia, por lo que resulta difícil encontrar aprovechable la información que reportan a ese respecto y contrastar nuestro resultado de la importancia de los inventores estrella, o de complementar si coinciden con los que poseen un mejor currículum en términos generales. Sin embargo, alguna curiosidad apunta de las siguientes respuestas:

> I1: Los investigadores que patentan no se diferencian de los demás tanto por su productividad científica como por una visión, una intuición o una capacidad de extrapolación de resultados para resolver problemas reales más desarrollados. Sobre todo, si esas patentes interesan a las empresas.

> I2: [Mi] grupo del departamento siempre ha patentado y publicado mucho, mientras que otro grupo del mismo departamento, que tradicionalmente sólo publicaba, a partir de que hacerlo se ha privilegiado como mérito en el currículum, empezó a patentar. Luego aunque a nivel individual las dos actividades no tienen por qué ir unidas, a nivel de grupo ya es difícil lo contrario. Sin embargo, más difícil resulta encontrar un grupo que sólo haga patentes.
>
> I3: La principal cualidad de los investigadores que patentan es la paciencia, la perseverancia. Es necesario haber trabajado mucho, tener conocimiento del mercado y del campo científico, haber trabajado con empresas… Además, las empresas que quieran comprar la patente no surgen al día siguiente, sino al cabo de los años, y luego tardan en explotarlas. Por último, el proceso está sujeto a retrasos administrativos varios. Que los inventores sean quienes más publiquen depende de la dedicación a actividades de desarrollo tecnológico. [Yo] no me declaro entre quienes más publican.

Las ideas principales son que los inventores tienen una vinculación con la realidad y una paciencia especiales, y que su productividad científica, al estar integrados en un grupo de investigación, no tiene por qué diferir del resto.

Más fructíferas son las respuestas que aportan información cualitativa sobre aspectos no contemplados en el modelo econométrico, como los beneficios individuales que se obtiene de patentar y el origen de los incentivos. Al respecto obtuvimos las siguientes contestaciones:

> I1: De hecho, patentar viene motivado porque los descubrimientos puedan tener aplicación y valor industrial, recompensado mediante ingresos para la institución. Como mérito en el currículum, nunca se ha valorado mucho[108]. Es una cuestión de principios o de mentalidad, es decir, de buscar una repercusión sobre la sociedad. El marco legal no establece privilegios para los investigadores que patentan ni los apoya en las tareas de obtención de patentes. La UPV siempre se ha mostrado más sensible y su OTRI, dentro de las posibilidades, ha prestado entendimiento y el apoyo de su personal para facilitar los trámites de solicitud y mantenimiento, si bien no cuenta con recursos para encontrar clientes. Necesitaría más personal experto en patentes. El CSIC nunca ha aportado la misma ayuda: a pesar de tener una tradición más antigua de simpatía por las patentes, los servicios prestados no han seguido una política decidida.
>
> I2: En cuanto a los incentivos para patentar, no se cuenta entre ellos la obtención de ingresos directos, ya que los provinentes de licencias no se destinan a usos personales sino a reinversión en investigación [...] Ni tampoco se puede considerar que sea un incentivo la evaluación en el currículum, ya que una patente sólo cuenta como mérito si está licenciada o en explotación. No obstante, el marco legal sí favorece su solicitud, ya que las universidades están exentas de retribuir las tasas correspondientes[109]. Sin embargo, la universidad no refuerza ese estímulo [porque] una OTRI como la actual no ayuda demasiado a patentar, sobre todo en lo que se refiere a la gestión de patentes ya presentadas, ya que el proceso de gestión no termina con la solicitud. No es tanto una cuestión de medios como de eficacia de su funcionamiento. Se trata de un fallo de gestión más que de objetivos.
>
> I3: En cuanto a los incentivos para patentar, el principal es hacer currículum, ya que patentar influye para la promoción del profesorado y el índice de actividad investigadora. Sólo se consiguen ingresos personales si hay explotación, que supone royalties para la universidad. No hay un marco legal-gubernamental favorable, porque apenas se tiene en cuenta a la hora de la concesión de proyectos de investigación [...] La universidad sí estimula la solicitud de patentes, pero una vez se ha obtenido el resultado. A priori, no da recursos para invenciones potencialmente patentables. En

[108] En otro momento de la entrevista se dice: "Patentar es arduo, poco valorado, supone trabajo adicional y es poco satisfactorio para el ego, porque menos gente lo lee".

[109] Esto es cierto, por lo que refiere a la vía nacional. Al respecto, véase el apartado 4.3.

> cambio, las empresas [de mi sector] patentan antes de que se pueda ensayar la invención [...] En 1999 se creó una comisión de evaluación como apoyo a las patentes, pero es menos un incentivo que un control de recursos, un filtro inicial para desbastar lo mejor. Y la solicitud de extensiones está condicionada a que las empresas se comprometan a pagar las tasas de renovación. La universidad ayuda, más que nada, a través de actividades de gestión y seguimiento. La OTRI ayuda administrativamente, y sobre todo desde hace 3 ó 4 años, porque han dedicado un técnico especializado. Antes la OTRI se limitaba a poner en contacto al profesor con una empresa gestora que preparaba el expediente, mientras que ahora lo hace la misma OTRI [...] La OTRI puede ayudar a buscar clientes, pero de hecho [soy yo] el que los conoce a todos.

Los anteriores extractos reflejan que, como vimos en las conclusiones del Capítulo 3, la acción interactiva depende más de los incentivos individuales y académicos (reconocimiento social, ingresos para la unidad de investigación y no ingresos personales), que de los incentivos externos (soporte legal e institucional), a diferencia del apoyo a la interacción (con lo que ocurre a la inversa). Esto entronca con nuestros resultados sobre la influencia de las fuerzas externas. Por una parte, puede ser la justificación por la que obtenemos el resultado de que el cambio de 1999 no influye significativamente (sobre lo que el inventor 3 da razones concretas).

Por otra parte, nuestro resultado de que el crecimiento del personal de la OTRI sí influye positivamente, se ve justificado por afirmaciones como que "ha prestado entendimiento y apoyo", "[no se trata de] un fallo de objetivos" o "ayuda administrativamente", frente a las opiniones de que "no cuenta con recursos", "no es eficiente en la gestión" o "[soy yo] el que conoce [a los clientes]". Sin embargo, estas últimas parecen apuntar a que el papel de la OTRI es más difuso de lo que pueda suponerse intuitivamente (como sugieren Carlsson y Fridh, 2002), y que, si ofrece ayuda, lo hace a través de la creación de un clima favorable a la interacción más que de la solución de todos los problemas asociados a la generación de patentes.

En cuanto a la otra fuerza externa contemplada, los efectos desbordamiento de la I+D, atribuyéndola en nuestras preguntas a la colaboración con otros departamentos y al aumento de la multidisciplinariedad, obtuvimos las siguientes respuestas:

> I1: La colaboración en I+D con otros departamentos aumenta y da lugar a patentes, aunque con la misma propensión que la I+D individual.

> I2: La multidisciplinariedad, no incide especialmente sobre la solicitud de patentes, ya que aquélla no está necesariamente relacionada con la investigación aplicada, que es lo que favorece ésta.

> I3: La multidisciplinariedad ha tendido a aumentar y eso ayuda a patentar, pero se trata de un intangible difícil de cuantificar y de efecto no inmediato, ejercido a través de la formación de una mayor masa crítica y un espectro mayor de objetivos, que aumentan la capacidad de patentar.

De resultar ciertas estas afirmaciones, achacar nuestro resultado de que los efectos desbordamiento de la I+D de otros departamentos al crecimiento de la multidisciplinariedad es prematuro. Queda como tema de investigación futura encontrar más evidencia a favor o en contra de esta hipótesis.

4.4.5.D) Una divergencia: licencias de patentes

Se hizo una pregunta sobre las patentes licenciadas y sus funciones, a la que se respondió lo siguiente:

> I1: Se licencia muchas de las patentes que se obtienen. Los plazos son heterogéneos y ha llegado hasta los 6 años. La venta se consigue por iniciativa propia y los clientes son diversos. Se ha vendido las patentes que a priori parecían tener más interés, si bien nunca se descarta que una patente pueda ser vendible. *Ciertamente, aun cuando no se licencian, tienen otro uso, como es el de situarse ante las empresas para colaborar en el futuro, no necesariamente mediante la compra de una patente, sino en nuevos proyectos*.
>
> I2: Se licencia bastantes de las patentes que se obtienen. Está en función de la oportunidad más que de la calidad de la patente. El problema estriba, de nuevo, en que las relaciones universidad-empresa se hacen tarde cuando se deberían empezar pronto, al fijar objetivos[110]. [...] Es difícil que sirva para obtener ingresos indirectos mediante la señalización, porque las patentes están desacreditadas en España, debido a que los requisitos para patentar son escasos (y aun así, se patenta menos que en otros países).
>
> I3: No se ha licenciado ninguna patente todavía. Las que están en negociación lo están con las empresas con que se colabora normalmente. No se ha obtenido ingresos indirectos a través de la señalización, pero no hay que descartar que llegue a ocurrir.

Estos comentarios resultan reveladores. Por un lado, la apreciación subjetiva de los dos primeros entrevistados de que se licencia bastante contrasta con los datos objetivos que nos han llevado a pensar lo contrario. Las respuestas pueden estar condicionadas por un sesgo de autosatisfacción, pero eso no obsta para que los investigadores del fenómeno de las licencias de patentes tengan en cuenta las diferencias entre un resultado globalmente decepcionante e individualmente satisfactorio.

Por otro lado, el primer entrevistado, en el fragmento resaltado en cursiva, hace pensar en que el destino de las patentes no es sólo su licencia, sino la señalización de competencias del grupo de investigación ante el exterior, lo que tiene sentido si recordamos que el entrevistado cuenta como clientes a grandes empresas que realizan vigilancia tecnológica[111]. Las empresas interpretan las patentes como señales de dominio de un campo tecnológico específico y contratan al grupo investigador para realizar I+D en ese campo. Esto hace pensar que las patentes resultan un input de la interacción universidad-empresa y que facilitan la transmisión de conocimiento (en ambos sentidos) de manera indirecta, lo que nos ha inspirado para llevar a cabo la siguiente sección. No obstante, este es el mayor punto de divergencia entre el primer entrevistado y el resto, para quienes las patentes no cumplen (de hecho, aunque el tercero admite que pueda ocurrir) la función de señalización. Se refuerza nuestra impresión de que existen dos pautas en la generación de patentes universitarias.

4.4.5.E) Convergencias (con divergencias menores): beneficios sociales de las patentes

Nuestro último bloque de preguntas se refiere a aspectos no contemplados en el modelo sobre la utilidad social de las patentes universitarias, que invitaban a reflexionar a los inventores sobre los debates normativos del apartado 4.2.1. Una primera serie aborda la cuestión de la efectividad de las patentes como mecanismos de interacción universidad-empresa:

---

[110] No obstante, el entrevistado reconoce que se puede dar el caso contrario, es decir, que dichas relaciones vicien la investigación de partida, por ejemplo cuando las empresas dan ideas de sus necesidades sin una completa conciencia del coste de aplicar la solución.

[111] Conviene insistir en lo espontáneo de la respuesta del inventor 1, que no se ajustaba a las expectativas del autor de la tesis. En cambio, la pregunta implícita se incorporó al cuestionario para confrontar su respuesta con la de otros entrevistados.

> I1: Las patentes universitarias facilitan la transferencia de tecnología. Las empresas quieren tener protección. Sin ella, no invertirían en costes adicionales de explotación de los resultados de la I+D. A la larga, los institutos o departamentos que más patentan son los que realizan más transferencia de tecnología.
>
> I2: Las patentes universitarias no facilitan necesariamente la transferencia de tecnología porque ésta depende del conocimiento mutuo, la confianza y la capacidad técnica para entenderse en ambas direcciones. [...] Por otro lado, las empresas no siempre necesitan una patente para explotar una tecnología porque les puede resultar más valioso mantener el descubrimiento en secreto. En todo caso, difícilmente van a preferir resultados publicados, porque recoger información bibliográfica y aplicarla a desarrollos propios exige un nivel tecnológico que las PYMES no tienen. [...] Y no hay que olvidar que una patente puede hacer la oferta para la empresa más atractiva, ya que con ella se le propone un producto protegido.
>
> I3: Las patentes universitarias facilitan la transferencia de tecnología. Las empresas las necesitan para explotar una tecnología. Es difícil extraer los resultados de las publicaciones, porque éstas no incluyen el "saber hacer", son sólo la punta del iceberg. De hecho, ofrecen menos información que la que pueda circular informalmente a través de contactos personales [... En mi caso] mi departamento es de los que más se relacionan con empresas en actividades de I+D y, sobre todo, de servicios.

Aunque puedan diferir en que las patentes sean suficientes para transferir tecnología (en función del énfasis concedido al papel de la confianza, el "saber hacer" adicional y las alternativas para proteger los resultados de I+D, como el secreto), los tres inventores coinciden en que son necesarias debido a la justificación tradicional (que las empresas no invertirían en costes de desarrollo adicionales de un producto desprotegido), y desde luego más que las publicaciones.

Una segunda serie de preguntas hace referencia a la utilidad de patentar comparada con la de publicar, y a la repercusión de una respecto a otra:

> I1: Es cierto que las patentes consiguen menos difusión que las publicaciones, y que tienden a retrasar las mismas, hasta unos 2 ó 3 años, pero en [nuestra unidad de investigación] se sigue publicando tanto como antes.
>
> I2: Publicar no es siempre más útil que patentar. [...] muchos investigadores (buenos) manifiestan un interés desmedido por publicar, porque las reglas de funcionamiento así se lo exigen (obtención de sexenios, publicación en revistas de impacto...) [...] Es cierto que al patentar se tiende a retrasar la publicación de los resultados, pero eso hay que verlo como una buena señal, ya que significa que lo que publicas parte de ser interesante para las empresas. Igualmente, puede ocurrir que si se escoge líneas de investigación con más posibilidad de generar patentes, disminuya la productividad, medida en número de publicaciones, ya que hay otras líneas que dan lugar a publicaciones más fácilmente. Lo que no quiere decir que sea una aportación menor, ya que a nivel práctico las publicaciones, aun citadas, pueden no ser útiles.
>
> I3: Que patentar resulte más útil que publicar depende de para qué. Publicar es útil y necesario según la filosofía de la universidad. Patentar es necesario para difundir los resultados, pero su utilidad no está clara: sólo la hay si se produce la transferencia por medio de la explotación. Dicho de otro modo, patentar sirve para justificar el gasto en I+D, pero si hubiera que hacer balance con los royalties obtenidos, el saldo sería dudoso. Además, hay que tener en cuenta que los recursos limitados de la universidad pueden obligar a los departamentos a incurrir en ciertos gastos.[112] Las patentes hacen que se retrase la publicación de los resultados de investigación. Quienes patentan pueden seguir publicando tanto como antes, pero participando en proyectos de

[112] El entrevistado explica que tuvo que co-financiar con la OTRI el pago de la solicitud de las adiciones a una de sus patentes.

> investigación distintos del que conduce a patentar, lo que obliga a una búsqueda activa de distintos tipos de proyectos.

Aun reconociendo la existencia de retrasos, ninguno de los entrevistados manifiesta una actitud negativa ante las patentes. El inventor 1 no considera que estén provocando una disminución del volumen de publicaciones y los inventores 2 y 3, aunque sí reconocen que ocurre, no consideran las publicaciones una aportación mejor. Sólo el inventor 3 indica dos problemas relacionados: el consabido de que muchas patentes no se licencian ni encuentran otra utilidad y el más original de que patentar es compatible con seguir publicando, sólo que al coste de una búsqueda activa de una cartera diversa de proyectos de investigación. Conviene observar el aumento del tiempo de gestión que esto impone, en detrimento del tiempo dedicado a investigación.

Por último, otra serie de preguntas incide sobre otros miedos respecto a las patentes universitarias:

> I1: Por otro lado, la calidad de las patentes no ha disminuido, ni el número de empresas con que hay relación. No se entiende el miedo que algunos académicos pueden tener contra las patentes universitarias.

> I2: Lo que no cambia con el énfasis por las patentes es su calidad [...] Tampoco ha disminuido el número de empresas con el que hay relaciones.

> I3: De todas formas, no ha disminuido la calidad de las patentes, porque si se quiere patentar "cualquier cosa", no pasa el filtro del comité de la UPV. Tampoco ha disminuido el número de empresas con que hay relación; por el contrario, ha aumentado. Basta con dejar clara la negociación, las reglas del juego y no hacer una negociación a la carta.

Los miedos a los que hace referencia esta serie de preguntas, pues, no parecen verse confirmados.

4.4.6. Un modelo econométrico de las patentes universitarias como indicadores de recursos: qué tipo de interacción estimulan

El segundo debate normativo sobre las patentes universitarias, expuesto en la sección 4.2.1.B), ponía en cuestión que la solicitud de dichas patentes, consiguiera de hecho su licencia, a la que iba encaminada. Por nuestra parte, hacíamos mención de una segunda vía de transferencia de resultados a partir de las patentes, que era la atracción de contratos de I+D. Esta última idea ha venido reforzada por las entrevistas de la sección anterior.

En todo caso, ambas facetas encierran una visión causal desde las patentes hacia las licencias y los contratos de I+D, que pueden servir de base para el planteamiento de un modelo econométrico. Sin embargo, nuestra revisión literaria nos ha inducido a pensar que no se ha hecho antes, a pesar de que sí existe una tradición econométrica de expresar cantidades monetarias en función, entre otras cosas, de las patentes, que reforzaría la justificación de tal visión causal. Nos estamos refiriendo a la literatura macroeconómica de los determinantes del ciclo y el crecimiento que incluye las patentes como variable explicativa, que parte de Schmookler (1966) y que encuentra su mejor continuación en trabajos como los de Fagerberg (1987) o Fagerberg y Verspagen (2002).

Los modelos de los apartados 4.4.2 y 4.4.3 incluían las mismas variables que necesitamos para estimar el impacto de las patentes sobre licencias y fondos

contractuales de I+D. Es una cuestión de invertir la relación causal entre las variables para entender cómo queremos explicar estas dos variables dependientes:

- *Lic:* importe de los contratos por licencias de patentes.
- $Id^{f,\ i}$: logaritmo del importe de los fondos contractuales de I+D financiados por la fuente f a través del instrumento i. Hemos considerado sólo dos fuentes de las cuatro del apartado 4.4.3.A), las dos principales, gobiernos (*gob*) y empresas (*emp*), y los seis instrumentos del apartado 4.4.3.B). Por lo tanto, se trata de un vector de 2x6=12 variables.

La estimación de los determinantes de la primera variable, *lic*, se puede realizar por mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Las ecuaciones del modelo del importe de los fondos contractuales forman un sistema y los términos de perturbación pueden estar correlacionados si incluyen factores comunes a todos los departamentos, así que se hace necesaria una técnica de estimación más sofisticada, por ejemplo la de mínimos cuadrados generalizados factibles iterados (MCGFI)[113]. Adviértase que, a diferencia de los modelos anteriores, ninguna variable está medida en logaritmos porque el ajuste, medido por el valor del R^2, es mejor.

Entre las variables independientes figuran las siguientes:

- *Pat*: número de patentes, tal y como lo hemos medido en el apartado 4.4.2.A). No obstante, adviértase que ahora aplicamos el desfase de un año sobre esta variable y no sobre las de licencias y contratos, por lo que no hay simultaneidad respecto a los modelos de los apartados 4.4.2 y 4.4.3.
- Otras variables independientes de los modelos de los apartados 4.4.2 y 4.4.3: *pers*, *disc_cient*, *disc_rest*, *inst*, *est*. La única diferencia es que la variable del tamaño, *pers*, no está medida en logaritmos porque de nuevo el ajuste es mejor así.
- *Tiempo*: empleamos una tendencia en vez de efectos fijos temporales, porque el modelo no se puede ajustar en este último caso.

Presentamos los resultados de la estimación de *lic* y de $id^{f,\ i}$ en el Cuadro 42 y el Cuadro 43, respectivamente. Adviértase que no pudimos ajustar un modelo significativo para los contratos de alto riesgo ni de apoyo tecnológico del gobierno.

Como se puede observar, *pat* toma un coeficiente positivamente significativo en el caso de los contratos empresariales de alto riesgo. Esta imagen es simétrica a la que encontramos en la sección anterior, a excepción de que las de subvenciones nacionales y regionales de los gobiernos no resultan significativas. Esto admite la interpretación de que las patentes atraen fondos privados pero no subvenciones públicas para la investigación a más largo plazo. Además, significa implícitamente que las patentes promueven la interacción con las empresas capaces de financiar tal clase de investigación.

Remarcablemente, *pat* no es significativa para la variable dependiente en el caso de *lic*. Esto indica que las solicitudes de patente no conducen a obtener más licencias, quizás otra vez porque no hay suficientes licencias como para permitir encontrar una relación significativa. Otras variables sobre las que el impacto de las patentes es neutral son las subvenciones y los contratos de apoyo tecnológico de gobiernos y empresas, los contratos de alto riesgo de los gobiernos y los contratos de consultoría y otros contratos de las empresas. Estas categorías suponen porcentajes pequeños de los fondos totales de

[113] Sobre el modelo, remitimos al capítulo 14 de Greene (2003), especialmente a las páginas 344 a 351.

I+D o indican una clase de interacción poco demandante de nuevo conocimiento, por lo que resulta difícil de creer que las patentes, portadoras de tal conocimiento, promoverán significativamente estos contratos.

Finalmente, las patentes ejercen una influencia negativa significativa sobre las subvenciones europeas a la investigación gestionadas por gobiernos y empresas. Lo que observamos puede significar que son sustitutivas de las patentes universitarias como manera de interactuar con los socios empresariales.

Cuadro 42. Estimación por MCO del modelo del importe de las licencias de patentes de la UPV, con las patentes como indicador de recursos – modelo reducido

Variable	*Var. dep. : Lic*
Constante	-0.55 (0.78)
Inst	0.43 (0.20) ***
Número de observaciones	430
Test de la F	7.01***

* Significatividad al 10%. ** Significatividad al 5%. *** Significatividad al 1%.

Cuadro 43. Estimación por MCGFI del modelo del importe de los fondos contractuales de la UPV, con las patentes como indicador de input – modelos reducidos

Variable	*Var. dep.: $Id^{gob.\ snr}$*	*Var. dep.: $Id^{gob.\ se}$*	*Var. dep.: $Id^{gob.\ car}$*	*Var. dep.: $Id^{gob.\ cat}$*	*Var. dep.: $Id^{gob.\ cc}$*	*Var. dep.: $Id^{gob.\ oc}$*
Constante	3,58 (0,59) ***	-35,46 (11,22) ***			-17,85 (4,47) ***	42,04 (16,96) **
Pat		-0,94 (0,45) **				
Pers						
Disc_cient	11 (1,19) ***	3,72 (0,85) ***			-0,66 (0,32) **	
Disc_rest						
Inst		7,13 (3,01) **				
Est	9,91 (3,16) ***					
Tiempo		0,39 (0,12) ***			0,19 (0,05) ***	-0,43 (0,18) **
Número de observaciones	430	430			430	430
Test de la F	39,05***	10,02***			10,6***	3,35*

(Cuadro 43 continuado)

Variable	*Var. dep.: $Id^{ind.\ snr}$*	*Var. dep.: $Id^{ind.\ se}$*	*Var. dep.: $Id^{ind.\ car}$*	*Var. dep.: $Id^{ind.\ cat}$*	*Var. dep.: $Id^{ind.\ cc}$*	*Var. dep.: $Id^{ind.\ oc}$*
Constante	-3,65 (1,46) **	-0,08 (0,2)	3,77 (0,54) ***	32,87 (9,39) ***	-22,88 (4,77) ***	0,01 (0,05)
Pat		-0,47 (0,19) **	1,23 (0,5) **			
Pers					0,02 (0,01) ***	
Disc_cient	0,23 (0,11) **	1,08 (0,38) ***				0,25 (0,09) ***
Disc_rest		0,63 (0,31) **	-2,19 (0,85) **	-1,4 (0,64) **	-0,86 (0,3) ***	0,19 (0,08) **
Inst		3,53 (1,29) ***	10,31 (3,32) ***			
Est						
Tiempo	0,04 (0,02) **			-0,31 (0,1) ***	0,25 (0,05) ***	
Número de observaciones	430	430	430	430	430	430
Test de la F	7,25***	5,54***	11,23***	5,62***	18,13***	5,66***

* Significatividad al 10%. ** Significatividad al 5%. *** Significatividad al 1%.

