

ESTUDIOS DE LA FUNDACIÓN

SERIE ANÁLISIS

SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN:

NUEVAS FORMAS DE ANÁLISIS Y MEDICIÓN

Mikel Buesa (*Coordinador*)
Joost Heijs (*Coordinador*)
Björn Asheim
Thomas Baumert
Mikel Navarro
Mónica Martínez Pellitero



FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS



ESTUDIOS
DE LA FUNDACIÓN

SERIE ANÁLISIS



ESTUDIOS
DE LA FUNDACIÓN

SERIE ANÁLISIS

SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN:

NUEVAS FORMAS DE ANÁLISIS Y MEDICIÓN

Mikel Buesa (*Coordinador*)

Joost Heijs (*Coordinador*)

Björn Asheim

Thomas Baumert

Mikel Navarro

Mónica Martínez Pellitero



FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS

FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS

PATRONATO

JUAN R. QUINTÁS SEOANE (*Presidente*)
JOSÉ MARÍA MÉNDEZ ÁLVAREZ-CEDRÓN (*Secretario*)
JULIO FERMOSE GARCÍA
JULIO FERNÁNDEZ GAYOSO
ALEIX GIMBERNAT MARTÍ
ROBERTO LÓPEZ ABAD
JESÚS MEDINA OCAÑA
JORDI MESTRE GONZÁLEZ
ANTONIO PULIDO GUTIÉRREZ
ATILANO SOTO RÁBANOS

PRESIDENTE DE HONOR

ENRIQUE FUENTES QUINTANA

Printed in Spain

Edita: FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS (FUNCAS)
Caballero de Gracia, 28, 28013 - Madrid

© FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS (FUNCAS). Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación, así como la edición de su contenido por medio de cualquier proceso reprográfico o fónico, electrónico o mecánico, especialmente imprenta, fotocopia, microfilm, *offset* o mimeógrafo, sin la previa autorización escrita del editor.

ISBN: 978-84-89116-32-0
Depósito legal: M-22692-2007
Diseño: Bravo Lofish
Preimpresión: Versal Composición, S.L.
Imprime: Raíz Técnicas Gráficas, S.L.

INTRODUCCIÓN	11
1. SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN: CONCEPTOS, PERSPECTIVAS Y DESAFÍOS	17
<i>Joost Heijs, Mikel Buesa y Thomas Baumert</i>	
1.1. INTRODUCCIÓN	17
1.2. ANTECEDENTES DEL SNI: LA TEORÍA DEL CAMBIO TECNOLÓGICO Y EL MODELO EVOLUCIONISTA	18
1.3. SISTEMA NACIONAL Y REGIONAL DE INNOVACIÓN	30
1.4. TIPOLOGÍA DE SISTEMAS DE INNOVACIÓN: UNA APROXIMACIÓN TEÓRICA	49
1.5. DESAFÍOS, LOGROS Y DEBILIDADES DEL CONCEPTO DE SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN	53
BIBLIOGRAFÍA	58
2. SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN Y BASES DE CONOCIMIENTO DIFERENCIADAS: UN MARCO TEÓRICO ANALÍTICO	65
<i>Björn Asheim</i>	
2.1. INTRODUCCIÓN	65
2.2. BASES DE CONOCIMIENTO DIFERENCIADAS: UNA APROXIMACIÓN SECTORIAL-ESPECÍFICA	66
2.3. «VARIEDADES DE CAPITALISMO» Y DIFERENCIAS NACIONALES EN LOS MARCOS INSTITUCIONALES	71
2.4. SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN Y APRENDIZAJE LOCALIZADO	72
2.5. <i>CLUSTERS</i> Y LA CREACIÓN DE VENTAJAS COMPETITIVAS	78
2.6. BASES DE CONOCIMIENTO Y EL MARCO INSTITUCIONAL: CONECTANDO <i>CLUSTERS</i> Y SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN	80
2.7. CONCLUSIONES: ¿PUEDEN EXISTIR SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN?	84
BIBLIOGRAFÍA	86

3. MEDICIÓN DE LA INNOVACIÓN: INDICADORES REGIONALES	91
<i>Mikel Buesa, Mikel Navarro y Joost Heijs</i>	
3.1. INTRODUCCIÓN	91
3.2. EL ENTORNO ECONÓMICO Y PRODUCTIVO DE LA INNOVACIÓN	94
3.3. LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA	104
3.4. LAS EMPRESAS INNOVADORAS	108
3.5. LAS POLÍTICAS DE INNOVACIÓN Y LAS INSTITUCIONES DE APOYO	116
3.6. LOS INDICADORES DE LA COMPETITIVIDAD	118
BIBLIOGRAFÍA	140
4. LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN EN ESPAÑA	143
<i>Mikel Buesa y Joost Heijs</i>	
4.1. INTRODUCCIÓN	143
4.2. METODOLOGÍA	145
4.3. TIPOLOGÍA DE LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN	150
4.4. LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTOS	158
4.5. LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN	164
4.6. CONCLUSIONES	169
BIBLIOGRAFÍA	171
ANEXO	173
5. LOS FACTORES DETERMINANTES DE LA INNOVACIÓN REGIONAL	177
<i>Thomas Baumert</i>	
5.1. INTRODUCCIÓN	177
5.2. FORMULACIÓN DEL MODELO	178
5.3. LAS PATENTES COMO MEDIDA DE LA INNOVACIÓN	181
5.4. EL ANÁLISIS FACTORIAL	191
5.5. ESTIMACIÓN DEL MODELO	199
5.6. RESUMEN Y CONCLUSIONES	207
BIBLIOGRAFÍA	210

6. LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN EN EUROPA: TIPOLOGÍA Y EFICIENCIA	215
<i>Mónica Martínez Pellitero</i>	
6.1. INTRODUCCIÓN	215
6.2. LOS FACTORES QUE CONSTITUYEN LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN	217
6.3. CONSTRUCCIÓN DE UNA TIPOLOGÍA DE SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN EN EUROPA	221
6.4. ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA EN LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN	234
6.5. CONCLUSIONES	248
BIBLIOGRAFÍA	251
ANEXO	253