4.4.7. Solicitudes de patentes de inventores de la UPV, por instituciones distintas de la UPV

Hasta ahora, hemos considerado como patentes universitarias sólo las patentes solicitadas por las propias universidades. Sin embargo, puede ocurrir que los miembros de la comunidad universitaria generen invenciones patentables fuera de la universidad, bien solicitándolas personalmente, bien solicitándolas otra institución, por ejemplo si se ha desempeñado un proyecto para una empresa que da lugar a resultados susceptibles de protección.

La transferencia de conocimiento de la universidad a la empresa es distinta en este caso que en el estudiado hasta ahora. Las patentes poseídas por la universidad incorporan conocimiento que (presumiblemente) será transferido a través de mecanismos de licencia o de señalización, a costa de mantener en funcionamiento infraestructuras como parte de las OTRI, y a cambio de ingresos y conocimiento empresarial. Las patentes de inventores universitarios no poseídas por la universidad son el resultado de una interacción de hecho en la que se genera un conocimiento del que se apropia la empresa desde el principio. Cuando se diseña un marco legal e institucional sobre patentes, hay que tener en cuenta si ambos tipos de interacción son deseables y, en ese caso, si son complementarias.

Para llevar a cabo el estudio de las patentes de inventores de la UPV no solicitadas por la UPV, no hemos podido emplear la base de datos del CTT, que sólo incluía las patentes gestionadas por la propia OTRI, es decir, las solicitadas por la UPV. Hemos vuelto a utilizar la base de datos CIBEPAT (véase el apartado 4.3) de la siguiente forma: en primer lugar, hemos extraído las patentes concedidas de la UPV de la serie de patentes de universidades españolas, mediante la exploración del campo "solicitante"; en segundo lugar, hemos confeccionado una base de datos de los inventores que figuraban en esas patentes; en tercer lugar, hemos hecho una nueva búsqueda en CIBEPAT para obtener todas las patentes en las que figurara como inventor cada uno de los inventores anteriores. De esa manera, hemos podido averiguar en cuántas patentes participaban tanto solicitadas por la UPV como no solicitadas por la UPV.

El resultado aparece en el Cuadro 44, en el que hemos ordenado a los inventores, manteniendo anónimo su nombre, según el número total de patentes en que intervienen, de más a menos. Sólo hemos encontrado 13 participaciones en patentes fuera de la UPV, de un total de 282[114]. La conclusión es evidente: existe muy poca participación en patentes solicitadas por instituciones distintas de la UPV.

Encontramos dos posibles razones para este fenómeno, derivadas del marco legal e institucional español. La primera es que el marco legal permite que parte de los ingresos procedentes de licencia de patentes de la universidad se destine al inventor, apoyado en la gestión por la OTRI y sin mayores trabas administrativas. Por lo tanto, éste cuenta con un incentivo a que la propiedad industrial quede dentro de la universidad.

La segunda razón reside en el marco institucional[115], en dos sentidos. Por un lado, España está especializada económicamente en sectores de base no científica, que cuando contratan con la universidad tienden a demandar I+D poco costosa y a corto

---

[114] Hemos considerado las patentes de titularidad compartida entre la UPV y otra institución (en casi todos los casos, el CSIC, debido a la presencia de institutos mixtos) como solicitadas por la UPV).

[115] Empleamos la noción de "instituciones" en el sentido amplio de Edquist (1997), expuesto en el apartado 2.4.4.E)

plazo. De acuerdo con nuestros resultados, esta I+D es poco conducente a patentes. Por otro lado, según el Capítulo 3, la cultura de los académicos respecto a la interacción universidad-empresa, al menos en la Comunidad Valenciana, mezcla rasgos de una concepción bidireccional, en el sentido de Meyer-Krahmer y Schmoch (1998) (aprobación del intercambio de conocimiento, de la investigación conjunta, etc.), con otros de una concepción unidireccional (gusto por la investigación contratada, relativo rechazo de los contactos informales y del intercambio de personal investigador, etc.) Estos factores de resistencia a la bidireccionalidad probablemente constituyan una barrera a la aparición de patentes en la empresa.[116]

Cuadro 44. Patentes concedidas con inventores de la UPV, 1986-1997

Inventor	*Patentes solicitadas por la UPV*	*Patentes no solicitadas por la UPV*	*Total*
Inventor 1	42	6	48
Inventor 2	12		12
Inventor 3	6		6
Inventor 4	6		6
Inventor 5	6		6
Inventor 6	5		5
Inventor 7	5		5
Inventor 8	5		5
Inventor 9	4		4
Inventor 10	4		4
Inventor 11	4		4
Inventor 12	4	1	5
Inventor 13	4	2	6
Inventor 14	4		4
Inventor 15	3	1	4
Inventor 16	3		3
Inventor 17	3	2	5
Inventor 18	3		3
Inventor 19	3	1	4
Resto	143	0	143
Total	269	13	282

Fuente: elaboración propia a partir de OEPM (2001).

De esta manera, la opción a que surjan patentes de los contratos con otras instituciones resulta más virtual que real y las posibilidades de realizar una estimación econométrica de sus determinantes, trivial por la falta de observaciones distintas de cero. Situación que vuelve especialmente interesante la pregunta de qué ocurre en países donde el marco legal e institucional permite que haya todo tipo de patentes universitarias, y que intentamos contestar en el siguiente apartado.

4.5. Un segundo estudio de caso, bajo incentivos legales e institucionales distintos: la Universidad Louis Pasteur

Como hemos argumentado en el apartado anterior, es conveniente abordar el fenómeno de las patentes universitarias desde la doble perspectiva de aquéllas que son solicitadas por la universidad y aquéllas que no lo son, pero cuentan con un inventor universitario. De hecho, dentro de este segundo grupo, cabe distinguir entre inventores

[116] No hay por qué atribuir la responsabilidad solamente a la universidad. De forma anecdótica, podemos mencionar que uno de los entrevistados del apartado 4.4.5 justifica la falta de participación en patentes de la empresa porque en la negociación previa con la universidad, la empresa se niega a colaborar a menos que el investigador universitario renuncie a todos los derechos, incluido el de figurar como inventor.

que participan en ambos tipos de patentes e inventores que sólo participan en patentes no solicitadas por la universidad.

El caso francés presenta frente al español la ventaja de contar con patentes de las tres categorías gracias a un marco legal e institucional que permite una mayor diversidad de opciones. Respecto al marco legal, los contratos por licencia de patentes de la universidad, permiten obtener ingresos para el inventor de forma más dificultosa en Francia que en España . En primer lugar, en Francia el menor tamaño promedio de las OTRI disminuye el apoyo recibido por el investigador. En segundo lugar, en Francia existen más trabas administrativas para que éste pueda disponer de los ingresos obtenidos por la universidad de la correspondiente licencia (Durand y Feuille, 1988). Por lo tanto, en España existe un incentivo mayor a que la propiedad industrial quede dentro de la universidad.

Respecto al marco institucional, Francia está especializada en sectores de base científica, que cuando contratan con la universidad tienden a demandar I+D más costosa y a largo plazo. Es lógico que se deriven más patentes de este tipo de I+D, que quedarán en propiedad de la empresa. Por otra parte, en Francia la concepción de la interacción está más desarrollada en el sentido bidireccional, en el que se está más abierto al intercambio de conocimiento (Fernández de Lucio et al., 2003). Es lógico que así exista más diversidad de opciones y que surjan patentes tanto en la universidad como en la empresa.

La Universidad Louis Pasteur (ULP) de Estrasburgo (Francia), en contraste con la UPV, es representativa de las universidades europeas más antiguas y prestigiosas, y una de las mayores de Francia en términos de ejecución de fondos de I+D. En el año 2000 contaba con cerca de cien unidades de investigación (en el caso francés, laboratorios) en los que se encuentran unos 1500 investigadores permanentes de varias disciplinas, entre las que destacan las adscritas a tecnologías de base científica. Hay que mencionar que la ULP mantiene una proporción mayoritaria de fondos públicos, al mismo tiempo que atrae un monto absoluto de fondos privados considerable. Estas razones inducen a pensar que encontraremos una variedad mayor de estrategias de patentes que en universidades como la UPV[117].

Como en el caso de ésta, vamos a plantear dos modelos econométricos: un primero en el que nos centramos en la importancia de las fuerzas microeconómicas (apartado 4.5.1) y un segundo en el que descomponemos nuestra medida de fondos de I+D según el origen de la financiación (apartado 4.5.2.)

4.5.1. Un primer modelo econométrico de los determinantes de las patentes universitarias: la importancia de las fuerzas microeconómicas

4.5.1.A) El modelo econométrico y la medición de las variables

Planeamos empezar por estimar mediante un modelo de regresión de Poisson la siguiente función de producción:

$$\ln \mathrm{E}\left[\mathrm{pat}_{it}\right] = x'\beta, \mathrm{i} = 1,...,\mathrm{N}; \mathrm{t} = 1,...,\mathrm{T} \qquad (34)$$

A continuación, contrastaremos la idoneidad de los modelos Poisson inflado con ceros, binomial negativo y binomial negativo inflado con ceros. Se trata de una variante del modelo del apartado 4.4.2.A), en el que, remarcablemente, cambia el hecho de que

[117] Véase algo más de información sobre la ULP en el Anexo H.

pat, que representa las solicitudes de patentes con al menos un inventor de la universidad, es un vector que puede descomponerse en tres variables:

- *Pat^ULP*: patentes de inventores de la ULP solicitadas por la ULP.
- *Pat^noULP1*: patentes de los mismos inventores, que a partir de ahora denominaremos "primer círculo de inventores", no solicitadas por la ULP.
- *Pat^noULP2*: patentes de otros inventores de la ULP, que a partir de ahora denominaremos "segundo círculo de inventores", no solicitadas por la ULP.

Contamos con datos sobre los laboratorios de la ULP, procedentes de varias bases de datos, que fueron construidas en el marco de un proyecto de investigación del *Bureau d'Economie Théorique et Appliquée* (BETA).

Los datos sobre patentes provienen del Instituto Nacional[118] de la Propiedad Industrial (INPI). Se disponía de una lista de todo el cuerpo docente de la ULP activo en los años 1996 y 2000[119]. A través de diversas consultas, identificamos las solicitudes de patentes francesas, europeas y PCT en las que al menos una persona en la lista anterior aparecía como inventor.[120]

Los datos sobre los regresores, *x*, que propondremos (la financiación contractual, las características institucionales y el cuerpo docente), fueron construidos a propósito para el proyecto citado a partir de fuentes internas de la ULP, principalmente de su OTRI, la *ULP-Industrie* y del departamento financiero de la universidad. Una especificidad importante de la base de datos es que sólo consideramos unidades de investigación que han decidido (y en la mayoría de los casos, conseguido) pasar un proceso de evaluación para ser reconocidas por autoridades centrales como el Ministerio Francés de Investigación y/o el *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS) y/o el *Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale* (INSERM). Del mismo modo, el personal docente considerado se compone de los miembros "declarados" por las mismas unidades de investigación. No obstante, en el caso de la ULP, la base de datos incluye casi todas las unidades de investigación de la universidad y la gran mayoría del personal docente que realiza investigación.

Una limitación importante de los datos sobre contratos es que algunos de los laboratorios en la muestra son unidades que pertenecen, al menos en parte, a otros organismos públicos de investigación, como el CNRS o el INSERM. Estos laboratorios son parte de la ULP porque pueden compartir algunos científicos, y pueden gestionar libremente sus contratos tanto a través de la ULP como de sus otras organizaciones de origen[121]. Por lo tanto, no teníamos ninguna información sobre los contratos que estos laboratorios decidían no gestionar a través de la ULP. Para tener en cuenta este problema, construimos la variable *did*, que toma el valor 1 si la institución *i* es uno de los laboratorios anteriores y no tiene ningún contrato en el año *t*.

---

[118] Obviamente, francés.

[119] Por lo tanto, no pudimos buscar patentes inventadas por profesores que no estaban activos en la ULP en esos años.

[120] En Francia suele haber pocos cambios en el personal docente, así que el uso de datos de 1996 y 2000 permite una cobertura amplia en términos de la población de personal docente.

[121] Adviértase que se trata de instituciones propias del CNRS o del INSERM y que no tienen el mismo estatus que instituciones mixtas entre la ULP y el CNRS o el INSERM. Estas son otras instituciones que pueden compartir científicos y también fondos de ambas fuentes. De hecho, los fondos contractuales deben ser gestionados a través de la ULP en estos casos, así que el problema anteriormente descrito no se aplica en éste.

Mientras que los datos sobre contratos abarcan diversos años, los datos sobre los laboratorios y el cuerpo docente están disponible para un solo año, 1996[122]. Así, no podremos construir la variable dinámica deseada, $tamaño_{i,t-1}$, sino una variable estática, $tamaño_i$, que asumimos constante a lo largo del tiempo. Para reducir el problema, no medimos la variable con el tamaño real en 1996, sino con cuatro categorías del tamaño, delimitadas por los cuartiles de la distribución. Creemos que esta clasificación es más estable temporalmente. Por otra parte, la información sobre la disciplina científica y el tipo de laboratorio se basa en clasificaciones oficiales.

Podemos clasificar las patentes por laboratorios a través de los inventores, la adscripción de los cuales a los laboratorios figura en la base de datos del cuerpo docente. Emparejar las diversas bases de datos dio lugar a la selección de los 8 años que transcurren desde 1993 hasta 2000 como período de observación. Dado que contamos con información sobre los 83 laboratorios de la ULP vivos en 1996, y asumimos que lo han estado durante el período entero, el panel resultante consta de 664 observaciones.

Por todo ello, este es el listado de variables definitivo y la forma en que las hemos medido:

- *Log id:* logaritmo del importe de los fondos contractuales de I+D, descontados por el deflactor del PIB. Los fondos contractuales incluyen subvenciones y contratos de I+D, financiados a través de gobiernos, empresas, centros públicos de investigación y asociaciones.[123]
- *Did:* variable ficticia igual a 1 si el laboratorio es una unidad del CNRS o del INSERM y no informa sobre sus contratos a la ULP, lo que significa que éstos son gestionados por aquéllas instituciones y no por ésta.
- *Tamaño:* categorías de tamaño, ordenadas de 0 a 3, en función del número de investigadores.
- *Disc:* una serie de variables ficticias para las disciplinas académicas de la ULP: *bio* (biología), *qui* (química), *gen* (genética), *med* (medicina), *neu* (neurología), *fis* (física) y *otras* (compuesta por ciencias exactas y ciencias sociales y humanidades, que reservaremos como categoría de referencia).
- *Inst:* una serie de variables ficticias para los tipos de laboratorios de la ULP: *uins* (*unité INSERM*, o unidad del INSERM), *umr* (*unité mixte de recherche*, o unidad mixta de investigación), *upr* (*unité propre de recherche*, o unidad de investigación propia, perteneciente al CNRS) y *otros* (que reservaremos como categoría de referencia). Adviértase que esta clasificación está relacionada con el reconocimiento oficial de la unidad. Mientras que la categoría de referencia corresponde a laboratorios solamente reconocidos por el Ministerio Francés de Ciencia y Tecnología, las tres primeras (*uins*, *umr* y *upr*) también son reconocidas por el CNRS o el INSERM y reciben financiación extra por su parte. Las últimas tienden a ser consideradas como instituciones "más prestigiosas" porque hay un fuerte proceso de evaluación científica de los resultados de la investigación, al menos cada cuatro años. El reconocimiento por el CNRS o el INSERM es a menudo una señal de calidad científica y académica.
- *D92, ..., D00:* serie de efectos fijos temporales, independientes del individuo.

---

[122] Estaba disponible para el 2000 también, pero dado que los datos fiables sobre patentes terminan el mismo año, no pudimos usar esa información.

[123] Véase la nota 95.

El Cuadro 45 proporciona algunas estadísticas descriptivas (promedio y desviación estándar) de las variables. La cuarta columna indica la distribución del número de patentes de acuerdo con nuestras categorías de laboratorios.

El número total de patentes es 463, así que, en promedio, cada laboratorio solicitó 0,70 patentes por año. La ULP posee sólo 62 de las mismas (promedio=0,09) y las empresas y otras instituciones poseen 153 del primer círculo de inventores (promedio=0,23) y 248 del segundo círculo de inventores (promedio=0,37.)

El monto total de los contratos es igual a 67.454.230€ y el promedio es 101.588€ (los valores del cuadro están medidos en logaritmos). El 24% de las observaciones son a la vez ceros y provenientes de laboratorios del CNRS o el INSERM. El número de profesores en 1996 era 1400, así que el laboratorio promedio tenía 17 investigadores, un valor entre nuestras categorías 1 y 2.

Cuadro 45. Estadísticas descriptivas de las variables del modelo de la ULP

Variable	*Media*	*Error estándar*	*Cuota de patentes*
Pat	0,70	1,65	
Pat^ULP	0,09	0,44	
Pat^noULP1	0,23	0,86	
Pat^noULP2	0,37	1,15	
Log id	3,05	2,90	
Did	0,24	0,43	
Tamaño	1,41	1,13	
(Disc)			
Bio	0,14	0,35	22,68%
Qui	0,10	0,30	8,21%
Gen	0,11	0,31	36,72%
Med	0,27	0,44	7,56%
Neu	0,08	0,28	0,86%
Fis	0,06	0,24	11,02%
(Inst)			
Umr	0,23	0,42	24,62%
Uins	0,11	0,31	6,48%
Upr	0,25	0,44	54,64%

La disciplina predominante de la ULP es medicina (27% de los laboratorios), seguida de biología y genética (14% y 11% de los laboratorios, respectivamente). Podemos ver en la columna 4 que la distribución de las patentes es algo diferente y más concentrada. Medicina mantiene tan sólo menos del 8% del total de solicitudes, mientras que genética y biología mantienen el 37% y el 23%, respectivamente. Incluso farmacia, con sólo el 6% de los laboratorios, mantiene el 11% de las patentes.[124]

Los tipos predominantes de laboratorio son las unidades propias del CNRS (25%) y las unidades mixtas del CNRS (23%). La correlación con las patentes es mayor que en el caso de las disciplinas, dado que las unidades propias del CNRS mantienen la mayor

[124] El caso de la medicina es ciertamente el signo de otra debilidad de la base de datos, debido a razones institucionales. La investigación llevada a cabo en esa disciplina está fuertemente interconectada con el Hospital Universitario de Estrasburgo, que es una institución separada e independiente de los laboratorios. Es muy difícil por tanto tener información fidedigna sobre su personal y consecuentemente sobre las patentes inventadas por el personal omitido.

parte de ellas (55%), seguidas de las unidades mixtas del CNRS (25%). La distribución, sin embargo, es incluso más asimétrica que en el caso de las disciplinas.

4.5.1.B) Resultados de las estimaciones

Al igual que en el caso de la UPV, hemos empleado las técnicas de datos de recuento para llevar a cabo las regresiones. El Cuadro 46 muestra los resultados de estimar el modelo 1. En todos los subgrupos de patentes, la técnica preferida ha sido la binomial negativa[125]. La primera columna utiliza las patentes agregadas como variable dependiente. Podemos ver que la financiación contractual tiene un impacto positivo, significativo. También lo tiene la variable del control para la financiación contractual posiblemente omitida, indicando que es un problema real.

Cuadro 46. Estimación binomial negativa de las patentes de la ULP – modelos reducidos

Variable	*Var. dep.: pat*	*Var. dep.: pat^ULP*	*Var. dep.: pat^noULP1*	*Var. dep.: pat^noULP2*
Constante	-2,69 (0,44) ***	-6,23 (1) ***	-3,07 (0,49) ***	-3,58 (0,67) ***
Log id	0,15 (0,04) ***		0,17 (0,06) ***	
Did	1,23 (0,31) ***			
Tamaño	0,42 (0,09) ***	0,78 (0,34) **		0,34 (0,13) ***
(Disc)				
Bio	1,61 (0,3) ***	3,87 (0,96) ***	1,98 (0,46) ***	-0,11 (0,58)
Qui	0,44 (0,31)	1,52 (1)	0,4 (0,54)	0,09 (0,41)
Gen	1,53 (0,32) ***	3,18 (0,88) ***	2,57 (0,56) ***	0,74 (0,49)
Med	-0,16 (0,31)	2,38 (0,89) ***	-0,37 (0,5)	-1,55 (0,7) **
Neu	-1,36 (0,58) **	1,73 (1,15)	-1,54 (1,11)	-2,76 (1,16) **
Fis	1,17 (0,34) ***	1,98 (1) **	0,91 (0,6)	0,6 (0,55)
(Inst)				
Umr				1,57 (0,69) **
Uins				3,37 (0,46) ***
Upr				2,62 (0,54) ***
δ	1,91 (0,62) ***	3,99 (1,9) **	5,72 (1,64) ***	2,07 (0,46) ***
Nº de observaciones	664	664	664	664
Log verosimilitud	-612,89	-165,69	-302,94	-391,00
Log verosimilitud restringida	-727,34	-180,70	-389,28	-454,25
Test χ^2	228,89***	30,03***	172,69***	126,51***
Grados de libertad	10	8	8	11
AIC	1.235,79	339,38	613,88	792,99

* Significatividad al 10%. ** Significatividad al 5%. *** Significatividad al 1%.
Nota: en la estimación binomial negativa, la log verosimilitud restringida es la de la correspondiente estimación de Poisson, el test χ^2 permite el contraste entre ambas y los grados de libertad son los de dicho contraste. En cambio, el AIC está calculado con los grados de libertad del modelo binomial negativo (k-1)

El coeficiente del *tamaño* es positivo y significativo también, reflejando que es importante controlar mediante esta variable para estimar el efecto de la financiación contractual. Lo mismo ocurre con los coeficientes de algunas de las variables ficticias disciplinares, lo que significa que la probabilidad de patentar en las disciplinas

[125] Como se puede observar en la estimación de la cuarta columna, el parámetro de sobredispersión , δ, no es significativo. Sin embargo, los contrastes de Cameron y Trivedi la detectan y el contraste de máxima verosimilitud prefiere la estimación binomial negativa a la Poisson. En todo caso, tanto con el modelo de Poisson ordinario como con el Poisson inflado con ceros se obtiene resultados idénticos sobre la significatividad de las variables.

correspondientes es mayor que en la categoría de referencia, *otras*: biología, genética y física. No debería resultar sorprendente, dado que muchas de las disciplinas anteriores operan en tecnologías basadas en la ciencia, mientras que las *otras* abarcan disciplinas con restricciones técnicas (ciencias sociales y humanidades) o legales (matemáticas, software) para patentar. Las únicas excepciones son química y medicina, no significativamente diferentes de *otras*, y neurología, que tiene una propensión significativamente menor a patentar.

Con respecto a las diferencias institucionales, podemos ver que ninguna de las categorías tiende a patentar más que el grupo de referencia *otros*, así que las instituciones más prestigiosas (*uins*, *umr*, *upr*) desaparecen del modelo reducido. Del mismo modo, los efectos temporales no aparentan ser significativos, como si fuerzas externas como la OTRI, los cambios legales o los efectos desbordamiento de la financiación no estuvieran siendo eficaces.

Las columnas 2 a 4 son los resultados de regresiones en los diversos subconjuntos de patentes. Éstos son los hallazgos más notables:

- La financiación contractual sólo ejerce un impacto significativo sobre las patentes de inventores del primer círculo, no solicitadas por la ULP. Esto puede significar que el volumen de fondos no explica la pertenencia de un inventor a un círculo u otro, pero sí, dentro del primer círculo, la posibilidad de patentar fuera de la ULP.
- Las dos primeras disciplinas en términos de la propensión a patentar (biología y genética) producen patentes de inventores del primer círculo, solicitadas tanto por la universidad como por la empresa, mientras que la siguiente disciplina (física) sólo destaca en patentes de la ULP. En cambio, la medicina, aunque no posea más patentes en general que la disciplina promedio, también se especializa más en patentes solicitadas por la ULP. Por otro lado, la menor propensión de la neurología por patentar es atribuible al segundo círculo de inventores.
- Las instituciones más prestigiosas (*umr*, *uins*, *upr*) tienden a patentar más que las menos prestigiosas, pero con una mayor actitud de polizonte, puesto que sus inventores pertenecen al segundo círculo (*pat^noULP2*): no patentan a través de la ULP sino que patentan a través de la empresa u otras instituciones.

4.5.2. Un segundo modelo econométrico de los determinantes de las patentes universitarias: fuentes de financiación

Nuestra base de datos de la ULP distingue tipos de fondos en función de su fuente de financiación. Basándonos en nuestra revisión bibliográfica y procediendo como el caso de la UPV, añadimos al modelo previo la descomposición de los fondos contractuales en las siguientes categorías:

- *Log id^gobnac*: logaritmo del importe real de los contratos con gobiernos nacionales.
- *Log id^gobreg*: logaritmo del importe real de los contratos con gobiernos regionales.
- *Log id^gobeur*: logaritmo del importe real de los contratos con el gobierno europeo.
- *Log id^emp*: logaritmo del importe real de los contratos con empresas.
- *Log id^cpi*: logaritmo del importe real de los contratos con centros públicos de investigación.
- *Log id^as*: logaritmo del importe real de los contratos con asociaciones.

Presentamos algunas estadísticas descriptivas de las variables en Cuadro 47.

Cuadro 47. Estadísticas descriptivas de las variables de fondos del modelo de la ULP

Variable	*Media*	*Error estándar*
Log id^gobnac	0,41	1,43
Log id^gobreg	0,60	1,70
Log id^gobeur	0,86	2,04
Log id^emp	1,84	2,62
Log id^cpi	1,34	2,36
Log id^as	0,50	1,56

Los resultados de las regresiones aparecen en el Cuadro 48. De nuevo la técnica preferida ha sido la binomial negativa, inflada con ceros en el segundo subconjunto de patentes (*pat^noULP1*). Vemos en la columna 1 que los contratos con empresas son los únicos que dan lugar significativamente a las patentes en conjunto. Cuando distinguimos entre distintos tipos de solicitud, sin embargo, podemos advertir que este resultado se mantiene sólo en el caso de las patentes de inventores del primer círculo no solicitadas por la ULP. De hecho, la situación de las patentes solicitadas por la ULP es sustancialmente diferente: cierto tipo de fondos públicos (los contratos con gobiernos regionales) son los únicos que ejercen un efecto significativo. Por otra parte, el subconjunto de patentes en la cuarta columna no aparenta dar respuesta a ninguna fuente en particular, por lo que el modelo presentado es, en realidad, el mismo del Cuadro 46.

El signo y significación del resto de coeficientes de las columnas 1, 2 y 4 se mantienen como en la estimación del modelo 1, lo que apunta hacia la consistencia de los resultados. El criterio de información de Akaike (AIC) es indiferente entre las estimaciones del Cuadro 48 y las del Cuadro 46. Respecto a la columna 3, que contiene la estimación del subconjunto de patentes del primer círculo de inventores no solicitadas por la ULP (*pat^noULP1*), la técnica preferida arroja más coeficientes significativos que en la estimación correspondiente del Cuadro 46: los positivos del tamaño y la disciplina de física, y los negativos de dos instituciones prestigiosas, *umr* y *upr*. Nada de ello invalida los resultados anteriores y, en cambio, refuerza el relativo a la especialización de las instituciones prestigiosas en patentes de inventores del segundo círculo. El AIC prefiere significativamente la estimación de la columna 3 del Cuadro 48 a la del Cuadro 46.

Cuadro 48. Estimación binomial negativa de las patentes de la ULP con los fondos contractuales desagregados por fuente de financiación – modelos reducidos

Variable	*Var. dep.: pat*	*Var. dep.: pat^ULP*	*Var. dep.: pat^noULP1 (estimación inflada con ceros)*	*Var. dep.: pat^noULP2*
Constante	-2,35 (0,39) ***	-6,76 (0,95) ***	-4,81 (0,94) ***	-3,58 (0,67) ***
Log id^gobreg		0,26 (0,12) **		
Log id^emp	0,13 (0,04) ***		0,21 (0,08) ***	
Did	0,95 (0,25) ***			
Tamaño	0,42 (0,09) ***	0,74 (0,31) **	1,34 (0,38) ***	0,34 (0,13) ***
(Disc)				
Bio	1,53 (0,3) ***	4,34 (0,89) ***	3,94 (0,77) ***	-0,11 (0,58)
Qui	0,33 (0,31)	1,86 (1,02) *	1,06 (0,85)	0,09 (0,41)
Gen	1,5 (0,32) ***	3,75 (0,84) ***	3,84 (0,92) ***	0,74 (0,49)
Med	-0,22 (0,31)	2,7 (0,96) ***	0,95 (0,89)	-1,55 (0,7) **
Neu	-1,31 (0,58) **	2,01 (1,08) *	0,03 (1,51)	-2,76 (1,16) **
Fis	1,13 (0,34) ***	1,85 (1,32)	6,84 (1,64) ***	0,6 (0,55)
(Inst)				
Umr			-1,88 (0,75) **	1,57 (0,69) **
Uins			-1,01 (0,93)	3,37 (0,46) ***
Upr			-1,95 (0,77) **	2,62 (0,54) ***
δ	1,9 (0,63) ***	3,45 (1,68) **	0,96 (0,46) **	2,07 (0,46) ***
γ			0,68 (0,31) **	
Nº de observaciones	664	664	664	664
Log verosimilitud	-612,49	-162,07	-285,46	-391,00
Log verosimilitud restringida	-727,02	-175,83		-454,25
Test χ^2	229,04***	27,5***		126,51***
Grados de libertad	10	9	13	11
AIC	1.234,99	333,15	583,91	792,99

* Significatividad al 10%. ** Significatividad al 5%. *** Significatividad al 1%.
Nota: en la estimación binomial negativa, la log verosimilitud restringida es la de la correspondiente estimación de Poisson, el test χ^2 permite el contraste entre ambas y los grados de libertad son los de dicho contraste. En cambio, el AIC está calculado con los grados de libertad del modelo binomial negativo (k-1)

4.5.3. Resumen de resultados, comparación con la UPV y limitaciones del estudio

El Cuadro 49 amplía el Cuadro 41 para comparar los resultados de otros estudios y el de la UPV con los de las patentes solicitadas por la UPL. La ULP aporta como diferencias más notorias, en primer lugar, que los fondos agregados de I+D no resulten significativos, debido a que los fondos empresariales sólo son significativos para las patentes solicitadas por las empresas o a que no estamos distinguiendo por tipo de instrumento; en segundo lugar, que el rango institucional y la tendencia apenas influyen sobre las patentes de la ULP, porque según el sistema francés de incentivos estas variables pasan a ser más influyentes sobre las patentes no solicitadas por la universidad. Por otro lado, existen semejanzas como los rendimientos decrecientes de la I+D en todos los casos, la falta de relevancia de la financiación propia y de otras fuentes, así como del número de profesores (que sí resulta significativo para las patentes fuera de la ULP), y la relevancia de la disciplina, presentándose oportunidades especiales para patentar en las disciplinas de tecnologías de base científica.

Cuadro 49. Comparación de los resultados de otros estudios econométricos y de la UPV con los de la ULP

Grupo de variables	*Variable*	*Medida*	*Otros estudios*	*UPV*	*ULP*
Fuerzas internas	Actividades de I+D	Fondos agregados de I+D	+ ✓	+ ✓	×
		Financiación pública	+ ✓	+ ✓ (instrumentos a más l/p)	+ ✓
		Financiación empresarial	×	+ ✓ (instrumentos a más l/p)	×
		Financiación propia y de otras fuentes	×	×	×
	Tamaño	Número de profesores	× (2) vs. + ✓ (1)	×	+ ✓
		Número de alumnos	×		
	Disciplina				
	De áreas tecnológicas basadas en la ciencia	Variable ficticia		+ ✓	+ ✓
	De áreas con restricciones para patentar	Variable ficticia		- ✓	- ✓
	Rango institucional	Variable ficticia		+ ✓	×
	Inventores estrella	Variable ficticia		+ ✓	?
	Características personales	Salario promedio	+ ✓	?	?
	Licencias	Valor de los contratos de licencias		×	?
	Experiencia de patentar	Patentes acumuladas	+ ✓	?	?
Fuerzas externas	Shocks temporales exógenos	Tendencia, dummies anuales	+ ✓	+ ✓	×
	Efectos desbordamiento de la I+D	Fondos de otras unidades de observación	+ ✓	+ ✓	?
	Fuerza de la TTO/OTRI	Número de empleados	+ ✓ (2) o × (1)	+ ✓	?
	Marco legal	Variable ficticia a partir del año de un cambio en el marco legal	×	×	?

Fuente: elaboración propia a partir de los estudios reseñados en el apartado 4.2.2. El signo ✓ indica una influencia significativa, el signo + que es positiva y el signo – que es negativa. El signo × indica una influencia no significativa.

Nuestras aportaciones más interesantes se encuentran, sin embargo, en la comparación de las patentes de la ULP con las dos nuevas series de patentes analizadas: las de inventores de la ULP solicitadas por empresas u otras instituciones. Si nos restringimos a las patentes en propiedad de la universidad, sólo los fondos regionales son significativos. Sin embargo, cuando distinguimos entre fuentes de financiación a escala agregada y para el primer círculo de inventores, sólo la financiación empresarial está correlacionada con las patentes. Esto es algo relativamente intuitivo si pensamos que la mayoría de esas patentes pertenecen a la empresa y otras instituciones, y lo confirma la estimación cuando desagregamos por tipos de patentes. Es un signo de que el carácter a la hora de patentar observado es el resultado de una estrategia del socio externo más que de la propia universidad. Se trata, además, de otra de las características europeas del carácter de las instituciones públicas de investigación a la hora de patentar.

Otro tema de interés es las diversas pautas disciplinarias e institucionales que sigue la elección de una investigación que dé lugar a patentar a través de la ULP y/o de la empresa u otras instituciones. De acuerdo con nuestros resultados, algunas disciplinas determinan significativamente si la patente será solicitada por la ULP o por la empresa u

otras instituciones, mientras que el reconocimiento institucional determina significativamente si los inventores pertenecen al primer o al segundo círculo.

En efecto, los laboratorios de medicina o neurología tienden a patentar más a través de la ULP, quizás debido al impacto social más amplio de esas disciplinas; en cambio, los laboratorios de física tienden a patentar más a través de la empresa u otras instituciones, acaso debido al tipo de empresas que operan en esta disciplina, multinacionales con gran capacidad de absorción y tecnologías basadas en la ciencia. Queda por contestar la pregunta de si los laboratorios tienen margen para superar, si ese es su deseo, las restricciones que impone su disciplina.

Por otra parte, los inventores de algunos de los laboratorios más prestigiosos (las unidades propias del CNRS y del INSERM) pertenecen al segundo círculo y patentan sólo a través de empresas u otras instituciones, acaso debido a que son contactados directamente por éstas y no necesitan asumir los costes de gestión de las patentes solicitadas por la universidad; en cambio, los inventores de los laboratorios menos prestigiosos (los grupos orientados y los grupos prometedores) pertenecen al primer círculo y patentan a través tanto de la ULP como de empresas y otras instituciones, acaso porque necesitan probar sus méritos produciendo patentes para la ULP, al tiempo que consiguen patentar fuera de ella, requiriendo para ello el apoyo de fuerzas externas (p. ej. el marco legal o la OTRI). Queda por contestar algunas preguntas: ¿Producirían estas instituciones patentes en propiedad de la universidad si fueran directamente contactadas por la empresa? ¿Están presionadas por demandas conflictivas que les hace más difícil alcanzar el nivel de las instituciones más prestigiosas?

Entre las mejoras a incorporar a nuestro modelo figuran las siguientes. Es necesario reemplazar la variable ficticia sobre contratos omitidos del CNRS y el INSERM por datos reales. Hemos mezclado patentes francesas, europeas e internacionales a pesar del hecho de que algunas son extensiones de otras. Nuestro modelo debería tener en cuenta no solamente la producción de patentes sino también de las extensiones de patentes. Además, el distinguir entre estas vías de patentar permitiría que habláramos de la calidad de las patentes, puesto que algunas fuentes indican que las patentes solicitadas son más valiosas. Deberíamos distinguir también entre solicitudes y concesiones, si fuera posible. Con respecto a la financiación contractual, podemos agregar una clasificación en función no solamente de la fuente de financiación sino también de su tipo (subvenciones, contratos de alto riesgo, contratos de consultoría, etc.) Estamos en camino de identificar más fuerzas internas que puedan afectar la generación de patentes (por ejemplo la presencia de inventores estrella o los ingresos por licencias) y de desmenuzar las fuerzas externas (la fuerza de la OTRI, los cambios legales, los efectos desbordamiento de la financiación), especialmente para entender mejor el comportamiento de las patentes en propiedad de la ULP. Quisiéramos refinar nuestros supuestos sobre la vida de los laboratorios encontrando datos reales de sus fechas de creación y desaparición.

4.6. Un modelo teórico sobre los incentivos de los universitarios para patentar

Jensen y Thursby (2001), a raíz de la preocupación por la posible falta de efectos del Acta Bayh-Dole en EE.UU., han construido un modelo teórico para tratar de explicar el fenómeno. Según este modelo, la administración de la universidad elige la carga docente y el salario que aseguran la permanencia del investigador universitario. En el

caso de la utilidad cuasilineal, la participación del investigador en los ingresos por licencias de patentes no tiene efectos sobre su carga docente, y por tanto tampoco sobre la distribución de su tiempo entre investigación patentable y no patentable[126].

Se trata de un modelo principal-agente que vamos a presentar a continuación, introduciendo una modificación respecto al original[127]: a diferencia de aquél, los ingresos por licencias dependen del tiempo dedicado a investigación patentable. Las pruebas de los teoremas que se derivan se encuentran en el Anexo H.

4.6.1. Especificación

Consideramos un problema con un investigador perteneciente al profesorado de una facultad, *F*, que en cada período puede trabajar para la universidad o marcharse a realizar su siguiente alternativa preferida. Es decir, se asume una relación principal-agente en la que la universidad es el principal y el investigador el agente. Si éste trabaja para la universidad, distribuye su tiempo entre la docencia y dos tipos de investigación. Normalizamos el tiempo disponible en cada período igual a uno, por lo que *a* es la fracción del tiempo dedicada a la investigación patentable en la universidad, b la dedicada a investigación no patentable y $e = 1 - a - b$ la dedicada a la docencia. Si el investigador se marcha, recibe su utilidad de reserva. En este contexto, sin embargo, su utilidad de reserva no es un valor fijado exógenamente porque hay alternativas en las que el investigador puede continuar su investigación patentable y/o no patentable, como marcharse a otra universidad o una empresa privada, o crear su propia empresa.

El investigador posee preferencias que dependen de incentivos monetarios y no monetarios: los ingresos y la curiosidad y el prestigio científicos. En particular, asumimos que la utilidad del investigador viene dada por $U_F(a,b;Y_F)$, donde Y_F es la renta del investigador. Al no incluir el tiempo de docencia, asumimos que la investigación proporciona una utilidad mayor que la enseñanza. También asumimos que la función de utilidad tiene utilidades marginales no negativas y que es estrictamente cóncava.

Como miembro de la universidad, el investigador obtiene renta del salario, *W*, y de la participación, *ø*, en ingresos por licencia de patentes, *L*, que depende del tiempo dedicado a investigación patentable, de manera que $L = L(a)$. Se asume que esta función es creciente y estrictamente cóncava en su argumento. La renta del investigador es, pues:

$$Y_F(a) = W + \phi L(a) \tag{35}$$

Como es habitual en los modelos de principal-agente, los resultados son difíciles de obtener con la forma general de las funciones de utilidad. Por lo tanto, analizaremos el problema en el caso de la utilidad cuasilineal del investigador:

$$U_F(a,b;Y_F) = f(a,b) + W + \phi L(a) \tag{36}$$

Básicamente, esto supone considerar que el investigador es neutral al riesgo respecto a la renta.

---

[126] A raíz de nuestros resultados anteriores, hemos preferido utilizar estos términos en lugar de los empleados por los autores: "investigación aplicada" e "investigación básica", respectivamente.

[127] Existe una versión posterior del documento, por Jensen y Thursby (2003), en la que los autores proceden a una sofisticación del modelo añadiendo los posibles efectos del estímulo de los incentivos para patentar sobre la docencia, llegando a la conclusión de que existen efectos opuestos. Esta línea de razonamiento no era útil para nuestros fines, por lo que hemos trabajado a partir del texto original.

Se asume que la administración, *A*, de la universidad maximiza su utilidad esperada sujeta a la restricción de participación del investigador. La utilidad de la administración viene dada por $U_A(Y_A)$, donde Y_A es la renta de la administración. De nuevo, asumimos que $U_A(Y_A)$ tiene una utilidad marginal no negativa y que es estrictamente cóncava. En cada período la administración gana ingresos por matrículas, *E*, y su participación, 1–*ø*, en ingresos por licencia de patentes, *L*. Asumimos que las tasas de matrícula dependen de la calidad de la educación, que a su vez depende de la fracción del tiempo que el investigador dedica a docencia. Es decir, *E = E(e)*, que se asume que es creciente y estrictamente cóncava en su argumento. Por sencillez, asumimos que el investigador es el único input, así que la renta de la administración es:

$$Y_A(e,W;\phi,a) = E(e) + (1-\phi)L(a) - W \tag{37}$$

Si el investigador se marcha, asumimos que la administración puede contratar a alguien que lo reemplace. En cada período, asumimos que la administración puede elegir el tiempo que el investigador dedica a la docencia (la carga docente), *e*, y su salario, *W*.

4.6.2. Equilibrio

El problema del investigador si permanece en la universidad es escoger el esfuerzo para maximizar su utilidad actual:

$$\max_{(a,b)} f(a,b) + W + \phi L(a) \tag{38}$$

El investigador está sujeto a la restricción temporal $a + b = 1 - e$. Adviértase que el tiempo que debe dedicar a docencia, así como el salario, vienen dados cuando elige su esfuerzo.

Es conveniente caracterizar la solución en términos de la relación marginal de sustitución entre esfuerzo en investigación patentable y no patentable:

$$M(a,b;W,\phi) = \frac{\dfrac{\partial f(a,b)}{\partial a} + \phi \dfrac{\partial L(a)}{\partial a}}{\dfrac{\partial f(a,b)}{\partial b}} \tag{39}$$

Normalmente uno puede suponer que *M* es decreciente en *a* y creciente en *b*, $\frac{\partial M}{\partial a} < 0 < \frac{\partial M}{\partial b}$, lo que asumiremos a partir de ahora.

Teorema 1. Sea *a*(e,W; ø)* y *b*(e,W; ø)* las soluciones del problema de optimización de (39). Entonces el investigador se especializa en investigación no patentable, $a^*=0$ y $b^*=1-e$, si:

$$M(0,1-e;W,\phi) \le 1 \tag{40}$$

Y se especializa en investigación patentable, $a^* = 1-e$ y $b^* = 0$, si:

$$M(1-e,0;W,\phi) \ge 1 \tag{41}$$

De otro modo, si (40) y (41) no se satisfacen, el investigador dedica algún esfuerzo a cada tipo de investigación, $a^* > 0$, $b^* > 0$ y $a^* + b^* = 1 - e$, donde:

$$M(a^*,b^*;W,\phi) = 1 \tag{42}$$

Si la relación marginal de sustitución de investigación patentable por no patentable es demasiado baja (menor que uno), cuando el investigador se especializa en investigación no patentable, esa especialización es óptima. Si la relación marginal de sustitución de investigación patentable por no patentable es demasiado alta (mayor que uno), cuando el investigador se especializa en investigación patentable, esa especialización es óptima. De otro modo, el tiempo restante disponible tras la dotación de carga docente se distribuye entre investigación patentable y no patentable de forma que la relación marginal de sustitución entre las dos sea igual uno, como en (42). En este caso, la estática comparativa tiene las propiedades deseadas.

Teorema 2. En una solución interior de (39), un incremento del tiempo dedicado a la docencia disminuye el esfuerzo tanto en investigación patentable como no patentable. Un cambio en el salario y en la participación en ingresos por licencias implica una mayor dotación de esfuerzo en investigación patentable si y sólo si el cambio resultante en la utilidad marginal del esfuerzo en investigación patentable es mayor que el cambio resultante en la utilidad marginal del esfuerzo en investigación no patentable (es decir, si el cambio incrementa la relación marginal de sustitución de investigación patentable por no patentable).

La función de utilidad indirecta del investigador es, consecuentemente:

$$V_F(e,W;\phi) = f(a^*,b^*) + W + \phi L(a^*) \tag{43}$$

Para un nivel dado de utilidad, *v*, la ecuación $V_F(e,W;\phi) = v$ define implícitamente una curva de indiferencia en el espacio docencia-salario del investigador, $I_F(e;\phi,v)$. Las propiedades de esta función indirecta de utilidad y de su mapa de curvas de indiferencia son cruciales para entender la elección de la universidad.

Teorema 3. La función de utilidad indirecta del investigador es creciente en el salario y su participación en los ingresos por licencias, pero decreciente en el tiempo dedicado a docencia: $\frac{\partial V_F}{\partial W} > 0, \frac{\partial V_F}{\partial \phi} > 0, \frac{\partial V_F}{\partial e} < 0$. Por lo tanto, la curva de indiferencia típica del investigador en el espacio (*e*, *W*) tiene pendiente positiva y es decreciente en su participación en los ingresos por licencias.

La curva de indiferencia tiene pendiente positiva porque el investigador debe recibir un salario mayor para aceptar una carga docente superior. Adviértase que la pendiente de esta curva de indiferencia es:

$$\frac{\partial I_F(e;\phi,v)}{\partial e} = \frac{\partial f(a,b)}{\partial a} + \phi \frac{\partial L(a)}{\partial a} = \frac{\partial f(a,b)}{\partial b} \tag{44}$$

Los dos últimos términos son iguales a la relación marginal de sustitución entre el tiempo dedicado a investigación patentable y no patentable, respectivamente, y la renta. Un incremento de la participación en ingresos por licencias desplaza la curva de indiferencia hacia abajo, de manera que el investigador puede recibir un menor salario por realizar la misma carga docente.

Estas curvas de indiferencia se corresponden, por supuesto, con la utilidad del investigador por trabajar en la universidad. Sin embargo, éste cuenta también con la opción de marcharse de la universidad. Si lo hace, asumimos que su utilidad de reserva viene dada por $\overline{U}_F(\phi)$. Como mínimo, su opción externa preferida debe depender de su participación en el ingreso por licencias porque no se le priva de este ingreso al marcharse. Así, se asume que existen un W_0 y un W_1 tales que $W_1 > W_0 > 0$,

$$V_F(0,W_0;\phi) = \overline{U}_F(\phi), \tag{45}$$

y

$$V_F(1,W_1;\phi) = \overline{U}_F(\phi) \tag{46}$$

Por lo tanto, $V_F(e,W;\phi) = \overline{U}_F(\phi)$ define una función $S(e;\phi)$ acotada en [0,1] dentro de [W_0,W_1] tal que la restricción de participación se satisface para todo $(e,W) = (e,S(e;\phi))$.