INTRODUCCIÓN

La innovación es el factor más relevante que impulsa el crecimiento económico y el bienestar social de un país o una región (Schumpeter, 1911; Mansfield, 1968; Griliches/Lichtenberg, 1984; Fagerberg, 1994). Un concepto que en los últimos años ha tenido mucha fortuna es el de “Sistema Nacional de Innovación” (SNI) (Freeman, 1987, Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Edquist, 1997/2005), y su extensión al ámbito regional (Koschatzky, 2000; Asheim/Gertler, 2005). Existen muchos estudios que analizan ciertos elementos y aspectos de estos sistemas y comparan las diferencias entre distintos países, pero todavía existen pocos trabajos que organicen sus análisis en el plano regional. De hecho, según Edquist (2005), se han realizado muy pocas investigaciones que realmente hayan utilizado el concepto de SNI como metodología analítica o que hayan definido hipótesis que se puedan contrastar. En general, se suele analizar algún aspecto de forma aislada, apelando así al SNI como una etiqueta. Parte de la culpa la tiene el propio marco conceptual del SNI, que se presenta en general de forma muy ambigua sin especificar los distintos conceptos. La perspectiva del sistema nacional de innovación ha generado muchas publicaciones empíricas, pero son pocas las que han modelizado o analizado los SNI en su conjunto, teniendo en cuenta de forma simultánea todos sus elementos y las interacciones entre ellos.

Uno de los problemas que dificultan los estudios comparativos entre sistemas de innovación es la ausencia de datos estadísticos desagregados, lo que remite a la dificultad de medir la actividad innovadora y de especificar la aportación de cada uno de los agentes del sistema. Keith Smith (2005) indica que para la medición de la innovación existe el problema de conmensurabilidad, lo que se deriva del hecho de que la innovación por definición implica “novedad”. Resulta arbitrario y difícil de precisar de forma exacta el concepto de “novedad” que queremos medir. Existen distintos aspectos de la novedad que deben ser analizados para saber que una novedad se considera innovación. Por ello, se exige una “intensidad” mínima de la novedad para aceptar como innovación a los cambios pequeños o incrementales. Pero ello no es así en el caso de un cambio radical. Pero incluso este último implica un problema de medida, pues se requiere determinar dónde

está la frontera que distingue una innovación radical de otra incremental. Otro aspecto sería el ámbito geográfico o analítico de la novedad. Se puede hablar así de una novedad mundial, sectorial o para la empresa. Un elemento importante que está involucrado en la discusión sobre la definición de “novedad” sería la inclusión o no de nuevas combinaciones de innovaciones existentes.

La “novedad” implica, en general, cambios relacionados con productos o procesos de producción que son muchas veces tangibles y en cierto modo medibles (como la disminución de uso de carburante de un coche). Pero es más difícil medir los cambios en los productos de un país a nivel agregado mediante un indicador “estandarizado” aplicable a todos ellos. “En general, las innovaciones implican novedades multidimensionales en aspectos de aprendizaje o de organización de los conocimientos que son difíciles de medir o resultan intrínsecamente inconmensurables”. Medición implica conmensurabilidad: por lo menos existe un nivel en el que todas las entidades son cualitativamente iguales para que puedan compararse en términos cuantitativos. Sería importante distinguir entre los aspectos de la innovación que se pueden medir y los que no se pueden convertir en indicadores cuantitativos (Smith, 2005). Es decir, la innovación es un proceso multidimensional y muchos de sus aspectos subyacentes son intangibles y no se pueden cuantificar¹. Por ello, la medición de la innovación se basa principalmente en los “recursos” invertidos y los “resultados” más tangibles cuyos indicadores reflejan, como se explica en el capítulo tres, un aspecto parcial e incompleto de la realidad.

Teniendo en cuenta la dificultad de medida, la parcialidad de los distintos indicadores individuales y la ausencia de un amplio número de estudios regionales, se han desarrollado en el Instituto de Análisis Industrial y Financiero de la Universidad Complutense de Madrid un conjunto de trabajos sobre los sistemas regionales de innovación en España y en Europa. Este libro recoge los frutos de ese programa de investigación.

Durante los últimos años se han recopilado datos sobre los sistemas regionales de innovación no sólo para España sino también para los demás países de la Unión Europea. A partir de un conjunto de indicadores individuales, se han desarrollado nuevos métodos de análisis para entender mejor la realidad subyacente de esos sistemas. La principal aportación se basa, por un lado, en un análisis simultáneo e interrelacionado de los distintos componentes del sistema innovador y de sus conexiones. Por otro, se ofrecen en este

¹ Por ejemplo en la literatura moderna de la economía de innovación se destacan el papel de “aprendizaje” como un determinante importante para la capacidad innovadora y para asegurar una absorción de las “novedades” inesperadas de los sistemas de innovación.

libro modelos econométricos y multivariantes para analizar el trasfondo de los distintos indicadores, teniendo en cuenta los datos de las regiones españolas y europeas.

La novedad metodológica que se refleja en esta obra es el uso del análisis factorial como base para su aplicación en el estudio de una tipología de las regiones, de la función de producción de conocimientos y de la eficiencia que se alcanza en esta producción. Es decir, en vez de trabajar con variables individuales que reflejan cada una sólo una parte de la realidad, se utiliza, como se explica más adelante, un método estadístico capaz de trabajar de forma simultánea con un gran número de variables reduciéndolas a unos pocos factores.

El libro se estructura en dos partes. La primera contiene tres capítulos en los que se definen los conceptos y el contexto teórico metodológico de los estudios que alberga la segunda. En ésta se recoge un análisis empírico muy amplio de los sistemas regionales en España y en Europa basado en cuatro aspectos: la estructura y configuración del sistema regional de innovación desde un punto de vista estático y dinámico, los determinantes de la producción de conocimientos y la eficiencia de esta producción de nuevas ideas.

La primera parte del libro se inicia con un capítulo teórico sobre el concepto “Sistema Nacional de Innovación” escrito por Joost Heijs, Mikel Buesa y Thomas Baumert. Este concepto se ha desarrollado durante las últimas tres décadas y el primer capítulo se refiere al “state of art” al respecto. El capítulo recoge los conceptos básicos relacionados con el sistema de innovación y ofrece una discusión sobre su utilidad, analizando las lagunas y oportunidades que se dan en esta aproximación teórica. El siguiente capítulo —de Björn Asheim— desgrana la aplicación del concepto sistema de innovación a nivel regional. En su trabajo insiste en las complementariedades, similitudes y diferencias entre el sistema nacional *versus* regional, complementado con los conceptos de la economía geográfica. El tercer capítulo —de Mikel Buesa, Mikel Navarro y Joost Heijs— discute las fuentes estadísticas que ofrecen información para medir el sistema regional de innovación, analizando las ventajas y limitaciones de los indicadores que se pueden construir con ellas.