Esto quiere decir que, para cada utilidad de reserva, existe una curva de indiferencia asociada para el investigador en la que se satisface la restricción de participación. Es decir, $S(e;\phi) = I_F(e;\phi,\overline{U}_F(\phi)$. Las condiciones (45) y (46), junto a los resultados del teorema 3, implican que el investigador no trabajará para la universidad, incluso si no ha de impartir docencia, a menos que reciba un salario igual o superior a W_0. Del mismo modo, para dedicarse exclusivamente a la docencia, debe recibir un mayor salario, igual o superior a W_1. Adviértase que la pendiente de esta curva de indiferencia es:

$$\frac{\partial S(e;\phi)}{\partial e} = \frac{\partial I_F(e;\phi,v)}{\partial e} \tag{47}$$

Pasando ahora al caso de la universidad, dado que su renta depende del tiempo que el investigador dedica a la docencia y del salario, la utilidad de aquélla puede ser expresada como una función de la carga docente y el salario:

$$V_A(e,W;\phi,a) = U_A(Y_A(e,W;\phi,a)) \tag{48}$$

Para un nivel dado de utilidad, *v*, la ecuación $V_F(e,W;\ø) = v$ define implícitamente una curva de indiferencia en el espacio docencia-salario de la universidad, $I_A(e;\phi,a,v)$. Las propiedades de esta función indirecta de utilidad y de su mapa de curvas de indiferencia son cruciales para entender la elección de la universidad.

Teorema 4. La función de utilidad de la universidad es decreciente en el salario del investigador y en su participación en el ingreso por licencias y creciente en el tiempo dedicado por el investigador en investigación patentable: $\frac{\partial V_A}{\partial W} < 0, \frac{\partial V_A}{\partial \phi} < 0, \frac{\partial V_A}{\partial a} > 0$; asimismo, es creciente en el tiempo dedicado por el investigador en educación si y sólo si el cambio resultante en los ingresos marginales por licencia de patentes, dada la menor dedicación a investigación patentable, es menor que el cambio resultante en los ingresos marginales por matrículas[128]: $\frac{\partial V_A}{\partial e} > 0$. De este modo, la curva de indiferencia típica de la universidad en el espacio (*e, W*) tiene pendiente positiva y es decreciente en su participación en los ingresos por licencias.

La curva de indiferencia de la administración en el espacio (*e, W*) también tiene pendiente positiva, por lo que ésta permite que el investigador realice una menor carga

[128] Es un supuesto realista, ya que de lo contrario, la curva de indiferencia V_A tendría pendiente negativa y el problema que se plantea a continuación en (50) daría lugar a una solución de esquina, por ejemplo en la que la universidad fijaría una carga docente *e* = 0 y se especializaría en investigación patentable, cosa que no se observa en la realidad. Incluso si admitimos la posibilidad, algo más realista, de que la pendiente de la curva de indiferencia V_A empiece siendo positiva y, para niveles elevados de *e*, se vuelva negativa, la solución óptima no varía (véase teorema 5 y nota al pie 129), por lo que el supuesto es inocuo.

docente sólo si le puede retribuir con un salario menor. Adviértase que la pendiente de esta curva de indiferencia es:

$$\frac{\partial I_A(e;\phi,a,v)}{\partial e} = \frac{\partial E(e)}{\partial e} + (1-\phi)\frac{\partial L(a)}{\partial a}\frac{\partial a*}{\partial e} \tag{49}$$

Un cambio en el tiempo dedicado a educación cambia la calidad de la educación y por tanto los ingresos por matrículas. Es decir, $\frac{\partial E}{\partial e}$ es la producción marginal del investigador en educación. Por lo tanto, dada una disminución de su carga docente, su salario debe descender en una cantidad igual a la disminución resultante de los ingresos por matrículas, para mantener a la administración en el mismo nivel de renta y utilidad. Por otro lado, un incremento de la participación del investigador en los ingresos por licencias (que es una disminución de la participación de la universidad) desplaza la curva de indiferencia de la universidad hacia abajo, así que ésta pagará menos por que aquél realice la misma carga docente.

Dado que la utilidad de la administración es creciente en la carga docente y decreciente en el salario, se deduce del anterior teorema que la restricción de participación del investigador debe satisfacerse si es contratado por la universidad. De no ser así, un incremento en *e* y/o una disminución en *W* tales que la restricción se satisfaga incrementará la utilidad de la administración. El problema de la administración consiste, por lo tanto, en elegir la carga docente y el salario que maximice su utilidad:

$$\begin{aligned} &\max_{e,W} V_A(e,W;\phi,a) \\ &s.a. V_F(e,W;\phi) = \overline{U}_F(\phi) \end{aligned} \tag{50}$$

Esto se convierte esencialmente en un problema de elegir un punto *(e*, W*)* en la curva de indiferencia del investigador que esté asociado con su restricción de participación.

Teorema 5. Si $V_F(e,W;\ \phi)$ es estrictamente cuasicóncava y $V_A(e,W;\ \phi,a)$ es estrictamente cuasiconvexa, la solución a (50) es interior, $e^* \in (0,1)$, y se caracteriza por:

$$\frac{\partial S(e;\phi)}{\partial e} = \frac{\partial f(a,b)}{\partial a} + \phi\frac{\partial L(a)}{\partial a} = \frac{\partial E(e)}{\partial e} + (1-\phi)\frac{\partial L(a)}{\partial a}\frac{\partial a*}{\partial e} = \frac{\partial I_A(e;\phi,a,v)}{\partial e} \tag{51}$$

Esto quiere decir que si las curvas de indiferencia del investigador y la administración tienen la curvatura correcta, y se excluye soluciones de esquina en e=0 y e=1, la solución debe ser interior[129]. Ello ocurre en el punto de la curva de indiferencia del investigador asociado con su restricción de participación que permite a la administración alcanzar su curva de indiferencia "más alta". Retomando (44), lo que ello quiere decir es que la administración escoge la carga docente y el salario tales que el investigador está indiferente entre permanecer en la universidad y marcharse, y que la relación marginal de sustitución del investigador entre tiempo de investigación (patentable o no patentable) y renta se iguala con los ingresos marginales por matrículas

[129] Dada la estricta cuasiconcavidad de la función de utilidad indirecta del investigador V_F, aun si la pendiente de la curva de indiferencia V_A empieza siendo positiva y, para niveles elevados de *e*, se vuelve negativa, la solución de (50) sigue estando en el tramo positivo de V_A y por tanto el supuesto del teorema 4 no afecta al resultado.

de la universidad más la recomposición de los ingresos marginales por licencia de patentes, suma que hemos asumido positiva.

En este punto, hay que advertir que nuestros resultados difieren de los de Jensen y Thursby (2001) en que ellos, al no considerar la dependencia de los ingresos por licencia de patentes del tiempo dedicado a investigación patentable y no patentable, obtenían simplemente $\frac{\partial f}{\partial a} = \frac{\partial E}{\partial e}$. Nuestra solución, al añadir sendos sumandos a cada término de la igualdad, da pie a la siguiente caracterización:

- Si $\phi\frac{\partial L(a)}{\partial a} < (1-\phi)\frac{\partial L(a)}{\partial a}\frac{\partial a^*}{\partial e} \Rightarrow \frac{\partial f(a,b)}{\partial a} > \frac{\partial E(e)}{\partial e} \Rightarrow$ mayor nivel de *e** que en la solución de Jensen y Thursby
- Si $\phi\frac{\partial L(a)}{\partial a} = (1-\phi)\frac{\partial L(a)}{\partial a}\frac{\partial a^*}{\partial e} \Rightarrow \frac{\partial f(a,b)}{\partial a} = \frac{\partial E(e)}{\partial e} \Rightarrow$ solución de Jensen y Thursby
- Si $\phi\frac{\partial L(a)}{\partial a} > (1-\phi)\frac{\partial L(a)}{\partial a}\frac{\partial a^*}{\partial e} \Rightarrow \frac{\partial f(a,b)}{\partial a} < \frac{\partial E(e)}{\partial e} \Rightarrow$ menor nivel de *e** que en la solución de Jensen y Thursby. Resulta de especial interés el caso en que: $\frac{\partial L(a)}{\partial a} = (1-\phi)\frac{\partial L(a)}{\partial a}\frac{\partial a^*}{\partial e} \Rightarrow \frac{\partial f(a,b)}{\partial a} = \frac{\partial E(e)}{\partial e} + \frac{\partial L(a)}{\partial a}$, porque resulta intuitivo: quiere decir que la administración debe aumentar *e* hasta el punto en que su ingreso marginal por matrículas iguale la reducción marginal de la utilidad del investigador por la pérdida de tiempo para investigar más la reducción marginal de ingresos por licencia de patentes.

Teorema 6. Asumiendo que $V_A(e,W;\phi,a)$ es estrictamente cóncava en *e*, un incremento en la participación por ingresos de licencias del investigador tiene un efecto indeterminado sobre su carga docente óptima.

De nuevo, nuestros resultados difieren de los de Jensen y Thursby (2001). Para ellos, el incremento en la participación por ingresos de licencias del investigador no tenía efecto sobre su carga docente óptima. Nuestra solución admite la siguiente caracterización:

- Si el cambio resultante en los ingresos marginales por matrículas de la universidad es positivo, un incremento en la participación por ingresos de licencias del investigador tendrá un efecto positivo sobre su carga docente óptima si y sólo si el aumento de los ingresos marginales por licencias del investigador es mayor que el aumento de los ingresos marginales por matrículas de la universidad.
- Si el cambio resultante en los ingresos marginales por matrículas de la universidad es igual al aumento de los ingresos marginales por licencias del investigador, un incremento en la participación por ingresos de licencias del investigador no tendrá efecto sobre su carga docente óptima. Esta es la solución de Jensen y Thursby.
- Si el cambio resultante en los ingresos marginales por matrículas de la universidad es negativo, un incremento en la participación por ingresos de licencias del investigador tendrá un efecto positivo sobre su carga docente óptima si y sólo si el aumento de los ingresos marginales por licencias del investigador es menor que el descenso de los ingresos marginales por matrículas de la universidad.

Por lo tanto, nuestra modificación generaliza el modelo de Jensen y Thursby (2001), cuya solución es un caso particular de la nuestra. Puede que los autores estén en lo

cierto sobre la inocuidad de los incentivos legislativos para modificar el equilibrio entre docencia e investigación, e implícitamente para estimular la transferencia de tecnología, pero creemos haber ofrecido una idea más realista de los mecanismos a través de los que unos efectos deben compensar otros para que eso ocurra así.

4.7. Conclusiones, recomendaciones y líneas futuras de investigación

Las patentes universitarias son indicadores tanto de resultados como de recursos. Son un resultado de la investigación académica y, por lo menos a priori, un recurso para obtener financiación mediante licencias y subvenciones y contratos de I+D. Para arrojar algo de luz sobre los debates normativos provocados por el aumento de las patentes universitarias, es importante identificar de qué tipo de investigación académica son resultado, y el tipo de financiación que atraen.

Los resultados sobre los determinantes de las patentes solicitadas por las universidades de la primera parte de nuestro estudio empírico basado en el caso de la UPV, apuntan a que cuando consideramos las patentes como indicador de resultados, los fondos de I+D más recientes tienen un impacto mayor en las patentes a la vez que los fondos de I+D más antiguos siguen siendo significativos. Eso implica que el vínculo entre ciencia y tecnología es difuso (Meyer, 2000a), puesto que los proyectos de I+D dan lugar a patentes en diversas etapas, y también que está teniendo lugar un proceso de *aprender a patentar*, en el sentido que los investigadores pueden estar patentando más que en el pasado, a partir de unos mismos resultados. Tales fenómenos de difusión y aprendizaje tienen sentido, dado que para patentar los resultados de la I+D, los inventores deben retrasar su publicación hasta que han solicitado la patente. Por lo tanto, los investigadores en universidades como la UPV pueden estar reorganizando la forma a través de la cual difunden conocimiento, más que los contenidos de este conocimiento.

¿Cuáles son estos contenidos, por lo que se refiere a la producción de patentes? Nuestros resultados sugieren que éstas son un resultado de la investigación más costosa y a más largo plazo, financiada tanto pública como privadamente, a través de subvenciones públicas nacionales y regionales y de contratos empresariales de alto riesgo. Si la generación de patentes se basa en este tipo de investigación, es difícil sostener la afirmación de que representan una amenaza para la investigación fundamental.

En la medida en que las subvenciones de los gobiernos nacionales son los instrumentos para este tipo de fondos de I+D con un impacto mayor sobre las patentes, el apoyo público a la investigación académica parece conveniente. Este apoyo está declinando hoy en día (ver apartado 2.4.1), incluso en países débiles tecnológicamente como España, a partir de la base de que la presión competitiva por la financiación pública conducirá a las universidades a buscar fuentes alternativas, por ejemplo usando patentes para conseguir ingresos de su licencia, con el objetivo final de fomentar la interacción con empresas. Sin embargo, estas patentes no tendrán lugar si las actividades de I+D no encuentran apoyo público.

Por otra parte, la I+D de alto riesgo contratada con las empresas tiene un impacto menor pero significativo en la solicitud de patentes. Podemos entender esto a la luz de posibles sinergias entre la investigación costosa y a largo plazo financiada pública y privadamente y de la compatibilidad de diversas agendas de investigación (Carayol,

2001), lo que vuelve oportuno el buscar un equilibrio entre ambos instrumentos, tal y como sugiere la OCDE (2000).

El vínculo entre los fondos empresariales y las patentes poseídas por la universidad no se debe interpretar como una conexión directa, puesto que implicaría que las empresas no conservan la propiedad de los resultados de sus proyectos, y ése es raramente el caso. En lugar de eso, podemos interpretarlo como un vínculo indirecto, un resultado de la adquisición del conocimiento industrial por la universidad, de acuerdo con la idea de que la interacción es un puente de doble vía (Meyer-Krahmer y Schmoch, 1998).

La afirmación de la sinergia entre fondos públicos y privados a largo plazo cobra un matiz especial en función de quién patente en cada departamento. Si el núcleo de la actividad de patentes se concentra en un investigador por departamento, lo que se está diciendo es que son los investigadores más dinámicos, que captan un volumen considerable de fondos públicos y privados a largo plazo al mismo tiempo, los que generan patentes. Ampliar la investigación futura en este terreno sería, por tanto, de interés. Por otro lado, es posible que estos investigadores más dinámicos sean también quienes más publiquen.

Las entrevistas a los inventores más prolíficos de la segunda parte de nuestro estudio empírico sobre la UPV han venido a corroborar la mayoría de nuestros hallazgos y, en la medida de lo que permite concluir el escaso número de entrevistas, los matices que impone la disciplina científica sobre los determinantes de las patentes: cuanto más opere en tecnologías basadas en la ciencia, menor es la distinción entre investigación básica y aplicada y el sacrificio que escoger unas líneas de investigación conducentes a patentar exija en términos de publicaciones. En la medida en que en las universidades predominen las patentes de estas disciplinas, no cabe esperar una desviación de las actividades de I+D hacia líneas menos útiles socialmente. En cambio, en las disciplinas de tecnologías no basadas en la ciencia, patentar exige escoger la realización de investigación cada vez más aplicada en vez de investigación básica, siendo que la diferencia entre ambas está más clara. Si este tipo de disciplinas, llevadas a patentar por incentivos legales e institucionales, llegaran a destacar en el número de patentes (cosa que de hecho ocurre en la industria, por ejemplo si pensamos en el caso de la ingeniería mecánica), podrían poner en peligro la vitalidad de la investigación académica.

En la tercera parte de nuestro estudio empírico sobre el caso de la UPV, cuando tratamos las patentes de la UPV como indicadores de recursos, encontramos que son un recurso de la investigación más costosa y a más largo plazo financiada por la empresa. En la interpretación de nuestras variables de I+D como canales de interacción, el hecho de que las patentes de la UPV atraigan contratos para este tipo de investigación significa también que las patentes universitarias son el motor solamente de cierta clase de interacción: la interacción con empresas que pueden realizar vigilancia tecnológica y financiar I+D costosa, a largo plazo, es decir, empresas con bastante capacidad de absorción. Esto puede tener implicaciones regionales: ¿Qué ocurre si tales empresas no existen en la región donde se localizan las universidades? Los partidarios de la valorización de la investigación académica son generalmente los mismos que los partidarios de la importancia de la universidad en la economía local. En el caso de las patentes universitarias, las dos lógicas pueden estar en desacuerdo. En todo caso, si los gestores de política apuntan como objetivo hacia la interacción con otra clase de empresa, las patentes universitarias pueden no ser los medios eficaces de alcanzar esta meta.

También hemos observado que el mecanismo principal a través del cual las patentes tienen un efecto no es mediante la licencia sino mediante la señalización. El énfasis usual en las patentes como una vía de obtener ingresos licenciándolas puede ser exagerado, y entiende mal su función atractiva de financiación. Pero esta función de señalización debe también plantear la pregunta, todavía sin contestar: ¿Son las patentes universitarias más útiles que otras señales académicas, como por ejemplo las publicaciones científicas? Debería tomarse en consideración que la gestión de las patentes universitarias implica una infraestructura costosa, tal como la presencia de profesionales en las OTRI.

Todas estas razones previenen a los países seguidores en tecnología, como España (Comisión de la CE, 2001), para que no se comprometan fuertemente a mantener una dinámica de estímulo de las patentes universitarias. Es difícil justificar su contribución al desarrollo, especialmente en los países en donde solamente las empresas multinacionales tienen capacidad de absorber la tecnología incorporada en las patentes universitarias. En todo caso, si esos países van a experimentar un auge de las patentes universitarias similar al de los países líderes en tecnología, como parece que ya se está dando, las universidades pueden escoger alternativas de protección de resultados con una perspectiva estratégica. Por ejemplo, podrían seleccionar a qué empresas licenciar las patentes, dirigiéndose a aquéllas en las que se espera una mayor difusión de la tecnología transferida, y licenciarlas con coste cero o muy bajo. Quizás así podrían evitar algunos de los conflictos experimentados por los países líderes en tecnología.

Sea como fuere, se aprecia cierta inconsistencia entre las políticas de ciencia y tecnología hoy predominantes de atonía en la dotación pública de medios para investigación, por un lado, y de fomento de las prácticas de protección de la propiedad la industrial en las universidades, por otro. Si es la investigación pública la que da lugar a patentes, y lo que se pretende es promocionar su solicitud, se debería fomentar también la investigación básica.

En nuestro segundo estudio empírico, basado en el caso de la ULP, hemos podido comprobar lo que ocurre bajo un sistema de incentivos legales e institucionales distinto, que lleva a una mayor participación de los inventores universitarios en las patentes empresariales. En tal sistema, la separación funcional entre fondos contractuales públicos y privados es mayor, y el papel de las disciplinas y el rango institucional más decisivo, planteándose dicotomías entre inventores que patentan dentro y fuera de la universidad o sólo fuera, y entre patentes solicitadas por la universidad o por la empresa.

Es difícil saber desde un punto de vista normativo si esto constituye una alternativa a considerar para el caso español, porque para empezar requeriría dificultar que los investigadores españoles percibieran ingresos personales por los contratos de licencias, lo que redundaría en el malestar de aquellos que se sienten llevando a cabo una contribución útil a través de la obtención de patentes. A su favor tendría, no obstante, el estimular la transferencia de conocimiento de hecho, al tender a desembocar en el aumento de las patentes empresariales, así como el evitar los costes de gestión de las patentes solicitadas por la universidad, que serían menos. En su contra, está el hecho de que sometería a una doble dinámica a los departamentos jóvenes, de menos prestigio, que se verían forzados a hacer méritos curriculares mediante la obtención de patentes, en detrimento de los ya consagrados, acentuando las diferencias. No obstante, ¿no puede estar ese proceso en marcha ya, presente en que los departamentos españoles más prestigiosos no usan sus patentes para licenciar sino para señalizar?

Nuestro análisis teórico sobre los incentivos de los académicos para patentar explica, como el modelo de partida de Jensen y Thursby (2001), en qué circunstancias el equilibrio entre docencia e investigación se configura de manera que el estímulo de la administración pública a las patentes universitarias resulta ineficaz. Añade, además, la intrincada red de efectos que pueden explicar situaciones alternativas, en las que dicho estímulo lleva a la universidad a aumentar o disminuir la carga docente sobre el profesor, en función de lo que perciba o deje de percibir por ingresos de matrículas de estudiantes y de licencias de patentes.

Además de superar las limitaciones reseñados de los estudios respectivos de la UPV y la ULP, vale la pena investigar algunas otras cuestiones referidas a las patentes universitarias. Un análisis de la relación entre las subvenciones públicas y los contratos privados ayudaría a clarificar la existencia de sinergias y de su impacto sobre las patentes. El análisis conjunto de patentes y publicaciones universitarias mostraría si son bienes complementarios o sustitutivos. El análisis al nivel del investigador individual más que por unidades de investigación (departamentos, institutos, laboratorios) contestaría a la pregunta de si patentar en cada una de ellas se concentra en ciertos clusters de investigadores y, si es así, de qué clase de investigadores se trata. La comparación con datos microeconómicos de aún más universidades sería provechosa para proporcionar robustez a los resultados. Finalmente, el uso de técnicas econométricas alternativas, como las de análisis de eficiencia aplicado por Thursby y Kemp (2002), podría abordar otro grupo de preguntas.

Capítulo 5. CONCLUSIÓN GENERAL

La presente tesis ha tratado de abarcar tres aspectos diferentes de la relación entre la ciencia académica y la innovación industrial, presentados del más general al más particular, planteando cuestiones para cuya resolución se ha empleado diferentes técnicas. En primer lugar, dilucidar cuál es el papel de las universidades en la innovación a partir de la revisión bibliográfica. En segundo lugar, aportar elementos de análisis para ponderar la conveniencia de la continuidad de un apoyo general y sin límites a la interacción universidad-empresa, especialmente en los países tecnológicamente débiles como España, mediante una encuesta a la comunidad académica de una región española, la Comunidad Valenciana, estimando diferentes modelos econométricos a partir de los resultados. En tercer lugar, plantear límites equivalentes al apoyo de las patentes universitarias como instrumentos de interacción universidad-empresa, mediante un estudio de caso de una universidad de la Comunidad Valenciana, la Universidad Politécnica de Valencia, reforzado por modelos econométricos, entrevistas y la comparación con una universidad de otro país, la Universidad Louis Pasteur en Francia, sometida a un marco legal e institucional diferente.

El Capítulo 2 ha abordado la primera cuestión, dilucidar cuál es el papel de las universidades en la innovación a partir de la revisión bibliográfica. En él se ha comentado cómo desde una concepción de la relación entre ciencia e innovación exhaustiva, estática, sencilla, aislada, secuencial, directa e independiente del contexto, según la cual la universidad sólo debía realizar I+D para que la empresa transformara sus resultados en invenciones comerciales, se ha pasado a una concepción selectiva, dinámica, compleja, interactiva, retroactiva, indirecta para la ciencia privada y dependiente del contexto, según la cual la I+D académica no es siempre necesaria para innovar, porque hay otras fuentes de invenciones comerciales, e incluso cuando lo es se necesita un esfuerzo consciente y costoso para que los resultados lleguen a las empresas. Esto ha llevado a que los países avanzados tecnológicamente hayan estimulado a sus universidades a que realizaran tal esfuerzo, creando un clima de opinión favorable a ello, financiando los contratos con empresas, fomentando la creación de estructuras especializadas de gestión en el seno de las universidades (OTRI, FUE), etc.

Tras superar las posibles reticencias sobre la independencia de la producción científica, la respuesta de las universidades ha sido ratificar de forma creciente la voluntad de los gobiernos. Aparentemente, eso ha encaminado la contribución de resultados de I+D de la universidad a la innovación empresarial por una trayectoria óptima. Sin embargo, según una concepción alternativa, en proceso de formación, que considera la relación entre ciencia pública e innovación también indirecta, es posible que el énfasis por la contribución directa de la universidad deteriore su contribución indirecta. La contribución directa sería la tradicional, la generación de invenciones

comerciales. La contribución indirecta sería múltiple, y pasaría por el incremento de la reserva de conocimientos útiles, la formación de personal humano cualificado, la creación de nuevos instrumentos y metodología, la formación de redes y el estímulo de la interacción social, el incremento de la capacidad de resolución de problemas científicos y tecnológicos, la creación de nuevas empresas, etc. La razón de que la contribución directa pueda perjudicar la indirecta se debe a que esforzarse por transmitir los resultados de la I+D académica se traduce en recomponer los contenidos de dicha I+D, privilegiando los proyectos figuradamente más aplicados y más a corto plazo, que son los que estimulan la contribución directa, frente a los proyectos más ambiciosos y más a largo plazo, que son los que estimulan la contribución indirecta.