La segunda parte de este libro se adentra en el análisis empírico de los sistemas regionales españoles y europeos de innovación utilizando la metodología desarrollada por el Instituto de Análisis Industrial y Financiero. La teoría evolucionista de innovación destaca la heterogeneidad del comportamiento innovador considerándolo como una actividad multidimensional. De hecho, uno de los grandes problemas para medir los sistemas regionales o nacionales de innovación es la existencia de un gran número de indicadores de muy diversa configuración. Buesa *et al.* (2005) resaltan la debilidad de los análisis que utilizan

variables individuales para medir el concepto global del sistema de innovación porque diversas variables, que aparentemente se refieren al mismo aspecto, pueden reflejar resultados o realidades muy distintas. Por eso se han desarrollado dentro el IAIF nuevas aplicaciones econométricas para poder acercarse a una medición de los sistemas regionales de innovación.

En un primer paso se emplea un análisis factorial que genera —a partir de una treintena de variables— unos pocos factores que sintetizan la realidad estilizada de los sistemas regionales de innovación. Cada factor es una combinación de diversas variables que se integran en una medida hipotética no observable en la realidad. A partir de este número muy reducido de factores, se han desarrollado diversos análisis complementarios cuyos resultados empíricos se muestran en la segunda parte del libro. Se analiza así la tipología de los sistemas regionales de innovación, su capacidad de creación de conocimientos y su eficiencia, tanto para el conjunto de las regiones españolas (capítulo 4) como el de las europeas (capítulos 5 y 6).

El primero de los cuatro tipos de análisis desarrollados dentro el seno del IAIF busca determinar la estructura de los sistemas regionales de innovación desde un punto de vista estático, desarrollando una tipología con el empleo de un análisis *cluster* que permite tipificar su variedad. Después se dinamiza esta tipología estudiando su desarrollo en el tiempo, analizando así los cambios que han tenido lugar en cuanto a la importancia de cinco factores: entorno regional, universidad, administración pública, instituciones de apoyo a la innovación y empresas innovadoras.

Mediante un tercer tipo de análisis, se estudian los determinantes de la producción de nuevos conocimientos. Se estima en un modelo econométrico la función de producción de conocimientos, relacionando la creación de patentes con los factores estructurales mencionados. Y después de estudiar la estructura de las regiones innovadoras y los determinantes de la producción de ideas, se desarrolla un cuarto tipo de análisis referido a la eficiencia innovadora de las regiones mediante el uso de la técnica de análisis envolventes de datos.

La combinación de estas formas de análisis en un solo estudio es importante porque son complementarias, analizando la estructura (desde una perspectiva estática y dinámica) de los sistemas, su eficiencia y los determinantes que influyen sobre la producción de innovaciones. Además, debido a la novedad de este tipo de análisis, no se han encontrado estudios con los que se pueda comparar la exactitud y credibilidad de los resultados. Pero en el caso de España, las cuatro formas de análisis se confirman de forma recíproca.

Estos análisis que se realizan para España y para la Unión Europea (UE-15) se recogen en tres capítulos. En el primero, realizado por Mikel Buesa y Joost Heijs, se estudia el caso español y en los otros el caso europeo. En uno, del que es autor Thomas Baumert, se examinan los determinantes a nivel regional de la producción de conocimientos (patentes). Y en el otro —elaborado por Mónica Martínez— se construye una tipología de las regiones europeas y se analiza la eficiencia del proceso innovador en ellas. Estos dos capítulos están basados en sendas tesis doctorales de los autores leídas en el Departamento de Economía Aplicada de la Universidad Complutense de Madrid.

1. SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN: CONCEPTOS, PERSPECTIVAS Y DESAFÍOS

Joost Heijs, Mikel Buesa y Thomas Baumert

■ 1.1. INTRODUCCIÓN

En las páginas que siguen se ofrece un marco conceptual y teórico del concepto de sistema nacional de innovación (SNI). En este marco se deben tomar en consideración al menos tres aspectos: las actividades analizadas están ligadas a la *innovación*, el SNI se basa en un concepto *sistémico* donde actúan e interactúan distintas organizaciones e instituciones y evolucionan en el tiempo, y se trata de un sistema nacional, lo que implica *un enfoque geográfico*. La sección dos detalla qué se entiende en el SNI como “innovación”, es decir, se revisan los antecedentes del SNI basados en los modelos de innovación. Se revisan primero los dos conceptos básicos de la teoría del cambio tecnológico —diferenciando entre la innovación como conocimiento tácito y como información codificada— y después se profundiza en la importancia del proceso de aprendizaje. Seguidamente se relacionan estos conceptos con los modelos del cambio tecnológico —el modelo lineal y el modelo evolucionista o interactivo—, destacándose que este último modelo resalta el carácter “sistémico” de los sistemas nacionales de innovación. En la sección tres se definen los otros dos aspectos del concepto de Sistema Nacional de Innovación, indicando sus agentes y elementos básicos, la interacción entre los distintos actores y su interdependencia y la determinación geográfica del concepto.

Además, se realiza un ejercicio teórico para generar una tipología de sistemas nacionales o regionales de innovación teniendo en cuenta, por un lado, el tipo de actividad innovadora (líder *versus* imitador o seguidor) y, por otro, el tipo de sectores (modernos *versus* tradicionales). En la última sección se recogen brevemente los logros, problemas y desafíos más destacados del marco conceptual del Sistema Nacional de Innovación.