Ante esta perspectiva, el progreso conceptual que supone reconocer que la relación entre ciencia e innovación no es lineal sino interactiva se ve oscurecido por la limitación de no apreciar que, además, no es sólo directa sino también indirecta. En este sentido, surge la necesidad, por un lado, de que los gestores gubernamentales y universitarios valoren y apoyen más decididamente la investigación fundamental, más costosa y a largo plazo, a pesar de que no va a generar directamente invenciones comerciales, porque su contribución a la innovación es más sutil. Y, por otro, de que se incida más en la capacidad de absorción de las empresas, que es la variable clave para que aprovechen la contribución indirecta de la ciencia a la innovación.

El Capítulo 3 ha abordado la segunda cuestión de esta tesis, aportar elementos de análisis para ponderar la conveniencia de la continuidad de un apoyo general y sin límites a la interacción universidad-empresa. Esos elementos de análisis han sido las respuestas a las tres preguntas siguientes:

- ¿Son compatibles toda una serie de objetivos declarados de la interacción?
- ¿Tiene el interactuar las consecuencias esperables sobre la composición de la I+D académica?
- ¿Son efectivos los intentos de promoción de la interacción por parte de los gestores universitarios y de las administraciones públicas?

Para encontrar las respuestas, nos hemos basado en una muestra obtenida a partir de una encuesta al profesorado universitario de una región europea tecnológicamente débil, la Comunidad Valenciana, y en la estimación de algunos modelos econométricos a partir de los datos de la muestra.

El resultado que viene a contestar la primera pregunta es que ciertos incentivos e instrumentos de la interacción impiden que el apoyo a todos sus objetivos sea compatible. Primero, quienes valoran el intercambio de conocimientos para orientar la investigación hacia la innovación, no creen que ello contribuya al desarrollo regional. Segundo, parece que cooperar con empresas sirve para obtener financiación adicional por la vía de la recompensa pública, lo que cuestiona la idea de que la interacción reduzca la carga sobre el presupuesto público y refuerza la tendencia acumulativa del prestigio de los grupos de excelencia. Tercero, el conjunto de instrumentos que permite una mayor propensión a apoyar varios objetivos no es significativo para apoyar los objetivos de la comercialización y la docencia. Cuarto, no parece que las licencias de patentes, en teoría útiles para el desarrollo, permitan obtener financiación adicional, lo que cuestiona la necesidad de mantener infraestructuras de apoyo a la solicitud y licencia de patentes universitarias, de coste considerable.

El resultado que contesta la segunda pregunta ratifica que la interacción ejerce una influencia negativa sobre la investigación básica y favorable sobre la investigación

aplicada y el desarrollo tecnológico. Así, en una situación de equidistribución de la investigación básica y la aplicada como a la que ha llegado la Comunidad Valenciana, un aumento de la interacción desplazará la balanza a favor de la segunda, por lo que habría que plantearse la conveniencia de su incremento permanente.

El resultado que contesta la tercera pregunta es que sólo un reducido número de medidas para la promoción de la interacción es importante para quienes interactúan con empresas. El apoyo que se ha venido prestando a la interacción durante las dos últimas décadas en España, por parte de las instituciones públicas, ha tenido el cometido de crear un estado de opinión favorable a la interacción, que responde al paso de la concepción lineal a la concepción interactiva de la relación entre ciencia e innovación, y se ha saldado con éxito al crear diversidad de opciones entre los académicos, que ahora advierten las ventajas de cooperar con empresas. Si el grado de interacción aparenta ser reducido, no tiene por qué deberse a la falta de estímulos sino a que integrarlos por parte de los individuos requiere tiempo. Pero seguir fomentando la interacción sólo tiene sentido a través de políticas selectivas. Primero, combinar las subvenciones del gobierno para financiar las actividades conjuntas de I+D con la ayuda de la universidad a los investigadores para buscar y seleccionar estas subvenciones. Segundo, constatar que un amplio espectro de medidas a corto plazo (por ejemplo, el aumento de medios de I+D de las universidades, las desgravaciones fiscales a la I+D de las empresas y el intercambio de personal investigador entre la universidad y la empresa), aun populares y directas, es menos eficiente para promover la interacción que otra serie de medidas más a largo plazo y menos populares, por ejemplo la colaboración entre grupos de I+D y la incorporación de personal técnico en las empresas.

El Capítulo 4 ha abordado la tercera cuestión de esta tesis, plantear límites equivalentes al apoyo de las patentes universitarias como instrumentos de interacción universidad-empresa. Para ello, nos hemos planteado dos preguntas análogas a otras dos del capítulo anterior:

- ¿Tiene consecuencias sobre la composición de la I+D académica la solicitud de patentes por parte de las universidades?
- ¿Son efectivos los intentos de promoción de la interacción universidad-empresa mediante la solicitud de patentes universitarias?

Se ha proporcionado sendas respuestas en el marco legal e institucional español, que favorece que las invenciones académicas sean patentadas a través de la universidad. Además, nos hemos planteado una tercera pregunta:

- ¿Qué ocurriría en un marco legal e institucional que facilitara que las invenciones académicas fueran patentadas a través de la empresa?

El análisis de una universidad española activa en disciplinas de tecnologías físicas y en actividades de patentes, la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), nos ha permitido responder a la primera pregunta, a partir de estudios econométricos que entroncan con la literatura sobre la relación entre patentes e I+D. El grueso de patentes solicitadas por la universidad, correspondiente sobre todo a tecnologías fuertemente dependientes de la ciencia (química, biotecnología, electricidad...) parece provenir de I+D financiada con fondos más abundantes y a más largo plazo, por lo que difícilmente parece que puedan alterar la composición de la I+D académica. Los miedos de los economistas de la innovación de que las patentes universitarias exijan una recomposición de la I+D hacia una naturaleza más aplicada parecen olvidar que en el tipo citado de tecnologías de base científica la dicotomía entre investigación básica y

aplicada es cada vez más difusa. Por eso, el origen de la financiación, público o privado, tampoco es relevante, comparado con el tipo de investigación que se financie (a más largo o más corto plazo). Una serie de entrevistas con los inventores más prolíficos de la UPV nos ha servido para ratificar estos resultados y para insinuar el matiz de que en las disciplinas de tecnologías menos dependientes de la ciencia, como la mecánica, las patentes universitarias sí podrían conducir a una recomposición de la I+D académica, a favor del componente de desarrollo de la I+D. Corroborar esta afirmación queda como objeto de investigación futura.

Los datos de la misma universidad nos han servido para contestar a la segunda pregunta planteada, mediante la estimación de un modelo econométrico con las patentes universitarias como un indicador de los recursos con que cuenta la universidad para interactuar. El resultado es que las patentes universitarias son el recurso de cierto tipo de interacción, con empresas con suficiente capacidad de absorción como para financiar I+D costosa y a largo plazo, y no necesariamente mediante el canal que los gestores esperan, el contrato de licencia, sino mediante la señalización de competencias. Las entrevistas con los inventores también apuntaban en esta dirección.

Las recomendaciones que se desprenden de estos resultados son, por un lado, la necesidad de apoyar públicamente la I+D costosa y a largo plazo, puesto que da lugar a patentes en las universidades, y si es que este es el objetivo que se persigue. Eso significaría vencer la actual atonía de los fondos públicos de este tipo. Al mismo tiempo, se aprecia el lado positivo del fomento de la interacción universidad-empresa en el hecho de que la I+D de ese tipo financiada por empresas también contribuye, de forma indirecta, a la generación de dichas patentes, pero eso es algo que los mismos investigadores procuran, una vez creado un estado de opinión favorable, sin necesidad de incentivos externos adicionales. Por otro lado, hay que tener en cuenta que las patentes de las universidades no cumplen todas las expectativas que algunos gestores puedan tener puestas en ellas, ya que no estimulan la interacción con empresas con poca capacidad de absorción, por lo que quizás haya que dejar de dedicar esfuerzos a interactuar con este tipo de empresas mediante patentes. Es un ejemplo de esfuerzo por generar efectos directos que no resulta eficaz ni deseable, comparado con los posibles efectos indirectos de la ciencia sobre la innovación.

El análisis de una universidad francesa activa en tecnologías basadas en la ciencia, inserta en un marco legal e institucional que estimula que la I+D universitaria acabe siendo patentada sobre todo por la empresa, la Universidad Louis Pasteur, nos ha permitido aproximarnos a la respuesta de la tercera pregunta planteada a partir, nuevamente, de la estimación econométrica de una función de producción de patentes. Los resultados parecen indicar que de esta forma se garantiza una interacción mayor con el medio, ya que los fondos empresariales guían el conocimiento universitario hacia sus objetivos concretos, las unidades de investigación de prestigio colaboran sin costes de formalización adicionales y a las disciplinas científicas con un fin social marcado, como la medicina, se le abren diferentes canales de contribución a la sociedad. Por otra parte, existe el riesgo de someter a las unidades de investigación de menos prestigio a una lógica curricular ineficiente y que redunde en el carácter acumulativo del prestigio científico. En todo caso, es una alternativa difícil y a largo plazo, puesto que pasa por aumentar la capacidad de absorción de las empresas del territorio y su comportamiento respecto a la contratación externa de I+D.

Además de abordar las cuestiones planteadas desde la introducción, la presente tesis ha puesto de manifiesto una serie de aspectos incidentales, entre los que cabe destacar los siguientes:

- Al utilizar principalmente muestras de datos basadas en los casos español y valenciano para los estudios empíricos, ha situado los debates en el seno de los países desarrollados tecnológicamente débiles y las regiones tecnológicamente débiles de dichos países, mostrando diferencias con estudios basados en preocupaciones o muestras de países tecnológicamente avanzados, permitiendo interpretar las similitudes (p. ej. la interiorización de objetivos de la interacción o la importancia de la financiación pública sobre las patentes de la universidad) y las diferencias (p. ej. el efecto esnob del apoyo a la interacción o el impacto de la financiación privada sobre las patentes universitarias).
- Al distinguir entre lo que son fenómenos sociales, como el apoyo a la interacción, y fenómenos individuales, como la realización de actividades de I+D o la interacción de hecho, ha permitido reflexionar sobre el papel de la política de articulación entre ciencia y tecnología, que es más eficaz para influir sobre los primeros que sobre los segundos.
- Al descender al nivel del caso de estudio microeconométrico, frente a los más habituales estudios macroeconométricos, hemos destacado la relevancia de ciertas fuerzas a la hora de generar patentes universitarias que estos últimos no captan, lo que puede tener aplicaciones en otras ramas de economía de la ciencia y producción científica.
- En general, planea la visión de que la dicotomía entre investigación básica y aplicada es más popular que real, y en el caso del estudio de la UPV hemos podido plantear una alternativa más operativa, basada en la cuantía y duración de los contratos de I+D de la universidad. En ese sentido, recomendamos metodológicamente el empleo de bases de datos de contratos de universidades, que si bien plantean un problema de falta de generalidad, aportan indicadores novedosos, como la necesaria distinción entre instrumentos de financiación que debería aparecer pareja a la distinción entre fuentes de financiación.

En un esfuerzo de síntesis, nos gustaría recalcar que la presente tesis ha pretendido aportar elementos esclarecedores para la reformulación del papel de las políticas científica y de articulación de ciencia y tecnología. Partiendo de que el papel de dichas políticas es crear diversidad, eso se ha conseguido al abrir las puertas a la interacción universidad-empresa por la vía de la contribución directa y ahora deberían seguir haciéndolo incidiendo más en el apoyo de la contribución indirecta.

Para generar efectos indirectos de la ciencia en la innovación regional deben existir instituciones que hagan ciencia puntera; si se asume que una de esas instituciones es la universidad, reforzar los incentivos a favor de la generación de efectos directos e introducir al mismo tiempo incentivos a favor de la generación de efectos indirectos son dos lógicas que pueden entrar en conflicto. Dicho conflicto se puede resolver hasta hacer ambas lógicas compatibles, pero mediante una reducción de la calidad de la ciencia que incidirá negativamente en la asignación de recursos, mayor cuanto menor sea la capacidad de absorción de las empresas locales y cuanto menor sea la presencia de disciplinas de tecnologías basadas en la ciencia. Se debería, pues, llevar a cabo una política de I+D equilibrada que fomente una contribución indirecta de la I+D universitaria a la innovación, lo que entre otras cosas exige incidir tanto sobre las empresas, ayudándoles a aumentar su capacidad de absorción, como sobre las universidades, apoyando la investigación costosa y a largo plazo, también llamada fundamental.

En países como España o regiones como la Comunidad Valenciana, en que la mayoría de empresas se caracteriza por contar con poca capacidad de absorción y operar en sectores tradicionales, de base no científica, eso puede exigir que los gobiernos reduzcan la promoción de la incipiente contribución directa de las universidades a este tipo de empresas. Si lo que se pretende es aumentar la contribución directa de la ciencia a la innovación, la universidad no es el canal más adecuado, sino otro tipo de instituciones, como los institutos tecnológicos. Queda por ver si convendría que éstos sirvieran más como puente entre universidades y empresas que como los generadores de nuevos conocimientos que parece que son, en los casos español y valenciano, dando lugar a una duplicación de funciones.

BIBLIOGRAFÍA

Acs, Z. J. and Audretsch, D. B. (1990): "Innovation in Large and Small Firms: An Empirical Analysis", *American Economic Review* 78 (4): 678-90.

Acs, Z. J., Audretsch, D. B. and Feldman, M. P. (1991): "Real effects of academic research: Comment", *American Economic Review* 82 (1): 363-7.

Acosta Ballesteros, J. y Modrego Rico, A. (2001): "Public financing of cooperative R&D projects in Spain: the Concerted Projects under the National R&D Plan", *Research Policy* 30: 625-641.

Acosta Seró, M. y Coronado Guerrero, D. (2002): "Las relaciones ciencia-tecnología en España. Evidencias a partir de las citas científicas en patentes", *Economía industrial* 346: 27-46.

Adams, J. D. and Griliches, Z. (1996): "Research Productivity in a System of Universities", *NBER Working Paper Series* 5833.

Adams, J. D. and Griliches, Z. (2000): "Research Productivity in a System of Universities", D. Encaoua et al. (eds.): *The Economics and Econometrics of Innovation*, Boston: Kluwer Academic Publishers, 105-140.

Albors, J. (2002): "Pautas de innovación tecnológica industrial en una región intermedia. El caso de la Comunidad Valenciana", *Economía industrial* 346: 135-146.

Allen, D. N., Norling, F. (1990): "Exploring perceived threats in faculty commercialisation of research", Smilor, R. W., Gibson, D. V., Brett, A., Maryland (eds.): *University Spinout Corporations*, Rowan and Littlefield.

Alto Consejo Consultivo en Investigación y Desarrollo de la Presidencia de la Generalitat Valenciana (2001): *Informe anual sobre el estado de la investigación, el desarrollo y la tecnología en la Comunidad Valenciana*, Valencia: Generalitat Valenciana.

Alto Consejo Consultivo en Investigación y Desarrollo de la Presidencia de la Generalitat Valenciana (2002): *Informe anual sobre el estado de la investigación, el desarrollo y la tecnología en la Comunidad Valenciana*, Valencia: Generalitat Valenciana.

Angelmar, R. (1985): "Market Structure and Research Intensity in High-technological-Opportunity Industries", *Journal of Industrial Economics* 34.

Arrow, K. J. (1962): "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Inventions", in R. Nelson (ed.): *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, Princeton, MA: Princeton University Press.

Azagra Caro, J. (2001): "Determinantes de las patentes universitarias: el caso de la Universidad Politécnica de Valencia", *IVIE WP-EC* 2001-03, IVIE: Valencia.

Azagra Caro, J. and Llerena, P. (2003a): "Types of contractual funding and university patents: from analysis to a case study", *ASEAT Conference*, Manchester (UK), April 7-9.

Azagra Caro, J. and Llerena, P. (2003b): "Types of contractual funding and university patents: from analysis to a case study", *CCC Conference*, Toronto (Canada), April 11-12.

Azagra Caro, J. and Tomás Dolado, E. (2001): "Determinants of university patents: The case of the Polytechnic University of Valencia", *ETIC Final Conference Proceedings*, Strasbourg, October 19th and 20th, 2001.

Azagra Caro, J., Archontakis, F., Fernández de Lucio, I. and Gutiérrez Gracia, A. (2003a): "University-industry interaction: support to its objectives and response to policy initiatives", *DRUID Summer 2003 Conference*, Copenhagen (Denmark), June 12-14.

Azagra Caro, J., Archontakis, F., Fernández de Lucio, I. y Gutiérrez Gracia, A. (2003b): "University-industry interaction: support to cooperation versus actual cooperation in peripheral regions", *X Seminario Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC*, Méjico D.F. (Méjico), 22-24 de octubre de 2003.

Azagra Caro, J., Carayol, N. and Llerena, P. (2003): "Contractual funds and university patents: from analysis to a case study", *DRUID Summer 2003 Conference*, Copenhagen (Denmark), June 12-14.

Azagra Caro, J., Fernández de Lucio, I. and Gutiérrez Gracia, A. (2001): "University patent knowledge: the case of the Polytechnic University of Valencia", *78th International Conference AEA*, 22-23 de noviembre de 2001, Bruselas, Bélgica.

Azagra Caro, J., Fernández de Lucio, I. and Gutiérrez Gracia, A. (2002a): "Do university patents reduce the quality of research?", *R&D Management Conference*, 8-9 de julio de 2002, Lovaina, Bélgica.

Azagra Caro, J., Fernández de Lucio, I. and Gutiérrez Gracia, A. (2002b): "University patents: Output and input indicators... of what?", *S&T Indicators Conference*, 25-28 de septiembre de 2002, Karlsruhe, Alemania.

Azagra Caro, J., Fernández de Lucio, I. and Gutiérrez Gracia, A. (2003): "University patents: Output and input indicators... of what?", *Research Evaluation* 12 (1): 5-16.

Azagra Caro, J., Izquierdo Faubel, L., Jiménez Sáez, F. y Serra Síster, P. (2001): "Factores determinantes de la generación de patentes universitarias: el caso de la Universidad Politécnica de Valencia", *IX Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica (ALTEC)*, Cartago, Costa Rica, 2001.

Balconi, M., Breschi, S. and Lissoni, F. (2003): "Networks of inventors and the role of academia: an exploration of Italian patent data", *Research Policy*, en prensa.

Bayona, C., García-Marco, T., Huerta, E. (2001): "Firm's motivation for cooperative R&D: an empirical analysis of Spanish firms", *Research Policy* 30: 1289-1307.

Behrens, T. R. and Gray, D. O. (2001): "Unintended consequences of cooperative research: impact of industry sponsorship on climate for academic freedom and other graduate student outcome", *Research Policy* 30: 179-199.

Beise, M. and 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.

Blumenthal, D., Campbell, E., Anderson, M., Causino, N., Seashore-Louis, K. (1997): "Withholding research results in academic life science: evidence from a national survey of faculty", *Journal of the American Medical Association* 277: 1224–1228.

Blumenthal, D., Campbell, E., Anderson, M., Causino, N., Seashore-Louis, K. (1996): "Participation of life-science faculty in research relationships with industry", *New England Journal of Medicine* 335: 1734-1739.

Blumenthal, D., Gluck, M., Louis, K. L., Stoto, M. A., Wise, D. (1986): "University-industry research relationships in biotechnology: implications for the university", *Science* 232: 242-246.

Bok, D. (1982): *Beyond the Ivory Tower: Social Responsibilities of the Modern University,* Cambridge: Harvard University Press.

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.

Bozeman, B. (2000): "Technology transfer and public policy: a review of research and theory", *Research Policy* 29: 627-655.

Breschi, S. y Malerba, F. (1997): "Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Shumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries", en C. Edquist (ed.): *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, cap. 6. Londres y Washington: Pinter.

Brooks, H. (1993): "Research universities and the social contract for science", Branscomb, L. M. (ed.): *Empowering Technology*, MIT Press, Cambridge, MA.

Brooks, H. (1994): "The relationship between science and technology", *Research Policy* 23: 477-486.

Bush, V. (1945, reprint 1960): *Science, the Endless Frontier: A Report to the President,* Washington, D.C.: National Science Foundation.

Callon, M. (1991): "Techno-economic networks and irreversibility", in Law, J. (ed.): *A Sociology of Monsters: Essays on Power, Technology and Domination*, London and New York: Routledge: 132-161.

Callon, M. (1994): "Is science a public good?", *Science, Technology and Human Values* 19: 395-424.

Cameron, W. y Trivedi, A. (1986): "Econometric Models Based on Count Data", *Journal of Applied Econometrics* 1: 29-54.

Cameron, W. y Trivedi, A. (1990): "Regression based tests for overdispersion in the Poisson model", *Journal of Econometrics* 46: 345-386.

Campbell, T. I. (1997): "Public policy for the 21st century: addressing potential conflicts in university-industry collaboration", *Review of Higher Education* 20: 357-379.

Carayol, N. (2001): "The diversity of science industry relations and insights from the compatibility of research agendas", *ETIC Final Conference Proceedings,* Strasbourg, October 19th and 20th, 2001.

Carlsson, B. and Fridh, A. C. (2002): "Technology transfer in the United States universities", *Journal of Evolutionary Economics* 12: 199-232.

Centro de Transferencia de Tecnología (1992): *Normativa sobre la gestión administrativa de contratos y prestaciones de servicio*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Cesaroni, F. and Piccaluga, A. (2002): "Patenting activities of European Universities. Relevant? Growing? Useful?", presented at the conference *Rethinking Science Policy*. SPRU, University of Sussex, Brighton, 21-23 March.

Chappell Jr., H. V. Pietrowski, J. T. y Wilder, R. P. (1986): "R&D, Firm Size and Concentration: Evidence from the FTC Line of Business Survey", *Quarterly Journal of Business and Economics* 25.

Clark, B. R. (1997): "Creando universidades emprendedoras en Europa", *Revista Valenciana d'Estudis Autonòmics* 21, Extraordinario XXIII Reunión de Estudios Regionales: 373-92.

Clark, B. R. (1998): *Creating Entrepreneurial Universities*, Guilford: IUA Press, Pergamon.

Cohen, S., Chang, A., Boyer, H., Helling, R. (1973): "Construction of biologically functional bacterial plasmids in vitro". *Proceedings National Academy of Science* 70: 3240–3244.

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

Cohen, W. M. and Levinthal, D. A. (1990): "Absorptive Capacity: a new Perspective on Learning and Innovation", *Administrative Science Quarterly* 35 (1): 128-152.

Cohen, W. M., Florida, R., Goe, W. R. (1994): *University-industry research centres in the United States*, Centre for Economic Development, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.

Comanor, W. S. (1965): "Research and Technical Change in the Pharmaceutical Industry", *Review of Economics and Statistics* 47: 182-190.

Commission of the European Communities (2001): "2001 Innovation Scoreboard", *Commission Staff Working Paper*

Cooke, P. (1992): "Regional Innovation Systems: Competitive Regulation in New Europe", *Geoforum* 23 (3): 365-382.

Coronado Guerrero, D. y Acosta Seró, M. (1999): "Innovación tecnológica y desarrollo regional", *Información Comercial Española: Revista de Economía* 781: 103-116.

Cotec (1999): *Relaciones de la empresa con el sistema público de I+D*, Madrid: Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica.

Coupé, T. (2001): "Science is Golden: Academic R&D and University Patents", Proceedings of the conference *Innovations and Intellectual Property: Economic & managerial perspectives*. Brussels, November 22nd & 23rd.

Cozzens, S. (1989): "What do citations count? The rhetoric first model", *Scientometrics* 15: 437-447.

Crepon, B. and Duguet, E. (1997): "Research and development, competition and innovation: Pseudo-maximum likelihood and simulated maximum likelihood methods applied to count data models with heterogeneity", *Journal of Econometrics* 79: 355-378.

Crow, M. and Bozeman, B. (1987): "R&D laboratory classification and public policy: the effects of environmental context on laboratory behaviour", *Research Policy* 16: 229-258.

Dasgupta, P. and David, P. (1994): "Towards a new economics of science", *Research Policy* 23 (5): 487-521.

David, P. A. (2000): "The political economy of public science", in Smith, H. H. (ed.): *The regulation of science and technology*, London: MacMillan.

David, P. A. and Hall, B. H. (2000): "Heart of darkness: modelling public-private funding interactions inside the R&D black box", *Research Policy* 29 (9): 1165-1183.

David, P. A., Hall, B. H. and Toole, A. A. (2000): "Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence", *Research Policy* 29 (4-5): 497-529.

David, P. A., Mowery, D. C., Steinmueller, W. E. (1994a): "Analysing the Economic Payoffs from Basic Research", Mowery, D. (ed.): *Science and Technology Policies in Interdependent Economies*, Boston: Kluwer, pp. 57-78.

David, P. A., Mowery, D. C., Steinmueller, W. E. (1994b): "University-Industry Research Collaborations: Managing Missions in Conflict", Conference *University Goals, Institutional Mechanisms, and the Industrial Transferability of Research*, CEPR, Stanford University, Stanford, CA., March 18-20.

De Solla Price, D. (1963): *Little science, big science*, New York: The Columbia University Press.

Durand, T., Feuillee, P. (1988): "Principaux aspects de la diffusion et de la valorisation des résultats de la recherche publique en France", en Comisión Europea (ed.): *Utilisation des résultats de la recherche et du développement publics*, 20-35.

Edquist, C. (ed.) (1997): *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations*, London: Pinter.

Etzkowitz, H. (1998): "The norms of entrepreneurial science: cognitive effects of the new university-industry linkages", *Research Policy* 27: 823-833.

Etzkowitz, H. and Leydesdorff, L. (1996): "Emergence of a Triple Helix of University-Industry-Government Relations", *Science and Public Policy* 23: 279-286.

Etzkowitz, H. and Leydesdorff, L. (2000): "The dynamics of innovation: From National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of academic-industry-government relations", *Research Policy* 26: 109-123.

Evenson, R. E. (1968): *The contribution of agricultural research and extension to agricultural productivity*, PhD Dissertation, University of Chicago.

Fagerberg, J. (1987): "A technology gap approach to why growth rates differ", *Research Policy* 16: 87-99.

Fagerberg, J. and Verspagen, B. (2002): "Technology-gaps, innovation-diffusion and transformation: an evolutionary interpretation", *Research Policy* 31: 1291-1304.

Faulkner, W. and Senker, J. (1995): *Knowledge Frontiers*, Oxford: Clarendon Press.

Feller, I. (1997): "Technology transfer from universities", Smart, J. C. (ed.): *Higher Education: Handbook of Theory and Research*, Agathon Press, New York, NY.

Fernández de Lucio, I., Castro Martínez, E., Closier, E., Mínguez López, O., Yegros Yegros, A. (2003): "Cómo se contempla en sedes web de las universidades españolas y francesas sus relaciones con el entorno socioeconómico", *X Seminario Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC*, Méjico D.F. (Méjico), 22-24 de octubre de 2003.

Fernández de Lucio, I., Gutiérrez Gracia, A., Azagra Caro, J., Jiménez Sáez, F. (2001): "Las debilidades y fortalezas del sistema valenciano de innovación", en M. Olazarán y M. Gómez Uranga (ed.): *Sistemas regionales de innovación*, Universidad del País Vasco.

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.

Fernández de Lucio, I. y Nieto, J.(1998): "La Universidad Politécnica de Valencia: España", en A. Campo Cabal y H. Yesid Bernaj (eds.): *Interacción universidad-sector productivo*, Bogotá: CAB.

Foltz, J., Barham, B. and Kim, K. (2000): "Universities and Agricultural Biotechnology Patent Production", *Agribusiness* 16 (1): 82-95.

Foltz, J., Kim, K. and Barham, B. (2001): "A Dynamic Count Data Analysis of University Ag-Biotech Patents", *Food Marketing Policy Center Research Report* 56.

Foray, D. (2000): *L'économie de la connaissance*, La Découverte.

Freeman, C. (1975): *La teoría económica de la innovación industrial*, Madrid: Alianza Universidad.

Freeman, C. (1987): *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, London: Pinter.

Freeman, C. y Soete, L. (1994): "Teoría económica del desempleo", en *Cambio tecnológico y empleo*, cap. 2. Madrid: Fundación Universidad-Empresa y BT Telecomunicaciones.

García Aracil, A., Fernández de Lucio, I., Azagra Caro, J. y López Estornell, M. (2002): "Análisis de las actividades de investigación y desarrollo y de cooperación entre las comunidades académica y empresarial de la Comunidad Valenciana", *Revista Valenciana d'Estudis Autonòmics* 38: 39-104.

García Quevedo, J. (2002): "Universidades e infraestructura tecnológica en la localización de las innovaciones", *Economía industrial* 346: 127-134.

García-Romero, A. and Modrego, A. (2001): "Research training in Spain: An assessment exercise". Proceedings of a conference organised by the European Commission Directorate General for Research: *The contribution of socio-economic research to the benchmarking of RTD policies in Europe*. Brussels, March 15-16.

Geuna, A. (1999): *The Economics of Knowledge Production*, Cheltenham and Northampton: Edward Elgar.

Geuna, A., Nesta, L. (2003): "University Patenting and its Effects on Academic Research", *DRUID Summer 2003 Conference*, Copenhagen (Denmark), June 12-14

Geuna, A., Savona, A., Llerena, P. and Matt, M.: "The evolution of Contractual Funding at the Université Louis Pasteur-Strasbourg", unpublished working paper.

Giamatti, A. B. (1982): “The university, industry and co-operative research”, *Science* 218: 1278-1280.

Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scoot, P. and Trow, M. (1994): *The New Production of Knowledge*, Cheltenham and Northampton: Edward Elgar.

Gluck, M., Blumenthal, D., Stoto, M. (1987): “University-industry relationships in the life sciences: implications for students and post-doctoral fellows”, *Research policy* 16: 327-336.

Green, W. H. (2003): *Econometric Analysis*, Prentice Hall, 5th edition.

Griliches, Z. (1958): “Research costs and social returns: hybrid corn and related innovations”, *Journal of Political Economy* 56: 419-431.

Griliches, Z. (1968): “Research expenditures, education and the aggregate agricultural production function”, *American Economic Review* 54 (6): 961-974.

Griliches, Z. (1984): "Who does R&D and who patents?", en Z. Griliches (ed.): *R&D, Patents and Productivity*. Chicago and London: University of Chicago Press, cap. 2.

Griliches, Z. (1990): “Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey”, *Journal of Economic Literature* XXVIII: 1661-707.

Hall, B. H. y Ziedonis, A. A. (2001): “The patent paradox revisited: an empirical study of patenting in the U.S. semiconductor industry, 1979-1995”, *RAND Journal of Economics* 32 (1): 101-128.

Hall, B. H., Griliches, Z. and Hausman, J. A. (1986): "Patents and R&D: Is there a lag?", *International Economic Review* 27 (2): 265-283.

Hausman, J., Hall, B. H. and Griliches, Z. (1984): "Econometric models for count data with an application to the patents-R&D relationship", *Econometrica* 52 (4): 909-938.

Hayek, F. (1945): “The use of knowledge in the society”, *American Economic Review* 35: 519-530.

Henderson, R., Jaffe, A. B. and 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.

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.

Jaffe, A. B. (2000): “The U.S. patent system in transition: policy innovation and the innovation process”, *Research policy* 29: 531-557.

Jensen, R. and Thursby, M. (2001): “University Research and Education in the US”, Proceedings of the conference *Innovations and Intellectual Property: Economic & managerial perspectives*. Brussels, November 22nd & 23rd.

Jensen, R. and Thursby, M. (2003): “The Academic Effects of Patentable Research”, *NBER Higher Education* Meetings, Massachussets, May 2nd.

Joly, P. B. and Mangematin, V. (1996): "Profile for public laboratories, industrial partnership and organisation of R&D: the dynamic of industrial relationships in a large research organisation", *Research Policy* 25: 901-922.

Kenny, M. (1986): *Biotechnology: The University Industrial Complex*, Yale University Press.

Kenny, M. (1987): "The ethical dilemmas of university-industry collaborations", *Journal of Business Ethics* 6: 127-135.

Keynes, J. M. (1923): *Tract on Monetary Reform*, new edition in *Collected Writings* (1971), Vol. IV, Londres: Macmillan and Royal Economic Society.

Keynes, J. M. (1936): *General Theory of Employment, Interest and Money*, New York: Harcourt Brace.

Klevorick, A. K., Levin, R., Nelson, R. R. and Winter, S. (1995): "On the sources and significance of inter-industry differences in technological opportunities", *Research Policy* 24: 185-205.

Kline, S. J. and Rosenberg, N. (1986): "An overview of innovation". En: R. Landau and N. Rosenberg (eds.): *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth*. Washington: National Academy Press: 275-306.

Knorr-Cetina, K. (1982): "Scientific communities or transepistemic arenas of research? A critic of quasi economic models of science", *SSS* 12: 101-130.

Kortum, S. and Lerner, J. (1999): "What is behind the recent surge in patenting?", *Research Policy* 28: 1-22.

Kortum, S. K. (1997): "Research, Patenting and Technological Change", *Econometrica* 65 (6): 1389-419.

Koumpis, K. y Pavitt, K. (1999): "Corporate Activities in Speech Recognition and Natural Language: Another "New-Science"-Based Technology", *International Journal of Innovation Management* 3 (3): 335-366.

Kuhn, T. S. (1962): *The Structure of Scientific Revolutions*, University Chicago Press: Chicago.

Latour, B. and Woolgar, S. (1979): *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*, Los Angeles: Sage.

Lee, Y. S. (1996): "Technology transfer and the research university: a search for the boundaries of university-industry collaboration", *Research Policy* 25: 843-863.

Lambert, D. (1992): "Zero-Inflated Posisson Regression, with an Application to Defects in Manufacturing", *Technometrics* 34 (1): 1-14.

Leydesdorff, L. (2000): "The triple helix: an evolutionary model of innovations", *Research Policy* 29: 243-255.

Lotka, A. J. (1926): "The frequency distribution of scientific productivity", *Journal of the Washington Academy of Sciences* 16: 317-323.

Lundvall, B. Å. (1988): "Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation", in G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg and L. Soete (eds.): *Technical Change and Economic Theory*, Pinter: London.

Lundvall, B. Å. (1992): *National systems of innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London: Pinter Publishers.

Lundvall, B. Å. (2002): "The University in the Learning Economy", *DRUID Working Paper* 2002-6.

Machlup, F. (1982): *Knowledge: Its Creation, Distribution and Economic Significance*, Princeton, NJ: Princeton University Press.

Mahdi, S. y Pavitt, K. (1997): "Key National Factors in the Emergence of Computational Chemistry Firms", *International Journal of Innovation Management* 1 (4): 355-386.

Malthus, T. R. (1820, rep. 1977): *Principles of Political Economy*, Part I, Ch. 7. Mexico: Fondo de Cultura Económica.

Mansfield, E. (1968): *Industrial Research and Technological Innovation –An Econometric Analysis*, New York: Norton.

Mansfield, E. (1971): *Research and Innovation in the Modern Corporation*, New York: Norton.

Mansfield, E. (1991): "Academic research and industrial innovation", *Research policy* 20: 1-12.

Mansfield, E. (1992): "Academic research and industrial innovation: a further note", *Research policy* 21: 773-776.

Mansfield, E. (1998): "Academic research and industrial innovation: An update of empirical findings", *Research Policy* 25 (3): 773-76.

Marshall, A. (1890): *Principles of Economics*, 8th edition (1920), Londres: Macmillan.

Martin, F. (1998): "The economic impact of Canadian university R&D", *Research Policy* 27: 677–87.

Martínez, A., Alonso, I., Pérez, M. y Urbina, O. (1999): "Las relaciones universidad-empresa: desequilibrio y interacción", *ESIC Market* 102: 123-137.

Marx, K. (1848): *The Communist Manifesto*, rep. in D. McLellan (ed.): *Karl Marx Selected Writings*, Oxford: Oxford University Press.

McLean, I. W. y Round, D. K. (1978): "Research and Product Innovation in Australian Manufacturing Industries", *Journal of Industrial Economics* 28: 1-12.

McMillan, G. S., Narin, F. and Deeds, D. L. (2000): "An analysis of the critical role of public science in innovation: the case of biotechnology", *Research Policy* 29 (1): 1-8.

Merton, R. K. (1938): *Science, Technology and Society in Seventeenth Century England*, Burges: Sainte Catherine Press.

Merton, R. K. (1942): "Science and technology in a democratic order", *Journal of Legal and Political Sociology* 1: 115-126.

Merton, R. K. (1968): "The Matthew effect in science", *Science* 159: 56-63.

Merton, R. K. (1973): "The normative structure of science", in: N. W. Storer (ed.): *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*, University of Chicago Press, Chicago, IL.

Meyer, M. (2000a): "Does science push technology? Patents citing scientific literature", *Research Policy* 29 (3): 409-434.

Meyer, M. (2000b): "Análisis de las citas de patentes como herramienta de planificación política", *IPTS Report* 49: 5-18.

Meyer-Krahmer, F. and Schmoch, U. (1998): "Science-based technologies: university-industry interactions in four fields", *Research Policy* 27 (8): 835-51.

Michavila, F. y Calvo, B. (1998): *La universidad española hoy*, Madrid: Síntesis.

Mills, C. W. (1958): *The Power Elite*, New York: Oxford University Press

Molas-Gallart, J., Salter, A., Patel, P., Scott, A., Duran, X. (2002): *Measuring Third Stream Activities. Final Report to the Russell Group to the Russell Group of Universities*, SPRU, University of Sussex.

Molero, J., Buesa, J. (1996): "Patterns of technological change among Spanish innovative firms: the case of the Madrid region", *Research Policy* 25: 647-663.

Molero, J., Buesa, J. (1996): "Patterns of internationalisation of Spanish innovatory firms", *Research Policy* 27: 541-558.

Molero, J. y Buesa, J. (1999): "Innovación y cambio tecnológico", en García Delgado, J. L. (dir.): *Lecciones de economía española*, 4ª edición, cap. 5. Madrid: Civitas.

Mora-Valentín, E. M., Montoro-Sánchez, A., Guerras-Martin, L. A. (2003): "Determining factors in the success of R&D cooperative agreements between firms and research organizations", *Research Policy*, en prensa.

Mowery, D. C. and Sampat, B. N. (2001): "Patenting and Licensing University Inventions: Lessons from the History of the Research Corporation", *Industrial and Corporate Change* 10 (2): 317-355.

Mowery, D. C. and Sampat, B. N. (2003): "The Bayh-Dole Act of 1980 and University-Industry Technology Transfer: A Model for Other OECD Governments?", http://www.hbs.edu/units/em/Pages/semseries/mowery.pdf

Mowery, D. C. and Ziedonis, A. A. (2002): "Academic patent quality before and after the Bayh-Dole act in the United States", *Research Policy* 31: 399-418.

Mowery, D. C., Nelson, R. R., Sampat, B. N. and Ziedonis, A. A. (2001): "The growth 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.

Mullahy, J. (1986): "Specification and Testing of Some Modified Count Data Models", *Journal of Econometrics* 33: 341-365.

Narin, F. and Noma, E. (1985): "Is technology becoming science?", *Scientometrics* 7 (3-6): 369-381

Narin, F. and Olivastro, D. (1988): "Technology indicators based on patents and patents citations" in van Raan, A. (ed.): *The Handbook of Quantitative Studies of Science*, Amsterdam: Elsevier.

Narin, F. and Olivastro, D. (1992): "Status Report: Linkage Between Technology and Science", *Research Policy* 21: 197-206.

Narin, F., Hamilton, K. S. and Olivastro, D. (1997): "The increasing linkage between U.S. technology and public science", *Research Policy* 26 (3): 317-30.

Navarro Arancegui, M. (2002): "La cooperación para la innovación en la empresa española desde una perspectiva internacional comparada", *Economía industrial* 346: 47-66.

Nelson, R. R. (1959): "The simple economics of basic scientific research", *Journal of Political Economy* 67: 297-306.

Nelson, R. R. (1986): "R&D, Innovation and Public Policy", *American Economic Review* 76: 186-189.

Nelson, R. R. (1988): "Institutions Supporting Technical Change in the United States", in G. Dosi (ed.): *Technical Change and Economic Theory*, London: Pinter.

Nelson, R. R. (1993): *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, New York, Oxford: Oxford University Press.

Nelson, R., R. (2000): "Knowledge and Innovation Systems", in OECD: *Knowledge Management in the Learning Society*. Paris.

Nelson, R. R. (2001): "Observations on the Post-Bayh-Dole Rise in University Patenting", *Journal of Technology Transfer* 26 (1/2): 13-19.

Nelson, R. R. and Winter, S. G. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge: Harvard University Press.

OCDE (1971): *Conditions du succès de l'innovation technologique*, Paris: OCDE.

OCDE (1990): *University-Enterprises Relations in OECD Member Countries*, Paris: OCDE.

OCDE (1996): *The Knowledge-Based Economy*, Paris: OCDE.

OCDE (2000a): *Knowledge Management in the Learning Society*, Paris: OCDE.

OCDE (2000b): *University Research in Transition*, Paris: OCDE.

OCDE (2002): *Frascati Manual*, , Paris: OCDE.

OEPM (1999): *La protección de las innovaciones en España: Patentes, modelos de utilidad, modelos y dibujos industriales*, Madrid.

OEPM (2001 y 2003): *Cibepat*, base de datos electrónica, Madrid.

OTA (1995): *Innovation and Commercialisation of Emerging Technology*, Office of Technology Assessment, US Government Printing Office, Washington, DC.

Pakes, A. and Griliches, Z. (1984): "Patents and R&D at the firm level: A first look", en Z. Griliches (ed.): *R&D, Patents and Productivity*. Chicago and London: University of Chicago Press, cap. 3.

Patel, P. y Pavitt, P. (1995): "Patterns of technological activity", en Stoneman, P. (ed.): *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*, Oxford y Cambridge: Blackwell.

Pavitt, K. (1984): "Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory", *Research Policy* 13: 343-373.

Pavitt, K. (1988): "Uses and abuses of patent statistics", in van Raan, A. (ed.): *The Handbook of Quantitative Studies of Science*, Amsterdam: Elsevier.

Pavitt, K. (1998): "Do patents reflect the useful research output of universities?", *Research evaluation* 7 (2): 105-11.

Pavitt, K. (2000a): "Innovating Routines in the Business Firm: what matters, what's staying the same, and what's changing", *Schumpeter Society Conference* Key Speech, July 2000.

Pavitt, K. (2000): "Why European Union Funding of Academic Research Should Be Increased: A Radical Proposal", *Science and Public Policy* 27 (6): 455-460.

Pavitt, K. y Wald, S. (1971): "The Conditions for Success in Technological Innovation", Paris: OCDE.

Payne, A. A. and Siow, A. (1999): "Does Federal Research Funding Increase University Research Output?", *IGPA Working Paper* 74

Pérez, C. (1983): "Structural change and the assimilation of new technologies in the economic and social system", *Futures* 15 (5): 357-375.

Peterson, W. L. (1967): "Return to poultry research in the United States", *Journal of Farm Economics* 49: 656-669.

Phillips, A. (1971): *Technology and Market Structure*, Lexington: Lexington Books.

Piccaluga, A. (2001): *La valorizzazione della ricerca scientifica*, Milano: Franco Angeli.

Polanyi, M. (1958): *Personal Knowledge: Towards a Post-critical Philosophy*, London: Routledge & Kegan Paul.

Rappert, B., A. Webster, and D. Charles (1999): "Making sense of diversity and reluctance: academic-industrial relations and intellectual property", *Research Policy* 28: 873-890.

Ricardo, D. (1821): *Principles of Political Economy and Taxation* (3rd edition) in P. Sraffa (ed.): *The Works and Correspondence of David Ricardo*, vol. 1, Cambridge: Cambridge University Press.

Rogers, E. M., Yin, J. and Hoffmann, J. (2000): "Assessing the Effectiveness of Technology Transfer Offices at US Research Universities", *Journal of the Association of University Technology Managers* 12: 47-80.

Rosenberg, N. (1976): "Tecnología y economía", Barcelona: Gustavo Gili.

Rosenberg, N. (1982): *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge: Cambridge University Press.

Rosenberg, N. (1990): "Why do firms do basic research (with their ULP money)?", *Research Policy* 19: 165-174.

Rosenberg, N. (1992): "Science and Technology in the Twentieth Century", in G. Dosi, R. Gianetti and P. A. Toninelli (eds.): *Technology and Enterprise in a Historical Perspective*, Oxford: Clarendon Press.

Rosenberg, N. (1994): *Exploring the Black Box: Technology, Economics and History*, Cambridge: Cambridge University Press.

Rosenberg, N. and Nelson, R. R. (1994): "American universities and technical advance in industry", *Research Policy* 19: 165-174.

Sábato, J. (1975): *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia–tecnología-desarrollo-dependencia*, Paidós: Buenos Aires.

Salter, A. J. and Martin, B. R. (2001): “The economic benefits of publicly funded basic research: a critical review”, *Research Policy* 30: 509-532.

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.

Sanz Menéndez, L. and Cruz Castro, L. (2003): “Coping with environmental pressures: public research organisations responses to funding crises”, *Research Policy* 32: 1293-1308.

Schartinger, D.; Rammer, C.; Fischer, M. M.; Frölich, J. (2002): “Knowledge interactions between universities and industry in Austria: sectoral patterns and determinants”, *Research Policy* 31: 303-328.

Scherer, F. M. (1965): “Firm Size, Market Structure, Opportunity and the Output of Patented Inventions”, *American Economic Review* 55: 1097-1125.

Scherer, F. M. (1967): “Market Structure and the Employment of Scientists and Engineers”, *American Economic Review* 57: 524-531.

Scherer, F. M. (1984): *Innovation and growth –Schumpeterian Perspectives*, Cambridge (Massachusetts): MIT Press.

Schmiemann, M. and Durvy, J. N. (2001): “New approaches to technology transfer from publicly funded research”, Proceedings of the conference *Innovations and Intellectual Property: Economic & managerial perspectives*. Brussels, November 22nd & 23rd.

Schmookler, J. (1962): “Economic sources of inventive activity”, in Rosenberg, N. (ed., 1971): *The economics of technical change*, London: Penguin Books.

Schmookler, J. (1966): *Invention and economic growth*, Boston: Harvard University Press.

Schmookler, J. (1972): *Patents, Invention and Economic Change*, Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press.

Schockley, W: (1957): "On the statistics of individual variations of productivity in research laboratories", *Proceedings of IRE* 45: 279-290.

Schumacher, D. (1992): *Get Funded! A Practical Guide for Scholars Seeking Support from Business*. Sage, Beverly Hills, CA.

Schumpeter, J. A. (1911): *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*, Leipzig: Duncker & Humboldt. Edición en castellano (1944): México: Fondo de Cultura Económica.

Schumpeter, J. A. (1939): *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis*, New York: McGraw-Hill.

Scott, A., Steyn, G., Geuna, A., Brusoni, S. and Steinmueller, E. (2002): *The Economic Returns to Basic Research and the Benefits of University-Industry Relationships: A literature review and update of findings*, SPRU: Report for the Office of Science and Technology.

Senker, J. and Faulkner, W. (1992): “Industrial Use of Public Sector Research in Advanced Technology”, *R&D Management* 22: 157-176.

Shrieves, R. E. (1978): “Market Structure and Innovation: A New Perspective”, *Journal of Industrial Economics* 26: 329-347.

Smilor, R. W., Dietrich, G., Gibson, D. V. (1993): "La universidad empresarial: Función de la educación superior en los Estados Unidos en materia de comercialización de la tecnología y el desarrollo económico", *Revista Internacional de Ciencias Sociales* 135: 3-14.

Smith, A. (1776): *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, reprinted in 1976, London: Oxford University Press.

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.

Solow, R. (1956): "A contribution to the theory of economic growth", *Quarterly Journal of Economics* 70: 65-94.