■ 1.2. ANTECEDENTES DEL SNI: LA TEORÍA DEL CAMBIO TECNOLÓGICO Y EL MODELO EVOLUCIONISTA

■ Innovación: información codificada *versus* conocimientos tácitos

La innovación es un concepto empleado de muchas formas con múltiples significados. Algunos autores la relacionan con los cambios tecnológicos referidos a los productos o procesos de producción, pero en la actualidad se maneja una definición mucho más amplia. En este libro se utiliza un concepto amplio de innovación basado en la teoría schumpeteriana que, además de la generación de nuevos productos o procesos, incluye también la introducción de nuevos materiales, nuevos mercados y nuevas formas de organización. Además, la innovación no se limita a las invenciones o ideas novedosas sino también a la realización de nuevas combinaciones de “innovaciones” o de los conocimientos existentes en cada una de las cinco categorías mencionadas.

Las empresas innovan para lograr un monopolio temporal que les permita obtener beneficios extraordinarios. Es decir, el proceso de innovación rompe el equilibrio —o reparto de poder— existente en el marco competitivo, desviando los beneficios de una empresa cualquiera a la empresa innovadora¹. Este es un proceso continuo cuya dirección y ritmo se fundamenta, a corto plazo, en una evolución histórica basada en la innovación incremental, pero que, a largo plazo, es difícil de predecir, especialmente en cuanto se generan nuevas tecnologías de carácter radical. Schumpeter destaca la diferencia entre la innovación incremental y la innovación radical. La primera implica pequeños cambios y mejoras en tecnologías existentes y la segunda implica un cambio completo en la dirección del proceso innovador. Las innovaciones radicales pueden conducir a lo que Schumpeter llama la *destrucción creadora*, donde un nuevo producto o una nueva tecnología deja obsoletos a los productos y tecnologías anteriores. Incluso una innovación radical podría dejar obsoleta a industrias o campos tecnológicos enteros. En este caso se hablaría de un cambio de paradigma tecnológico.

Un aspecto muy importante de la teoría del cambio tecnológico es la diferencia entre innovación en forma de “conocimientos tácitos” y en forma de “información codificada”. Esta discusión (que se inicia a partir del trabajo de Polanyi, 1958) indica hasta qué punto las innovaciones o conocimientos se pueden describir o codificar y transferir fácilmente (Lundvall, 1997). La codificación de las innovaciones implica la transformación de los conocimientos nuevos en información, en un formato simplificado, lo que facilita y abarata su transferencia entre los agentes del sistema. Codificación es un proceso de reducción y conversión el cual

¹ De hecho, las teorías modernas de innovación niegan la existencia de mercados perfectos y se oponen totalmente a la teoría neoclásica donde los mercados tienden a moverse hacia un equilibrio.

hace la transmisión, la verificación, el almacenamiento y la reproducción del conocimiento especialmente fáciles (Lundvall/Borras, 1997, pág. 31). Las implicaciones económicas de la difusión de tales tecnologías codificadas y su conversión en un bien público, han sido estudiadas ampliamente por Arrow.

La codificación es importante porque: 1) permite o facilita transferir y adquirir conocimientos y agiliza su difusión, 2) así el conocimiento se convierte en un “bien”, 3) que facilita el comercio de las tecnologías, 4) la internalización de los conocimientos por parte de las empresas a unos costes menores y, por último, 5) acelera la creación de nuevos conocimientos, innovaciones y cambios económicos (Foray/Lundvall, 1996). La teoría neoclásica considera la tecnología como información codificada, lo que permitiría, desde su punto de vista, su difusión inmediata bien debido a su carácter público (promoviendo la I+D en centros públicos), o bien mediante su venta en el mercado como un bien privado —debido a la protección de la propiedad intelectual— generado por empresas o centros tecnológicos especializados. Considerando todos los conocimientos —de forma extrema— como codificables, las innovaciones se convertirían en un bien comercializable y el retraso tecnológico de un país o una empresa se podría superar mediante la compra de las innovaciones. Ejemplos de innovaciones totalmente codificables serían el diseño de un producto, la formulación de los algoritmos en un programa informático o la fórmula química de un medicamento. Por el contrario, los conocimientos tácitos se ubican en productos de un alto nivel de complejidad. El cuadro 1 indica cinco productos industriales cuya complejidad aumenta según el número de “partes únicas” y el número de personas y horas implicadas en su desarrollo. En general, cuanto más complejo sea el producto, más conocimientos tácitos se requieren para su uso y producción. Por ejemplo el Avión Boeing 777 es un producto muy complejo y su desarrollo requiere sin duda alguna conocimientos tácitos. Pero incluso cuando se define el producto final —una vez desarrollados sus 130.000 componentes o partes únicas— como el conjunto de un gran número de innovaciones codificadas, la generación y el entendimiento de un manual no sólo para su producción (creación de la línea de producción y ensamblaje) sino para su posterior uso y mantenimiento, exigen conocimientos tácitos con la implicación de ingenieros con mucha experiencia especializados en aeronáutica.

La teoría evolucionista critica el concepto de tecnología como información. Primero, porque muchas tecnologías son conocimientos tácitos difíciles de transferir. Segundo, porque el proceso de la codificación tiene límites. Y tercero, porque aún cuando sea codificable una gran parte de los conocimientos, esto no quiere decir que sean fáciles de copiar o transferir. Respecto al primer punto, se puede argumentar que existen conocimientos tácitos difíciles de transferir porque incluyen aquellas rutinas que no se pueden expresar de forma explícita, como, por ejemplo, las destrezas y habilidades prácticas (Lundvall/Borras, 1997). Los investigadores entrenados siguen reglas que ni ellos mismos conocen y en muchos casos ni

CUADRO 1

COMPLEJIDAD DE ALGUNOS PRODUCTOS MANUFACTUREROS

	CUCHILLO DE BRI- COLAJE (STANLEY)	PATINES EN LÍNEA ROLLER- BLADE	IMPRESORA DESKJET HP	COCHE NEW BEETLE DE VOLKS- WAGEN	AVIÓN BOEING 777
Producción anual en unidades (*1000)	100.000	10.000	4.000.000	100.000	50
Ciclo de vida del producto (en años)	4	3	2	6	30
Precio de venta	3	200	300	17.000	130 millones
Número de partes únicas	3	35	200	10.000	130.000
Tiempo de desarrollo en años	1	2	1,5	3,5	4,5
Equipo de desarrollo interno (magnitud pico)	3	5	100	800	6.800
Equipo de desarrollo externo (magnitud pico)	3	10	75	800	10.000
Coste de desarrollo (\$)	150.000	750.000	50 millones	400 millones	3.000 millones
Inversión para la producción (\$)	150.000	1 millón	25 millones	500 millones	3.000 millones