Steinmueller, E. (1994): "Basic Research and Industrial Innovation", M. Dodgson and R. Rotwell (ed.): *The Handbook of Industrial Innovation*, Cheltenham: Edward Elgar.

Steuart, J. (1767): *An Inquiry into the Principles of Political Economy*, Londres: Millar and Cadell.

Sweeney, G. P. (1993): *El sistema universitario en la Comunidad Valenciana: Estudio de su estructura y de su papel futuro en el desarrollo regional*, Dublín: SICA Innovation Consultants, Ltd.

Thursby, J. G. and Kemp, S. (2002): "Growth and productive efficiency of university intellectual property licensing", *Research Policy* 31: 109-124.

Trow, M. (1974): "Problems in the transition from elite to mass higher education". In *Policies for Higher education*, OECD.

Utterback, J. M. (1974): "Innovation in Industry and the Diffusion of Technology", *Science* 183: 620-626.

Vandendorpe, L. (ed., 1997): "Basic Research White Paper*", Special publication of R&D Magazine.*

Veblen, T. (1918): *The Higher Learning in America. A Memorandum on the Conduct of Universities by Business Men*, reprinted 1994 London: Routledge/Thoemmes Press.

Vence Deza, X. (1995): *Economía de la innovación y del cambio tecnológico*, Madrid: Siglo XXI.

Vernon, J. M. y Gusen, P. (1974): "Technical Change and Firm Size: The Pharmaceutical Industry", *Review of Economics and Statistics* 56: 294-302.

Villar, A. y Soler, Á. (2002): *Mejoras educativas y actividad económica en España: un panorama de los cambios recientes (1990-2000)*, Valencia: Bancaja.

Von Hippel, E. (1988): *The Sources of Innovation*, New York and Oxford: Oxford University Press.

Vuong, Q. (1989): "Likelihood Ratio Tests for Model Selection and Non-nested Hypotheses", *Econometrica* 57: 307-334.

Wallmark, J. T. (1998): "Innovations and patents at universities: the case of Chalmers University of Technology", *Technovation* 17 (3): 127-39.

Wong, P. K. (1999): "University-industry technological collaboration in Singapore: emerging patterns and industry concerns", *International Journal of Technology Management* 18 (3/4): 270-284.

Ziman, J. (1987): "The problem of problem choice", *Minerva* 25: 92-106.

Zucker, L. G., Darby, M. R. (1996): "Costly information: firm transformation, exit, or persistent failure", *American Behavioral Scientist* 39, 959–974.

Zucker, L. G., Darby, M. R. (1997a): "Present at the biotechnological revolution: transformation of technological identity for a large incumbent pharmaceutical firm", *Research Policy* 26, 429–446.

Zucker, L. G., Darby, M. R. (1997b): "Individual action and the demand for institutions", *American Behavioral Scientist* 40, 502–513.

ANEXOS

Anexo A. Abreviaturas

AIC: criterio de información de Akaike.

BIC: criterio de información bayesiano.

BETA: *Bureau d'Economie Théorique et Appliquée.*

CNRS: *Centre National de la Recherche Scientifique.*

CPI: centro/s públicos de investigación.

EE.UU.: Estados Unidos.

FUE: fundación/es universidad-empresa.

I+D: investigación y desarrollo.

INE: Instituto Nacional de Estadística.

INPI: Instituto Nacional (Francés) de la Propiedad Industrial.

INSERM: *Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale.*

ISI: *Institute for Scientific Information.*

IUE: interacción universidad-empresa.

IVIE: Instituto Valenciano de Investigaciones Estadísticas.

MCGFI: mínimos cuadrados generalizados factibles iterados.

MCO: mínimos cuadrados ordinarios.

MIT: Instituto Tecnológico de Massachussets.

OEPM: Oficina Española de Patentes y Marcas.

OTRI: oficina/s de transferencia de resultados de la investigación.

PCT: Tratado de Cooperación de Patentes.

PYMES: pequeñas y medianas empresas.

TIC: tecnologías de la información y las comunicaciones.

TTO: oficina/s de transferencia de tecnología.

UE: Unión Europea.

ULP: Universidad Louis Pasteur.

UPV: Universidad Politécnica de Valencia.

USPTO: Oficina Estadounidense de Patentes y Marcas.

VI: variables instrumentales.

ZIP: poisson inflado con ceros.

Anexo B. Cuestionario de la encuesta a la comunidad académica de la Comunidad Valenciana

I. CUESTIONES GENERALES

1. Edad:

Menos de 30 años	Entre 30 y 39 años	Entre 40 y 49 años	Más de 49 años
☐	☐	☐	☐

2. Sexo:

Hombre	Mujer
☐	☐

3. Años de actividad docente en la actual o en anteriores Universidades:

Menos de 5 años	Entre 5 y 9 años	Entre 10 y 14 años	Más de 14 años
☐	☐	☐	☐

4. Escala docente a la que pertenece:

Catedrático/Titular de Universidad o Catedrático de Escuela Universitaria	Titular de Escuela Universitaria	Profesor ayudante	Profesor asociado a tiempo completo	Profesor asociado a tiempo parcial
☐	☐	☐	☐	☐

5. ¿Ocupa un cargo directivo dentro de la Universidad?

Sí	No
☐	☐

6. Duración global de las estancias en Universidades o centros de investigación extranjeros:

0	Entre 0 y 5 meses	Entre 6 y 11 meses	Entre 12 y 24 meses	Más de 24 meses
☐	☐	☐	☐	☐

7. Número de sexenios:

Ninguno	Uno	Dos	Tres	Cuatro o más
☐	☐	☐	☐	☐

8. ¿En qué área científica sitúa su actividad académica principal?

Ciencias exactas y naturales	Ingeniería y tecnología	Ciencias médicas	Ciencias agrarias	Ciencias sociales y humanidades
☐	☐	☐	☐	☐

¿Cómo distribuye su tiempo entre las distintas actividades académicas?

		Porcentaje
9.	Docencia reglada	
10.	Docencia no reglada	
11.	Investigación y desarrollo (I+D)[130]	
12.	Gestión	
13.	Otras actividades	
	TOTAL	100%

130Incluye actividades de apoyo y asesoría tecnológicos, así como el escalado de procesos, prototipos, etc.

¿Cómo cree que *debería* estar distribuido su tiempo entre las distintas actividades académicas?

		Porcentaje
14.	Docencia reglada	
15.	Docencia no reglada	
16.	Investigación y desarrollo	
17.	Gestión	
18.	Otras actividades	
	TOTAL	100%

Si contestó "0%" a la pregunta 11, pase a contestar la pregunta 28.

II. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I+D)

19. ¿Cómo realiza sus actividades de I+D?

En el seno de un grupo de investigación estable[131]	En el seno de un grupo que se forma ad hoc para cada proyecto	Individualmente
☐	☐	☐

¿Cómo distribuye su tiempo entre los distintos tipos de I+D que realiza?

		Porcentaje
20.	Investigación básica[132]	
21.	Investigación aplicada[133]	
22.	Desarrollo tecnológico[134]	
	TOTAL	100%

23. En el caso de desarrollar su actividad de I+D en el seno de un grupo (si no, pase a la pregunta 25), ¿en cual de las siguientes estructuras desarrolla *principalmente* su actividad investigadora?

Departamento Universitario	Instituto o unidad propia de la universidad o mixta con otras instituciones	Hospital Público	Instituto Tecnológico o instituto mixto de la universidad con empresas	Otro tipo de centros públicos, organismos o entidades privadas
☐	☐	☐	☐	☐

24. ¿Es usted responsable del grupo investigador?

Sí	No
☐	☐

25. ¿Qué programas públicos financian los proyectos de I+D en los que participa? Señale hasta 2 opciones:

Programas autonómicos de la Generalitat Valenciana	Programas nacionales	Programas europeos	Otros	No participo en ningún programa
☐	☐	☐	☐	☐

26. ¿Cuál es aproximadamente el presupuesto anual de I+D que maneja su grupo o, en su caso, usted?

0 pesetas	Entre 1 y 5 millones de pesetas	Entre 6 y 15 millones de pesetas	Entre 16 y 50 millones de pesetas	Más de 50 millones de pesetas
☐	☐	☐	☐	☐

27. ¿Qué porcentaje del presupuesto anterior es financiado por contratos con empresas u otras entidades?

0%	Entre el 1% y el 20%	Entre el 21% y el 50%	Más del 50%	No sé
☐	☐	☐	☐	☐

131 Formado por tres o más investigadores doctores de plantilla que desarrollen proyectos conjuntos de forma continuada
132 Creación de conocimientos no dirigida a una aplicación determinada.
133 Creación de conocimientos dirigida a una aplicación determinada.
134 Aplicación de conocimientos existentes para obtener procesos de fabricación, productos o servicios nuevos o mejorados. Incluye actividades de apoyo y asesoría tecnológicos, así como el escalado de procesos, prototipos, etc.

III. UNIVERSIDAD Y RELACIONES UNIVERSIDAD-EMPRESA

28. ¿Cree que la Universidad debe realizar actividades de I+D para las empresas?

Sí	Me es indiferente	No
☐	☐	☐

29. ¿Hace aproximadamente 5 años, creía usted que la Universidad debía realizar actividades de I+D para las empresas?

Sí	Me era indiferente	No
☐	☐	☐

30. ¿Cómo influye la política institucional de su universidad en la cooperación con las empresas?

La favorece	No influye	La perjudica	No sé
☐	☐	☐	☐

¿Qué importancia atribuye a las relaciones de la universidad con las empresas para...?

		Alta	Media	Baja	Ninguna
31.	Favorecer en la Universidad la investigación orientada	☐	☐	☐	☐
32.	Participar en el desarrollo económico de la región	☐	☐	☐	☐
33.	Intensificar la comercialización de los resultados de la investigación académica	☐	☐	☐	☐
34.	Favorecer la creación de empresas basadas en la investigación académica	☐	☐	☐	☐
35.	Obtener financiación adicional para las actividades de I+D	☐	☐	☐	☐
36.	Adecuar los programas docentes	☐	☐	☐	☐

Valore la eficacia de los siguientes mecanismos para fomentar las relaciones universidad-empresa.

		Muy eficaz	Bastante eficaz	Poco eficaz	Nada eficaz	No sé
37.	La dotación de mayores medios a la actual OTRI[135] de su Universidad	☐	☐	☐	☐	☐
38.	El establecimiento de personal de la OTRI en su Departamento o Instituto	☐	☐	☐	☐	☐
39.	La presencia en su Departamento o Instituto de personal técnico para apoyo a las relaciones universidad-empresa	☐	☐	☐	☐	☐
40.	La presencia en su Departamento o Instituto de técnicos de laboratorio para la realización de actividades de I+D	☐	☐	☐	☐	☐
41.	La creación de un órgano de coordinación ente la universidad y las organizaciones empresariales	☐	☐	☐	☐	☐
42.	La creación de institutos mixtos entre la universidad y las empresas	☐	☐	☐	☐	☐
43.	La creación de un parque científico y tecnológico	☐	☐	☐	☐	☐

[135] Unidad de la universidad para favorecer y facilitar las relaciones universidad-empresa. En las Universidades de Alicante, Elche y Valencia reciben el nombre de OTRI, en la de Castellón, OCIT, y en la Universidad Politécnica de Valencia, CTT.

Para desarrollar las relaciones de la universidad con las empresas, ¿qué importancia concede a los siguientes servicios?

		Alta	Media	Baja	Ninguna	No sé
44.	Información sobre las ayudas públicas para financiar las relaciones	☐	☐	☐	☐	☐
45.	Ayuda en la búsqueda de empresas interesadas	☐	☐	☐	☐	☐
46.	Colaboración en la negociación de los contratos	☐	☐	☐	☐	☐
47.	Apoyo a la elaboración de memorias de proyectos	☐	☐	☐	☐	☐
48.	Asesoría para la elaboración y gestión de patentes	☐	☐	☐	☐	☐
49.	Asesoría para la creación de empresas	☐	☐	☐	☐	☐
50.	Una gestión económica/administrativa eficaz y flexible	☐	☐	☐	☐	☐
51.	Un marco normativo explícito y adecuado	☐	☐	☐	☐	☐

52. Los medios de los que dispone su universidad para gestionar las relaciones con las empresas son:

Excesivos	Los necesarios	Escasos	No sé
☐	☐	☐	☐

IV. PROFESORES Y RELACIONES UNIVERSIDAD-EMPRESA

53. ¿Coopera con empresas en actividades de I+D?

Mucho	Bastante	Poco	Nada
☐	☐	☐	☐

54. ¿Estaría interesado en incrementar su cooperación con empresas?

Sí	No	Me es indiferente
☐	☐	☐

Independientemente de que colabore o no con empresas, ¿le frenan los siguientes aspectos para relacionarse con ellas?

		Mucho	Bastante	Poco	Nada	No sé
55.	La ausencia de empresas adecuadas para cooperar	☐	☐	☐	☐	☐
56.	El escaso interés de las empresas por la investigación que usted realiza	☐	☐	☐	☐	☐
57.	Las dificultades de comunicación con las empresas por las diferencias de lenguaje, intereses, etc.	☐	☐	☐	☐	☐
58.	El considerar que hacerlo no está entre sus responsabilidades	☐	☐	☐	☐	☐
59.	El no estar motivado personalmente para ello	☐	☐	☐	☐	☐
60.	La falta de tiempo, dada su dedicación a actividades docentes	☐	☐	☐	☐	☐
61.	La insuficiencia del apoyo institucional necesario para hacerlo	☐	☐	☐	☐	☐
62.	La ausencia de un ambiente favorable para las relaciones en su universidad	☐	☐	☐	☐	☐

También con independencia de que colabore o no con empresas, ¿cómo cree que relacionarse con ellas influye sobre los siguientes aspectos?

		Positivamente	Nada	Negativamente	No sé
63	el salario del profesor	☐	☐	☐	☐
64	la orientación de la actividad investigadora hacia la innovación	☐	☐	☐	☐
65	la adecuación de la actividad docente	☐	☐	☐	☐
66	las salidas profesionales de alumnos y colaboradores	☐	☐	☐	☐
67	la resolución de problemas reales	☐	☐	☐	☐
68	las prácticas en empresas de los alumnos	☐	☐	☐	☐
69	el intercambio de conocimientos relevantes	☐	☐	☐	☐
70	la obtención de recursos públicos para proyectos de I+D	☐	☐	☐	☐
71	la docencia reglada	☐	☐	☐	☐
72	la carrera científica (obtención de sexenios)	☐	☐	☐	☐
73	la libertad de elección de la temática de la I+D a realizar	☐	☐	☐	☐

¿Mediante qué tipo de actividades preferiría usted relacionarse con las empresas? (señale como máximo 3 actividades).

74. Contactos informales	☐
75. Asesoramiento y apoyo tecnológico	☐
76. Prácticas de alumnos en empresas	☐
77. Formación bajo demanda empresarial	☐
78. Investigación contratada	☐
79. Investigación conjunta	☐
80. Licencia de patentes	☐
81. Intercambio de personal investigador	☐
82. Centros mixtos	☐

83. ¿Estaría dispuesto a impulsar en su Universidad la creación de empresas afines a su campo de actividad?

Sí	No	No sé
☐	☐	☐

V. EMPRESAS Y RELACIONES UNIVERSIDAD EMPRESA

84. ¿Participa normalmente en la realización de contratos con empresas?

Sí	No
☐	☐

En caso de respuesta negativa, pase, por favor, a la pregunta nº 99.

Indique con qué frecuencia coopera con las empresas, atendiendo a su ubicación geográfica:

		Con mucha frecuencia	Con bastante frecuencia	Con poca frecuencia	Nunca	No sé
85.	Empresas de la Comunidad Valenciana	☐	☐	☐	☐	☐
86.	Empresas españolas fuera de la Comunidad Valenciana	☐	☐	☐	☐	☐
87.	Empresas extranjeras	☐	☐	☐	☐	☐

88. ¿Con qué tipo de empresas contrata más frecuentemente, según su tamaño? (señale hasta dos posibilidades)

Microempresas (hasta 10 trabajadores)	Pequeñas empresas (11-50 trabajadores)	Medianas empresas (51-250 trabajadores)	Grandes empresas (más de 250 trabajadores)
☐	☐	☐	☐

89. ¿Cuál es el nivel de formación más frecuente de su interlocutor en la empresa?

Doctor	Titulado Medio o Superior (Ciencias Exactas, Naturales o Ingeniería)	Titulado Medio o Superior (Ciencias Sociales y Humanidades)	Con Estudios Secundarios o Primarios	Lo desconoce
☐	☐	☐	☐	☐

90. ¿Qué nivel tecnológico aprecia en las empresas de la Comunidad Valenciana con las que se relaciona?

Alto	Medio	Bajo	Lo desconoce
☐	☐	☐	☐

Indique la forma en que surgen sus relaciones con las empresas. En la última columna señale con una cruz hasta tres opciones que, a su juicio, serían las más adecuadas.

		Con mucha frecuencia	Con bastante frecuencia	Con poca frecuencia	Nunca	Preferencia
91.	Por iniciativa directa y propia	☐	☐	☐	☐	☐
92.	A través de la OTRI de la universidad u otra entidad equivalente	☐	☐	☐	☐	☐
93.	Por iniciativa del departamento o instituto	☐	☐	☐	☐	☐
94.	Por iniciativa de la empresa	☐	☐	☐	☐	☐
95.	A través de un Instituto Tecnológico	☐	☐	☐	☐	☐
96.	A través de ferias, congresos, simposiums, conferencias	☐	☐	☐	☐	☐
97.	Publicaciones en revistas especializadas y otros medios de comunicación	☐	☐	☐	☐	☐
98.	A través de estudiantes o ex alumnos	☐	☐	☐	☐	☐

Desde su punto de vista, ¿cómo influyen en las empresas las siguientes barreras en sus relaciones con la universidad?

		Mucho	Bastante	Poco	Nada
99.	Desconocimiento de la investigación universitaria	☐	☐	☐	☐
100.	Falta de interés por la investigación universitaria	☐	☐	☐	☐
101.	Dificultades para compartir la propiedad de los resultados de la colaboración	☐	☐	☐	☐
102.	Falta de experiencia práctica del personal universitario	☐	☐	☐	☐
103.	Poca rapidez en la obtención de resultados	☐	☐	☐	☐
104.	Retraso en el cumplimiento de los plazos acordados	☐	☐	☐	☐
105.	Complejidad de los trámites administrativos de contratación	☐	☐	☐	☐
106.	Escasa capacidad de las empresas para asimilar los resultados de la I+D universitaria	☐	☐	☐	☐
107.	Falta de recursos financieros para estas relaciones	☐	☐	☐	☐
108.	Incertidumbre de los resultados (riesgo)	☐	☐	☐	☐
109.	Reticencias para compartir o divulgar información	☐	☐	☐	☐

VI. ADMINISTRACIÓN Y RELACIONES UNIVERSIDAD-EMPRESA

110. Indique con qué frecuencia contrata con las Administraciones Públicas

Con mucha frecuencia	Con bastante frecuencia	Con poca frecuencia	Nunca	No sé
☐	☐	☐	☐	☐

¿Qué medidas utiliza o puede utilizar la Administración Pública para favorecer las relaciones universidad-empresa? Señale, por favor, hasta tres que considere como las más importantes.

111.	Un marco legal adecuado	☐
112.	Programas de financiación de I+D empresarial	☐
113.	Programas de financiación de actividades de I+D conjuntas entre universidades y empresas	☐
114.	Programas de financiación de actividades de I+D conjuntas entre institutos tecnológicos y universidades	☐
115.	Programas de financiación de las actividades de las OTRI o entidades similares	☐
116.	Desgravaciones fiscales a la I+D de las empresas	☐
117.	Financiación de Institutos Tecnológicos	☐
118.	Financiación de Institutos Universitarios u otros Institutos	☐
119.	Aumento de medios de la I+D en las Universidades	☐
120.	Facilitar la colaboración entre grupos de I+D	☐
121.	Estimulo del intercambio del personal investigador entre universidad y empresa	☐
122.	Incorporación de personal técnico a las empresas	☐

Anexo C. Información sobre la UPV[136]

UN POCO DE HISTORIA

Nuestra Universidad es una institución joven. Su historia se remonta a tan sólo 30 años, a pesar de que algunos de sus centros tienen más de un siglo de existencia. Es el caso de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (antigua Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial), la Escuela Politécnica Superior de Alcoy y la Facultad de Bellas Artes.

El germen de lo que hoy en día es la Universidad surge en el curso 1968-1969 cuando se crea el Instituto Politécnico Superior de Valencia que integra cuatro centros: la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, constituida en 1959; la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, creada en 1966; la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, ambas de 1968.

UN CAMPUS EN CONSTANTE DESARROLLO

Pero no es hasta 1971 (a raíz del Decreto del 11 de marzo, a través del cual se concede el máximo rango académico al Instituto Politécnico Superior de Valencia) cuando nuestra Institución se constituye definitivamente en Universidad Politécnica de Valencia. Años más tarde, en 1978, la Facultad de Bellas Artes pasa asimismo a adscribirse a esta Universidad.

A partir de ahí, comienzan a incorporarse el resto de centros: la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (antigua Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Valencia), la Escuela Politécnica de Alcoy, la Escuela Técnica Superior de Gestión en la Edificación (antigua Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Valencia), la Escuela Técnica Superior del Medio Rural y Enología (antigua Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Valencia) y la Escuela Técnica Superior de Informática Aplicada (antigua Escuela Universitaria de Informática), cuyos estudios se inician en 1985.

EL CRECIMIENTO ACORDE A LAS NECESIDADES DEL ENTORNO

Más adelante, se crean la Facultad de Informática; la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica, y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. También formaron parte de nuestros campus universitarios la Escuela Universitaria Politécnica de Alicante hasta 1991 y la Escuela Politécnica Superior de Orihuela hasta 1997.

En 1994, ratificado por decreto, el centro de Alcoy pasa a ser Escuela Politécnica Superior y, en 1993, se funda la Escuela de Gandia, que se constituye como Escuela Politécnica Superior durante el curso académico 1999-2000. Asimismo, durante ese curso, se pone en marcha la Facultad de Administración y Dirección de Empresas.

---

[136] Extraída de la página de Internet http://www.upv.es/perfiles/visitantec.html.

LA UPV HOY

En la Universidad Politécnica de Valencia, la convivencia forma parte de un proyecto educativo en el que participan activamente los estudiantes y profesores de los tres campus (Vera, Alcoy y Gandia) y de la extensión universitaria de Xátiva.

En la actualidad, nuestra comunidad universitaria está formada por unos 39.000 miembros. De ellos, cerca de 35.000 son alumnos, 2.387 son profesores y 1.593 integran el grupo de personal de la administración y los servicios. La UPV está constituida por 15 centros universitarios, de los que 10 son escuelas técnicas superiores, 3 son facultades y 2 son escuelas politécnicas superiores. Además, cuenta con 5 centros adscritos (Escuela Universitaria Ford España, Facultad de Estudios de la Empresa, Florida Universitaria, Mediterranean University of Science & Technology y Escuela de Turismo Pax) y una extensión universitaria.

Anexo D. 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
		Instituto de Tecnología 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
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 E. 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.