Ulrich, K. y Eppinger, S. (2004).

se dan cuenta de ellas (Polanyi, 1958, pág. 49). Estos conocimientos tácitos se desarrollan básicamente durante las actividades cotidianas y a partir de las interacciones continuas con clientes, proveedores, subcontratados y otras instituciones. Por lo tanto, el aprendizaje es un proceso donde la interacción es fundamental, tanto entre los distintos implicados en el proceso de innovación de una sola empresa como entre las empresas y otros agentes del sistema de innovación (Lundvall/Borras, 1997). Otra parte de los conocimientos tácitos son las “creencias y modos de interpretación compartidos” en que se basa la comunicación inteligente. Según Polanyi la única forma de transferir este tipo de conocimientos entre individuos es a partir de una forma específica de interacción social basada en la relación entre el aprendiz y su maestro. Ello implica que no se pueden comprar en el mercado y su transferencia depende de una interacción intensiva y del contexto social. Una forma para que los adquiera una empresa sería mediante la contratación de especialistas o la fusión o absorción de otras empresas. Otra manera —no óptima— para simular tal relación de aprendiz y maestro, sería la cooperación en innovación entre empresas.

Como se acaba de argumentar, no todas las innovaciones son codificables, ya que existen limitaciones “técnicas” a la hora de expresar las tecnologías. Además, el inventor o la empresa innovadora no siempre tienen interés en codificar sus conocimientos, ni mucho menos hacerlos públicos. De hecho, las empresas intentan proteger sus derechos sobre las innovaciones más avanzadas mediante la protección legal (patentes, marcas) o mediante

el secreto. Pero tampoco la publicación de los conocimientos más o menos codificados —bien mediante artículos científicos o mediante la descripción en las patentes para su posterior venta en el mercado— asegura su difusión y uso por otros agentes del sistema de innovación. Lundvall y Borrás (1997) indican dos limitaciones con respecto al proceso de codificación y el uso de la información. Primero, el hecho que los conocimientos tácitos y los codificados sean complementarios y coexistan, implica que se dan limitaciones a la codificabilidad de los conocimientos. Y segundo, la codificación creciente no disminuye la importancia de los conocimientos tácitos —las habilidades y destrezas o el “saber-como”— que sólo se pueden obtener mediante un proceso de aprendizaje intensivo. Otra barrera importante para la codificación de conocimientos es el cambio. La codificación, especialmente de conocimientos complejos, se puede reducir en una situación de estabilidad. Lo que implica una contradicción dentro del propio proceso de codificación. Ya que la innovación es más fácil sobre conocimientos codificados, puede ser que el mismo proceso de codificación evite el desarrollo (la codificación) de otros conocimientos que incluso podrían albergar un mayor potencial (Lundvall/Borrás, 1997).

Una vez superados los problemas técnicos y las reticencias empresariales en codificar y publicar las innovaciones, resulta que la información codificada no siempre es fácil de entender. La mayoría de los conocimientos codificados sólo pueden ser decodificados por expertos que ya han invertido en su propio “capital humano” y cuentan con unas capacidades tecnológicas avanzadas. Los conocimientos codificados y tácitos son complementarios y sólo se puede rentabilizarlos si se sabe utilizarlos de forma adecuada adquiriendo determinadas habilidades. Otro problema para rentabilizar los conocimientos codificados es el exceso de información, lo que concede mucha importancia a la habilidad de seleccionar de forma eficiente las opciones que pueden fructificar.

Sobre la cuestión de la innovación como información codificada *versus* el conocimiento tácito, cabe resaltar cuatro aspectos. Primero, aunque cada modelo refleja un concepto opuesto de bien tecnológico cabe subrayar que la mayoría de los conocimientos se podrían clasificar como una forma mixta de ambos, lo que subraya la complementariedad de los dos. La tecnología y la innovación se presentan en el mundo real bajo formas diversas y asimétricas, tanto en cuanto a las características de los agentes que participan en su desarrollo, a las industrias en las que esos agentes se ubican y a los resultados que obtienen. Segundo, la existencia de conocimientos tácitos y complejos de forma complementaria a la información codificada implica que no todas las innovaciones están disponibles en el mercado, que existe una gran variedad en las capacidades tecnológicas y productivas entre las empresas con información muy dispersa sobre las futuras innovaciones. Ello nos conduce a un tercer y cuarto aspectos de capital importancia: el aprendizaje y la transferencia tecnológica.

Las dos definiciones opuestas de la innovación (información *versus* conocimiento) tienen implicaciones importantes para la transferencia o difusión de las tecnologías. El concepto de la innovación como información codificada transforma la “innovación” en un bien público y su transferencia tecnológica puede ser de forma directa y barata, por mera imitación o copia. En el otro caso, debido a sus elementos tácitos, la transferencia de tecnología de unas empresas a otras o de unas industrias a otras constituye una operación difícil y costosa para su receptor, quien además tiene que pagar los costes de adquisición, los costes de aprendizaje y los costes de oportunidad derivados del retraso en el tiempo de la adopción y adaptación de la innovación con respecto a sus competidores. Aunque cabe subrayar que, como veremos en la siguiente sección, en ambos casos la capacidad de aprendizaje y absorción resulta de capital importancia. De hecho los conocimientos tácitos y el “saber-como” siguen siendo de una importancia crítica para asegurar el éxito de una empresa o un país y por lo tanto su aprendizaje es también de trascendental importancia.

Como ya se ha indicado, no para todos los sectores o campos tecnológicos la índole de las innovaciones es igual. Como indica Lundvall *et al.* (2002) existen sectores productivos donde la confianza y conocimientos tácitos son muy importantes y la interacción directa y la cooperación entre agentes resulta vital para su éxito. En los casos de las innovaciones de producto para usuarios profesionales en los sectores de proveedores especializados, mientras que en otras industrias la interacción puede ser menos intensa.

■ **Aprendizaje, selección y supervivencia de tecnologías, las trayectorias tecnológicas y “path dependency”**

Un proceso de innovación basado en conocimientos tácitos de gran complejidad, implica que los agentes o empresarios deben seguir un proceso de aprendizaje para adquirir el “saber-como”. El aprendizaje resulta importante porque las innovaciones no sólo consisten en información codificada, sino que llevan consigo, de forma complementaria, conocimientos tácitos necesarios para utilizar e interpretar de forma óptima esa información y, por lo tanto, ambos aspectos se pueden considerar como un binomio indisoluble. La “economía del aprendizaje” es crucial para el éxito económico de los individuos y empresas, y para la economía regional y nacional. El aprendizaje se refiere a la creación de nuevas competencias y al establecimiento de nuevas habilidades (Lundvall, 1997, pág. 6). Ello no sólo es importante para los sectores o empresas con un alto nivel tecnológico, sino que resulta relevante para todos los agentes económicos. En todos los mercados existen posibilidades —amplias o en forma de nichos— para el aprendizaje. Incluso para las economías más avanzadas, el aprendizaje en los sectores de baja tecnología resulta crucial para la incorporación de nuevas tecnologías.

El concepto de aprendizaje habla de la manera en que una empresa construye y completa su base de conocimientos referentes a tecnologías, productos y procesos de producción para desarrollar y mejorar las habilidades de sus recursos humanos. Este dominio se puede obtener mediante I+D o laboratorios propios, personal cualificado, transferencias tecnológicas o buenos flujos de información con el entorno. Un estudio clásico (Cohen y Levinthal, 1989), que trata el aprendizaje en relación con la capacidad tecnológica, sugiere que el objetivo de ciertos proyectos de I+D es el aprendizaje o, dicho de otro modo el desarrollo de las capacidades tecnológicas necesarias para poder integrar las innovaciones (externas) futuras. En su artículo *Innovation and Learning: two faces of R&D*, Cohen y Levinthal explican que este efecto podría ser importantísimo para la empresa. Especialmente en campos tecnológicos nuevos o en donde la empresa tiene un retraso en comparación con sus competidores, el aprendizaje puede ser un objetivo en sí mismo².

El aprendizaje busca “posibilitar la transferencia y absorción de las tecnologías punteras y nuevas convirtiéndolas en actividades conocidas y habituales”³. Se deben convertir las actividades nuevas, complejas y difíciles en rutinas que se configuran como conocimientos tácitos que se acumulan, sobre todo, en el capital humano. La transferencia tecnológica se basa principalmente en la imitación y el aprendizaje se refiere a las habilidades o destrezas complicadas que necesitan una forma intensiva de interacción social. Por ello, estas habilidades se transmiten entre las personas y de una generación a otra (P. Murmann, 2002).

Se ha comentado que las empresas desarrollan rutinas —en cierto modo estables y persistentes— para poder abordar los cambios futuros. Aunque las innovaciones pueden generar cambios bruscos e incluso dejar obsoletas⁴ algunas tecnologías existentes, en general siempre habrá períodos relativamente largos de difusión, ya que la mayoría de las innovaciones son más bien de carácter incremental o resultan de combinaciones novedosas de conocimientos ya existentes. Esto implica que la incertidumbre se puede evitar mediante el aprendizaje, construyendo una capacidad tecnológica y comercial. Además las empresas e incluso el Estado analizan continuamente el potencial económico y social de las futuras tecnologías, su impacto sobre la estructura productiva y las inversiones y adaptaciones necesarias para el sistema de innovación. La imitación y la transferencia de tecnologías

² Como fue el caso de la energía nuclear en Alemania donde los proyectos financiados con fondos públicos se realizaron principalmente para iniciar o generar un proceso como aprendizaje (Keck, 1981).

³ Subdirectora de Recursos Humanos del Centro de I+D de una empresa multinacional española.

⁴ El concepto schumpeteriano de la “destrucción creadora” se refiere a las innovaciones clave que generan un cambio de ruptura con las tecnologías anteriores.

es un proceso costoso y acumulativo y, por lo tanto, existe un papel importante para el aprendizaje. El concepto de acumulación alude a que el cambio tecnológico sigue trayectorias de cambio y mejora continuas, y no se trata de un proceso aleatorio o un conjunto de reacciones ad hoc con respecto a la demanda en el mercado⁵. No debe olvidarse que las innovaciones generan cambios económicos importantes y su dirección no siempre es conocida, lo que podría implicar que las rutinas del pasado no sean adecuadas a la situación actual. La información incompleta o difusa relevante a las trayectorias tecnológicas —especialmente debido a la gran cantidad de actores y al secretismo en que se envuelve la actividad innovadora— obliga a los agentes económicos a aprender y a desarrollar unas rutinas que sean apropiadas para poder contestar también a los cambios imprevistos.

En la discusión sobre los dos modelos extremos de innovación (información codificada *versus* conocimientos tácitos), se ha explicado que la innovación es un proceso complejo, en donde interactúan muchos actores y factores de la empresa, tanto internos como externos, cuya integración no resulta automática. La dinámica de este proceso (integración y funcionamiento de todos estos factores y actores en su conjunto) se podría considerar como la capacidad innovadora de la empresa. Otra forma de entender esa capacidad es enfocarla como el resultado final de la acumulación en el proceso de aprendizaje. Se puede definir capacidad tecnológica como la facultad de entender, dominar y adaptar las tecnologías adquiridas; la capacidad para la adaptación de desarrollos tecnológicos futuros y de generación de innovaciones tecnológicas. Esto implica que las empresas no solamente deben saber manejar nuevas tecnologías, sino que deberían ser conscientes del desarrollo tecnológico futuro para poder valorar, reconocer, seleccionar y absorber las tecnologías relevantes para la empresa (Cohen/Levinthal, 1989, pág. 569). Esta habilidad está determinada por un amplio número de factores, como la influencia de las personas claves en el proceso de innovación, la cultura innovadora de la empresa, la capacidad y el proceso de aprendizaje mediante la acumulación de experiencias internas a la empresa, la estructura organizativa, la gestión de la innovación, la integración del proceso de innovación en la estrategia general de la empresa y las relaciones con el entorno. Otra definición destaca la importancia de la competencia o capacidad tecnológica para la estrategia general. Dankbaar define la capacidad tecnológica como “la capacidad para generar e implantar estrategias de I+D en coherencia con la estrategia general de la empresa, teniendo en cuenta las tendencias a largo plazo del mercado, los competidores y la evolución tecnológica” (1993, pág. 4).