Anexo F. Listado de departamentos e institutos incluidos en el panel y clasificación según características relevantes para patentar

Departamento/Instituto	✓ si basado en la ciencia (*disc_cient*=1)	✓ si restricciones para patentar (*nop*=1)	✓ si hay presencia de inventores estrella (*est*=1) o se trata de un instituto mixto (*inst*=1)
Departamento de Biología Vegetal		✓	
Departamento de Biotecnología			
Departamento de Ciencia Animal		✓	
Departamento de Composición Arquitectónica			
Departamento de Comunicaciones			
Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales		✓	
Departamento de Construcciones Arquitectónicas			
Departamento de Dibujo		✓	
Departamento de Economía y Ciencias Sociales		✓	
Departamento de Escultura		✓	
Departamento de Estadística e Investigación Operativa		✓	
Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica			
Departamento de Expresión Gráfica en la Ingeniería			
Departamento de Física Aplicada			
Departamento de Historia del Arte		✓	
Departamento de Idiomas		✓	
Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría			
Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería			
Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática	✓	✓	
Departamento de Ingeniería del Terreno			
Departamento de Ingeniería e Infraestructura de los Transportes			
Departamento de Ingeniería Eléctrica	✓		
Departamento de Ingeniería Electrónica[137]	✓		
Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente			
Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales			
Departamento de Ingeniería Química y Nuclear	✓		
Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria			
Departamento de Ingeniería Textil y Papelera			
Departamento de Máquinas y Motores Térmicos			
Departamento de Matemática Aplicada		✓	
Departamento de Mecánica del Medio Continuo y Teoría de Estructuras			
Departamento de Mecanización Agraria			
Departamento de Organización de Empresas, Economía Financiera y Contabilidad		✓	
Departamento de Pintura		✓	
Departamento de Producción Vegetal[138]		✓	
Departamento de Proyectos Arquitectónicos			
Departamento de Química	✓		
Departamento de Sistemas Informáticos y Computación	✓	✓	
Departamento de Tecnología de Alimentos			✓
Departamento de Termodinámica Aplicada			
Departamento de Urbanismo			
Instituto de Biomecánica de Valencia			
Instituto de Tecnología Química	✓		✓

[137] Cuenta con restricciones para patentar porque los programas informáticos no pueden ser patentados en España.

[138] Cuenta con restricciones para patentar porque las nuevas especies de plantas no pueden ser patentadas en España.

Anexo G. Cuestionario de la entrevista a los inventores más prolíficos de la UPV

Entrevistado:
Fecha:
Duración de la entrevista:

A. ¿En cuántas patentes figura como inventor?
   A.1. ¿Con alguna extensión?
B. ¿Propiedad de la universidad?
C. ¿Cuántas licenciadas?
D. ¿Cuántas en explotación?
E. ¿Propiedad de la empresa?
F. ¿Cuántas en explotación?
G. ¿Has tendido a patentar más o menos?
H. ¿Por qué?

1. ¿Cómo es el proceso de patentar? ¿Son las patentes el resultado de la I+D? Si no se hace I+D, ¿se puede patentar?
2. ¿Cuántos años transcurren desde que se hace I+D hasta que se obtienen resultados patentables? ¿Es al final de los proyectos o a lo largo de la vida de un proyecto?
3. ¿De qué depende elegir una vía u otra?
4. ¿Quién financia la I+D que más da lugar a patentes? ¿Las administraciones? ¿Las empresas? ¿Fundaciones y otras fuentes de financiación?
5. ¿Realiza diferentes tipos de I+D? ¿Cómo la clasifica? ¿Cómo se distribuye en su caso?
   a. ¿Ha variado la distribución de esa I+D? ¿Por qué?
   b. ¿Distingue entre investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico? ¿Tiene que ver con su forma de clasificar la I+D?
   c. ¿Qué tipo de I+D da más lugar a patentes? ¿La investigación básica? ¿La investigación aplicada? ¿El desarrollo tecnológico? ¿Las actividades de consultoría?
6. ¿Hay I+D de más calidad e I+D de menos calidad? ¿De qué depende? ¿Cómo se distribuye en su caso?
   a. ¿Ha variado la distribución de esa I+D? ¿Por qué?
   b. ¿Definiría usted como investigación de alta calidad la que da lugar a patentes o no necesariamente?
7. ¿Con qué tipo de empresas te relacionas?
   a. ¿Influye para patentar el tener mucha relación con empresas?
   b. Cuando se trabaja para ellas, ¿quién retiene normalmente el derecho de solicitar una patente?
   c. Aunque sean ellas las que patentan, ¿crean una cultura de patentar dentro del departamento? ¿O es que adquiere conocimiento de las líneas que les interesa a las empresas?
   d. ¿Por qué no tienes patentes solicitadas por la empresa?
8. ¿Qué cualidades tienen los investigadores que patentan? ¿Se distinguen del resto? ¿Son los que más publican?
9. ¿Qué incentivos hay para patentar?

a. ¿Qué obtiene usted de patentar? ¿Obtiene ingresos directos? ¿Obtiene ingresos indirectos, señalando a las empresas su especialidad? ¿Mejora su currículum? ¿Hay motivos diferentes? ¿Qué tiene más peso de todo ello?

b. ¿Hay un marco legal-gubernamental favorable? ¿Por qué piensa que es así?

c. ¿Estimula la universidad la solicitud de patentes? ¿Cómo? ¿Por qué piensa que lo hace?

d. (En el caso de institutos mixtos con el CSIC) ¿Estimula el CSIC la solicitud de patentes? ¿Cómo? ¿Por qué piensa que lo hace?

e. ¿Coinciden las orientaciones legales-gubernamentales, de la universidad y del departamento/instituto con los suyos propios para patentar?

10. ¿Intenta ayudar la OTRI a patentar? ¿Es eficiente? ¿De qué depende su eficiencia? ¿De la calidad de los técnicos? ¿De su eficiencia?

11. ¿Ayuda el colaborar en I+D con otros departamentos/institutos a patentar? ¿Crece la multidisciplinariedad?

12. ¿Ha licenciado muchas patentes? ¿Cuántas? ¿De qué depende?

a. ¿Se licencia a las mismas empresas con que colabora normalmente?

b. ¿Te sirven para señalizar los campos en que trabajas?

13. ¿Sabe si se explotan las patentes que se licencian?

14. ¿Cómo afecta el crecimiento de las patentes universitarias a la sociedad?

a. ¿Facilita la transferencia de tecnología?

b. ¿Necesitan las empresas obtener la patente para explotar una tecnología? ¿No les es más sencillo aprovechar resultados publicados, sin patentar?

c. ¿Patentan más los departamentos/institutos que más tecnología transfieren?

d. ¿Es más útil patentar que publicar?

e. ¿Se tiende a retrasar la publicación de los resultados desde que hay más énfasis en las patentes?

f. En todo caso, quienes patentan, ¿siguen publicando tanto como antes?

g. ¿Ha disminuido la calidad de las patentes que se solicita? ¿Se tiende a solicitar “cualquier cosa”?

h. ¿Ha disminuido el número de empresas con que se relaciona desde que se intenta licenciar las patentes? ¿Por qué? ¿Puede haber quejas por parte de algunas empresas? ¿No es más costoso para ellas relacionarse?

Anexo H. Pruebas de los teoremas del modelo del apartado 4.6 sobre los incentivos de los universitarios para patentar

Para probar el **teorema 1**, sea $N_F(b;W,\phi) = f(1-b-e,b)+W+\phi L(1-b)$. Como $\frac{\partial N_F}{\partial b} = -\frac{\partial f}{\partial a}+\frac{\partial f}{\partial b}-\phi\frac{\partial L}{\partial a}$ y $\frac{\partial^2 N_F}{\partial b^2} = -\frac{\partial^2 f}{\partial a^2}+\frac{\partial^2 f}{\partial b^2}-2\frac{\partial^2 f}{\partial a\partial b}-\phi\frac{\partial^2 L}{\partial a^2}<0$, esto implica que:

- N_F se maximiza en $b = 0$ si $\frac{\partial N_F(0)}{\partial b} = -\frac{\partial f(1-e,0)}{\partial a}+\frac{\partial f(1-e,0)}{\partial b}-\phi\frac{\partial L(1-e)}{\partial a}\le 0$, o $M(1-e,0;W,\phi)\ge 1$.
- N_F se maximiza en b = 1-e si $\frac{\partial N_F(1-e)}{\partial b} = -\frac{\partial f(0,1-e)}{\partial a}+\frac{\partial f(0,1-e)}{\partial b}-\phi\frac{\partial L(0)}{\partial a}\ge 0$, o $M(0,1-e;W,\phi)\le 1$.
- $a^*,b^*>0$ si $\frac{\partial N_F(b^*)}{\partial b} = -\frac{\partial f(1-b^*-e,b^*)}{\partial a}+\frac{\partial f(1-b^*-e,b^*)}{\partial b}-\phi\frac{\partial L(1-b^*-e)}{\partial a}=0$, o $M(1-e-b^*,b^*;W,\phi)=1$.

Para probar el **teorema 2**, asumiendo que se da una solución interior, hay que tener en cuenta que $\frac{\partial b^*}{\partial x} = -\frac{\frac{\partial^2 N_F(b^*)}{\partial b\partial x}}{\frac{\partial^2 N_F(b^*)}{\partial b^2}}$ para cualquier $x = e, W, \phi$. Como $\frac{\partial^2 N_F}{\partial b^2}<0$, el signo de $\frac{\partial b^*}{\partial x}$ es el signo de $\frac{\partial^2 N_F(b^*)}{\partial b\partial x}$ para $x = e, W, \phi$. Por otro lado, como $a^* = 1-e-b^*$, el signo de $\frac{\partial a^*}{\partial x}$ es el signo de $-\frac{\partial b^*}{\partial x}$ para $x = W, \phi$ y el signo de $\frac{\partial a^*}{\partial e}$ es el signo de $-1-\frac{\partial b^*}{\partial e}$. Los resultados se desprenden de los siguientes cálculos:

$$\frac{\partial^2 N_F(b^*)}{\partial b\partial e} = \frac{\partial^2 f}{\partial a^2}-\frac{\partial^2 f}{\partial a\partial b}+\phi\frac{\partial^2 L}{\partial a^2}$$

$$\frac{\partial^2 N_F(b^*)}{\partial b\partial W} = \frac{\partial^2 f}{\partial a\partial W}-\frac{\partial^2 f}{\partial b\partial W}+\phi\frac{\partial^2 L}{\partial a\partial W}$$

$$\frac{\partial^2 N_F(b^*)}{\partial b\partial \phi} = \frac{\partial^2 f}{\partial a\partial \phi}-\frac{\partial^2 f}{\partial b\partial \phi}+\phi\frac{\partial^2 L}{\partial a\partial \phi}$$

Para probar el **teorema 3**, adviértase a partir de (43), y teniendo en cuenta que $\frac{\partial f}{\partial a}+\phi\frac{\partial L}{\partial a} = \frac{\partial f}{\partial b}$ en una solución interior y que, como $a^*+b^*=1-e$, $\frac{\partial a^*}{\partial W}+\frac{\partial b^*}{\partial W}=0$:

$$\frac{\partial V_F}{\partial W} = \frac{\partial f}{\partial a}\frac{\partial a^*}{\partial W}+\frac{\partial f}{\partial b}\frac{\partial b^*}{\partial W}+1+\phi\left(\frac{\partial L}{\partial a}\frac{\partial a^*}{\partial W}\right)=\left(\frac{\partial f}{\partial a}+\phi\frac{\partial L}{\partial a}\right)\frac{\partial a^*}{\partial W}+\frac{\partial f}{\partial b}\frac{\partial b^*}{\partial W}+1=$$
$$\left(\frac{\partial f}{\partial a}+\phi\frac{\partial L}{\partial a}\right)\left(\frac{\partial a^*}{\partial W}+\frac{\partial b^*}{\partial W}\right)+1=1>0$$

De forma similar, como $\frac{\partial f}{\partial a}+\phi\frac{\partial L}{\partial a}=\frac{\partial f}{\partial b}$ y además $\frac{\partial a^*}{\partial \phi}+\frac{\partial b^*}{\partial \phi}=0$:

$$\frac{\partial V_F}{\partial \phi}=\frac{\partial f}{\partial a}\frac{\partial a^*}{\partial \phi}+\frac{\partial f}{\partial b}\frac{\partial b^*}{\partial \phi}+L(a)+\phi\left(\frac{\partial L}{\partial a}\frac{\partial a^*}{\partial \phi}\right)=\left(\frac{\partial f}{\partial a}+\phi\frac{\partial L}{\partial a}\right)\frac{\partial a^*}{\partial \phi}+\frac{\partial f}{\partial b}\frac{\partial b^*}{\partial \phi}+L(a)=$$
$$\left(\frac{\partial f}{\partial a}+\phi\frac{\partial L}{\partial a}\right)\left(\frac{\partial a^*}{\partial \phi}+\frac{\partial b^*}{\partial \phi}\right)+L(a)=L(a)>0$$

Por otro lado, como, de nuevo, $\frac{\partial f}{\partial a}+\phi\frac{\partial L}{\partial a}=\frac{\partial f}{\partial b}$ y además $\frac{\partial a^*}{\partial e}+\frac{\partial b^*}{\partial e}=-1$:

$$\frac{\partial V_F}{\partial e}=\frac{\partial f}{\partial a}\frac{\partial a^*}{\partial e}+\frac{\partial f}{\partial b}\frac{\partial b^*}{\partial e}+\phi\left(\frac{\partial L}{\partial a}\frac{\partial a^*}{\partial e}\right)=\left(\frac{\partial f}{\partial a}+\phi\frac{\partial L}{\partial a}\right)\frac{\partial a^*}{\partial e}+\frac{\partial f}{\partial b}\frac{\partial b^*}{\partial e}=$$
$$\left(\frac{\partial f}{\partial a}+\phi\frac{\partial L}{\partial a}\right)\left(\frac{\partial a^*}{\partial e}+\frac{\partial b^*}{\partial e}\right)=-\frac{\partial f}{\partial a}-\phi\frac{\partial L}{\partial a}<0$$

El resultado de (44) se deriva del hecho de que $\frac{\partial I_F(e;\phi,v)}{\partial e}=-\frac{\frac{\partial V_F}{\partial e}}{\frac{\partial V_F}{\partial W}}$.

Para probar el **teorema 4**, adviértase a partir de (48) que:

$$\frac{\partial V_A}{\partial W}=\frac{\partial U_A}{\partial Y_A}\frac{\partial Y_A}{\partial W}=-\frac{\partial U_A}{\partial Y_A}<0$$

$$\frac{\partial V_A}{\partial \phi}=\frac{\partial U_A}{\partial Y_A}\frac{\partial Y_A}{\partial \phi}=-\frac{\partial U_A}{\partial Y_A}L(a)<0$$

$$\frac{\partial V_A}{\partial a}=\frac{\partial U_A}{\partial Y_A}\frac{\partial Y_A}{\partial a}=\frac{\partial U_A}{\partial Y_A}(1-\phi)\frac{\partial L}{\partial a}>0$$

$$\frac{\partial V_A}{\partial e}=\frac{\partial U_A}{\partial Y_A}\frac{\partial Y_A}{\partial e}=\frac{\partial U_A}{\partial Y_A}\left[\frac{\partial E}{\partial e}+(1-\phi)\frac{\partial L}{\partial a}\frac{\partial a^*}{\partial e}\right]$$

Esta última expresión es positiva si $\frac{\partial E}{\partial e}>(1-\phi)\frac{\partial L}{\partial a}\frac{\partial a^*}{\partial e}$.

Para probar el **teorema 5**, hay que hallar la solución del problema (50) a raíz de las pruebas anteriores. Empezamos por plantear el lagrangiano:

$$\max_{e\in[0,1]}\ell=V_A(e,W;\phi)-\lambda\left[\overline{U}_F(\phi)-V_F(e,W)\right]$$

Las condiciones de primer orden son:

$$\frac{\partial \ell}{\partial e}=\frac{\partial V_A}{\partial e}+\lambda\frac{\partial V_F}{\partial e}=0\Rightarrow\lambda\left(\frac{\partial f}{\partial a}+\phi\frac{\partial L}{\partial a}\right)=\frac{\partial U_A}{\partial Y_A}\left[\frac{\partial E}{\partial e}+(1-\phi)\frac{\partial L}{\partial a}\frac{\partial a^*}{\partial e}\right]$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial W}=\frac{\partial V_A}{\partial W}+\lambda\frac{\partial V_F}{\partial W}=0\Rightarrow\lambda=\frac{\partial U_A}{\partial Y_A}$$

Dividiendo la primera expresión por la segunda:

$$\frac{\partial f}{\partial a}+\phi\frac{\partial L}{\partial a}=\frac{\partial E}{\partial e}+(1-\phi)\frac{\partial L}{\partial a}\frac{\partial a^*}{\partial e}$$

Adviértase que la primera expresión es igual a $\frac{\partial I_F}{\partial e}=\frac{\partial S}{\partial e}$ y la segunda es igual a $\frac{\partial I_A}{\partial e}$.

Para probar el **teorema 6**, a partir de (51) tenemos: $Q=\frac{\partial E}{\partial e}-\frac{\partial f}{\partial a}+(1-\phi)\frac{\partial L}{\partial a}\frac{\partial a*}{\partial e}-\phi\frac{\partial L}{\partial a}$. Diferenciando con respecto a ø, $\frac{\partial e^*}{\partial \phi}=-\frac{\frac{\partial^2 Q}{\partial e\partial\phi}}{\frac{\partial^2 Q}{\partial e^2}}$. Como $\frac{\partial^2 Q}{\partial e^2}<0$, el signo de $\frac{\partial e^*}{\partial \phi}$ es el signo de $\frac{\partial^2 Q}{\partial e\partial\phi}$. Como se puede comprobar:

$\frac{\partial Q}{\partial e}=\frac{\partial^2 E}{\partial e^2}-\frac{\partial^2 f}{\partial a^2}\frac{\partial a^*}{\partial e}+(1-\phi)\frac{\partial^2 L}{\partial e^2}-\phi\frac{\partial^2 L}{\partial a^2}\frac{\partial a^*}{\partial e}$, donde $\frac{\partial^2 L}{\partial e^2}=\frac{\partial^2 L}{\partial a^2}\left(\frac{\partial a^*}{\partial e}\right)^2+\frac{\partial^2 a^*}{\partial e^2}\frac{\partial L}{\partial a}$

$\frac{\partial^2 Q}{\partial e\partial\phi}=-\frac{\partial^2 L}{\partial e^2}-\frac{\partial^2 L}{\partial a^2}\frac{\partial a^*}{\partial e}$. Mientras que el segundo sumando es positivo, el signo del primero no está determinado. Esta expresión es positiva si $\frac{\partial^2 L}{\partial e^2}>0$ y $\frac{\partial^2 L}{\partial a^2}\frac{\partial a^*}{\partial e}>\frac{\partial^2 L}{\partial e^2}$, o si $\frac{\partial^2 L}{\partial e^2}<0$ y $\frac{\partial^2 L}{\partial e^2}>\frac{\partial^2 L}{\partial a^2}\frac{\partial a^*}{\partial e}$.

Anexo I. Información sobre la ULP[139]

PRESENTACIÓN

La Universidad Louis Pasteur (Strasbourg I) es un establecimiento público de carácter científico, cultural y profesional, que goza de personalidad moral y de autonomía pedagógica, científica, administrativa y financiera. Universidad científica, tecnológica y médica europea, la ULP es reconocida por la calidad y variedad de sus enseñanzas, la excelencia de sus investigaciones así como, por el dinamismo de su política de apertura hacia el entorno.

Localizada en 4 campus principales repartidos por toda la Comunidad Urbana de Estrasburgo, la ULP cuenta con aproximadamente 17100 estudiantes, 1 400 investigadores-docentes y un contingente de 1 700 personas entre ingenieros, técnicos, obreros y personal administrativo. Este conjunto de personas se distribuye en 17 componentes (unidades de formación y de investigación, facultades, escuelas de ingeniería e institutos); 13 federaciones de investigación, que agrupan a 74 unidades de investigación (de las cuales 44 están vinculadas al CNRS, 10 al INSERM y 1 al INRA), y 29 servicios generales, los cuales se dividen a su vez en 12 servicios centrales y 17 servicios comunes universitarios e interuniversitarios.

La Universidad Louis Pasteur, socio fundador de la EUCOR (Confederación Europea de Universidades del Rhin Superior), es además copartícipe del Polo Universitario Europeo, primer Polo creado en Francia (septiembre de 1991), destinado a federar las tres universidades de Estrasburgo en torno a ciertos expedientes comunes, en asociación con las colectividades territoriales.

HISTORIA Y SITUACIÓN GEOGRÁFICA

Cinco siglos de historia

La historia de la universidad sigue de cerca la historia de su ciudad y su región. Es así como Jacques Sturm fundó en 1538, a solicitud de la ciudad de Estrasburgo, el Gimnasio Protestante, elevado al rango de Academia en 1556, y luego transformado sucesivamente en Universidad (1621) y en Universidad Real (1631). Durante más de un siglo, la evolución del establecimiento estuvo a merced de las vicisitudes históricas, pues desapareció durante la Revolución Francesa y volvió a surgir en 1870, cuando la ciudad se convirtió en capital de land. Comenzaron entonces 50 años de grandes desarrollos universitarios: diversificación de las disciplinas, llegada de sabios eminentes, creación de bibliotecas e institutos, etc.

De ese período imperial la universidad conservará una tradición de investigación y apertura al mundo que constituye su especificidad hasta el presente.

Convertida nuevamente en francesa en 1918, la universidad abandonó Estrasburgo, y la Alsacia anexada durante la Segunda Guerra Mundial, para radicarse primero en Clermont-Ferrand y reintegrarse más tarde a sus muros en 1945.

---

[139] Localizable en las siguientes páginas de Internet:
http://www-ulp.u-strasbg.fr/index.php?id_article=1001429603&id_rubrique=7& langue=3
http://www-ulp.u-strasbg.fr/index.php?id_article=1001430286&id_rubrique=7&langue=3

Nacimiento de la ULP

En la década de 1970, el establecimiento se dividió, dando origen a tres universidades: por impulso de su primer presidente, Guy Ourisson, una de éstas, Strasbourg I, pasó a convertirse en la actual Universidad Louis Pasteur (ULP). En el curso de los tres últimos decenios, la ULP ha conocido una evolución espectacular en todos sus sectores científicos.

Tres presidentes se sucedieron en la dirección de la ULP bajo el régimen de la ley E. Faure: Pierre Karli, elegido el 9 de junio de 1975; François Marcoux, elegido el 19 de junio de 1978, y Henri Duranton, el 16 de junio de 1982. El 21 de mayo de 1987, los tres consejos universitarios, reunidos en congreso, eligieron a Gilbert Laustriat como quinto presidente de la ULP.

A partir de ese momento, la actividad científica de sus 80 laboratorios quedó estructurada en una quincena de centros de investigación. Ese mismo año, Jean-Marie Lehn obtuvo el Premio Nóbel de Química.

El 1 de junio de 1992 fue elegido Adrien Schmitt como sexto presidente, el cual fue seguido por Jean-Yves Mérindol el 13 de mayo de 1997. Bernard Carrière es el presidente actual de la Universidad Louis Pasteur, elegido el 21 de junio de 2002.

Surgida de una historia singular, que representa el cruce de dos culturas, pero siempre en adecuación con las grandes transformaciones de su tiempo, y conjugando acertadamente tradición e innovación, la Universidad Louis Pasteur “ha sabido abrir nuevas rutas, anticipando en numerosos ámbitos y prefigurando sin duda en diferentes puntos la Universidad del futuro” (Comité Nacional de Evaluación).

La universidad en su región

Situada en Estrasburgo, capital regional de Alsacia (Francia), la ULP acoge a aproximadamente 17 100 estudiantes en cuatro campus principales y cuatro sitios secundarios (80 edificios), distribuidos por la ciudad y sus alrededores.

Asociada, en conjunto con las otras dos universidades de Estrasburgo (Universidad Marc Bloch y Universidad Robert Schuman) y con la de Mulhouse (Universidad de Haute-Alsace), con las universidades de Karlsruhe, de Friburgo-en-Brisgau (Bade-Wurtenberg) y de Basilea (Suiza), en la Confederación Europea de las Universidades del Rhin Superior (EUCOR), la ULP goza de una situación geográfica privilegiada en la Europa universitaria, en el centro de la cuenca del Rhin, cuna de la red universitaria más densa de Europa (12 universidades separadas por menos de dos horas de camino...). Aprovechando ese entorno científico, la ULP privilegia desde hace muchos años, como uno de los ejes prioritarios de su política internacional, la cooperación por encima de las fronteras, particularmente en el campo de la investigación.

Además, la Universidad Louis Pasteur es copartícipe del Polo Universitario Europeo, primer Polo creado en Francia (septiembre de 1991) y destinado a federar las tres universidades de Estrasburgo en torno a ciertos expedientes comunes, en asociación con las colectividades territoriales (Ciudad de Estrasburgo, CUS, Consejo General y Consejo Regional).