⁵ Según Dosi (1988) el cambio tecnológico está influenciado por 1) el *state of art* de las tecnologías ya existentes; 2) la naturaleza propia de estas tecnologías que permite su uso económico y 3) depende del nivel tecnológico existente en las empresas, regiones o países. Lo que implica que el cambio tecnológico es una actividad acumulativa.

El aprendizaje no sólo es importante para la propia empresa y su proceso interno de innovación, sino también para el conjunto de los agentes del sistema de innovación. En las últimas décadas se ha observado una creciente división del trabajo en las actividades innovadoras tanto en el seno de cada empresa (donde participan los departamentos de ingeniería, de I+D, de producción, de ventas y servicios post ventas) como a través de la participación de un amplio número de agentes e instituciones a las cuales, en su conjunto, nos referimos como sistema de innovación. Ello hace que el aprendizaje de las rutinas y códigos de las tecnologías sea importante tanto para los oferentes y creadores de las tecnologías, como para sus receptores.

La evolución del desarrollo económico va acompañado de un proceso de creación y selección de innovaciones. Nelson y Winter (1977, 1982) subrayan el carácter evolucionista del cambio tecnológico y, por consiguiente, del sistema nacional de innovación. Esta evolución se basa en los siguientes componentes (Edquist, 1996): 1) el punto de partida es la existencia y reproducción o la creación de tecnologías y organizaciones; 2) existen mecanismos que introducen novedades en el sistema (mecanismos que crean diversidad). Estos cambios son a veces aleatorios pero también se producen novedades predecibles. En la biología estos cambios se llaman mutaciones y en nuestro contexto innovaciones; 3) existe mecanismos que seleccionan las entidades innovadoras del sistema. Este proceso de selección reduce la diversidad. Para la biología sería la “selección natural” y para el cambio tecnológico “la selección del mercado basado en la competencia”. Este sistema de selección forma un filtro que influye sobre las entidades. En palabras de Nelson (1987): “el cambio tecnológico es claramente un proceso evolutivo, los creadores de innovación generan tecnologías superiores a las existentes y los ajustes son lentos” (pág. 16). Es decir, las nuevas tecnologías van sustituyendo —dejando obsoletas— poco a poco las tecnologías existentes y el proceso de la innovación incremental y la difusión es lento y se basa en pequeños ajustes. Lejos de ser un proceso de equilibrio y maximización, como pretenden los neoclásicos, resulta ser un proceso de adaptación donde la aleatoriedad juega un papel importante. Por ello, la teoría evolucionista es una aproximación más real al estudio de la innovación que los principios neoclásicos.

Finalmente, debe destacarse que la existencia de trayectorias tecnológicas conlleva el riesgo de un posible bloqueo en el camino elegido⁶. Como se acaba de argumentar, el proceso de innovación se basa en una trayectoria continua de mejoras incrementales y en cierto modo previsibles, alteradas por cambios o innovaciones radicales no esperados. Una empresa, sector o región que opta por la acumulación de conocimientos a partir de una

⁶ Denominado en la literatura inglesa como “path dependency” y “lock-in effects”.

sola alternativa tecnológica, tendrá una menor capacidad de reacción o absorción cuando se vea inmersa en un cambio no esperado de la orientación tecnológica. Este cambio deja sus conocimientos acumulados obsoletos y bloqueados, pues la dependencia de esa trayectoria le impide transitar rápidamente hacia los horizontes abiertos por la tecnología emergente.

■ El modelo lineal *versus* el modelo interactivo del cambio tecnológico

El modelo interactivo o evolucionista combina el cambio tecnológico con los conceptos de aprendizaje y “path dependency” (dependencia de la trayectoria) y con los procesos dinámicos de aprendizaje mutuo y de retroalimentación. Es decir es un modelo sistémico de carácter holístico.

Hasta mitad de la década de los setenta, la teoría económica consideraba que la tecnología era básicamente información y que su proceso de producción era resultado de la acción secuencial de las instituciones de investigación —exógena al sistema económico— y de las empresas innovadoras. Este **modelo lineal del cambio tecnológico** fue hasta los años ochenta la base teórica de la política tecnológica en la mayoría de los países desarrollados. La teoría lineal de la innovación sugiere que el producto o resultado (*output*) está altamente relacionado y de forma lineal con el factor de entrada (*input*), y que esta relación se resume en la función de producción. Este modelo del cambio tecnológico conceptualiza la I+D como una actividad aislada llevada a cabo en centros de investigación que no se deja influir por incentivos desde el mercado u otras unidades de la empresa. La innovación sería un proceso lineal y secuencial llevado a cabo en fases aisladas que se inicia con la fase de investigación básica y finaliza con la fase de introducción de las innovaciones en el mercado (Malerba/Orsenigo; 1995). Las nuevas tecnologías se consideran información codificada que tiene el carácter de bien público y es fácil de copiar. Este modelo supone que la transferencia tecnológica —diseñación de nuevas tecnologías— es un proceso automático sin costes significativos o retrasos en el tiempo, basado en el mecanismo de “la mano invisible”. La tecnología sería información fácil de copiar y, por tanto, se niega la necesidad de aprendizaje. El modelo lineal no considera factores como la influencia de instituciones, estrategias y actitudes competitivas de otras empresas o países, o los relacionados con la demanda y educación. Las políticas basadas en el modelo lineal están dirigidas hacia la generación de innovaciones mediante la creación de centros de investigación, el apoyo a la I+D básica para tecnologías claves y la financiación directa de las actividades de investigación en las empresas.

Un modelo teórico alternativo al modelo lineal del cambio tecnológico sería el **modelo interactivo o evolucionista**, desarrollado en los años ochenta, que implica cambios radicales para la gestión tecnológica de las empresas o el diseño de la política tecnológica. Este modelo se basa en la idea de una interacción continua entre los distintos actores y elementos durante todo el proceso de innovación y comercialización posterior de los resultados. Incluso una vez que el producto está plenamente introducido en el mercado, este proceso interactivo sigue mediante el perfeccionamiento y diversificación de los productos y métodos de producción y de las tecnologías utilizadas. Mientras que el modelo lineal destaca solamente las actividades tecnológicas del departamento de I+D, el modelo interactivo se centra en las capacidades tecnológicas de la empresa en general, considerando la gestión de la innovación como un proceso estratégico y corporativo donde tendría que estar implicada toda la empresa, incluidos sus distribuidores y clientes. La capacidad tecnológica de una empresa se basa en su “saber-hacer” y tiene una dimensión tácita y acumulativa. Las nuevas tecnologías o innovaciones se consideran conocimientos con aspectos tácitos no codificables. La transferencia tecnológica se concibe como costosa y difícil, y el entendimiento de nuevas tecnologías requiere mucho tiempo y recursos humanos. El modelo interactivo considera la innovación como un proceso dinámico o interrelacionado con efectos de retroalimentación continuos entre las distintas etapas que, además, se desarrolla en un ambiente cambiante (Malerba/Orsenigo, 1995) donde los actores y competidores reaccionan, a partir de una conducta rutinaria, a cada uno de los cambios, o bien mediante las innovaciones buscan romper los equilibrios competitivos existentes generando así los cambios. El papel del aprendizaje o la creación de capacidades tecnológicas resulta fundamental para poder apropiarse de los “conocimientos” tecnológicos futuros generados por otros organismos del sistema o en otros países (Lundvall, 1997).

La teoría evolucionista se basa en una crítica profunda de la teoría neoclásica. La escuela evolucionista censura la teoría neoclásica, primero, por su simplificación de la realidad y por sus supuestos alejados de la realidad económica; segundo, por el tratamiento equivocado de la innovación como determinante del crecimiento⁷; y tercero, porque se rechaza la predestinación del desarrollo económico hacia el equilibrio económico.

Ambas teorías —la teoría neoclásica y la evolucionista— comparten, sin embargo, la importancia de la innovación como factor del crecimiento económico, pero los fundamentos de sus modelos de crecimiento son muy distintos incluso, según Nelson, incompatibles entre sí (2004). Los neoclásicos ofrecen un modelo muy abstracto, falto de realismo, para

⁷ Los primeros modelos tratan la innovación como un determinante exógeno del crecimiento, aunque los modelos posteriores la “endogenizan” no consiguen tener en cuenta sus características específicas.

que la modelización cuantitativa macroeconómica sea analíticamente consistente. Mientras que la teoría evolucionista recoge las implicaciones microeconómicas en busca de una aproximación más ecléctica. Nelson/Winter (1977, 1982), Dosi (1982), Sahal (1981), Verspagen (2004), y Nelson (2004), entre otros, indican que en la perspectiva neoclásica, incluso en su forma más sofisticada, el concepto de la función de producción con respecto a la innovación y el cambio tecnológico sólo ofrece aportaciones muy limitadas para el entendimiento del proceso innovador y sus implicaciones en el desarrollo económico. A pesar de la introducción de la innovación en los modelos neoclásicos, todavía existe un vacío enorme entre la formalización de la innovación en los modelos abstractos y los conocimientos empíricos referentes a las fuentes, orientación, dirección e implicaciones del cambio tecnológico y a las características de las empresas innovadoras (Dosi, 1988).

En el concepto neoclásico del desarrollo económico, la causa y el efecto son dos aspectos separables y el crecimiento es un fenómeno regular, continuo y equilibrado. El concepto evolucionista está basado en las circunstancias históricas, en mecanismos causales complejos y cambiantes en el tiempo (por ello, a menudo, las causas y los efectos no son separables) y, sobre todo, en patrones de crecimiento turbulentos irregulares impredecibles. Central en esta teoría es el desequilibrio continuo, pues los agentes económicos intentan romper incesantemente, mediante innovaciones, el equilibrio para obtener beneficios extraordinarios. Esta tendencia a romper el equilibrio implica la invalidación de todos los demás supuestos neoclásicos. La teoría evolucionista critica el concepto estático del equilibrio y la competencia perfecta, la racionalidad maximizadora y la supuesta homogeneidad de los agentes económicos representativos y de la tecnológica. Esta última no está libremente disponible ni accesible para todos los competidores, ni existe información perfecta al respecto. “La teoría evolucionista considera la economía como un proceso de cambio continuo que no es completamente familiar a los actores, o perfectamente entendido por ellos. Al contrario, la teoría neoclásica considera la economía como un resto, experimentando cambios bien anticipados. De todos modos, con acciones apropiadas al contexto, algo que los *decision makers* han aprendido a través de experiencia relevante, o pueden calcular con exactitud basándose en lo que saben con seguridad (Nelson, 2004, pág. 1)”. Lo que implicaría que el entorno económico no cambia en sus aspectos fundamentales o por lo menos es previsible.

Según esta teoría, el desarrollo económico es un proceso dinámico y evolutivo basado en la adaptación, reacción y selección dentro de un sistema donde los distintos componentes son interdependientes. Central en este sistema es la innovación, producto de una actividad acumulativa que constituye el motor que convierte el sistema económico en un régimen dinámico. Este proceso evolutivo se basa en cambios endógenos —tanto debido a alteraciones bruscas como graduales— que a su vez generan un proceso continuo de adap-

tación o aprendizaje y selección, donde sobreviven aquellas empresas que mejor se adaptan a estos cambios. El cambio tecnológico juega un papel predominante —aunque no determinante— en las alteraciones del sistema económico. Éste, lejos de buscar un equilibrio (neoclásico) o dirigirse a un objetivo o estadio predeterminado, evoluciona de forma continua a partir de los acontecimientos endógenos sin que se puedan prever todos los cambios estructurales futuros.

En la teoría evolucionista se considera que el cambio tecnológico y el crecimiento económico son dos procesos contextuales e interactivos. El cambio tecnológico es un proceso que ocurre dentro un contexto de diversos agentes y organismos del sistema de innovación y del tejido productivo, que se desarrolla y adapta a partir de las capacidades tecnológicas disponibles en empresas e institutos de I+D, las condiciones y oportunidades de coste y demanda (que dependen de las tecnologías en uso y del patrón de consumo establecido) y de las decisiones empresariales (de los gestores, ingenieros y científicos) sobre la posibilidades tecnológicas futuras y su rentabilidad económica. Además el progreso tecnológico interactúa con el desarrollo económico, donde puede generar un efecto de impulsor del crecimiento o, al contrario, ser la causa del estancamiento. Es decir, la empresa debe optimizar sus decisiones con respecto a su comportamiento, en vez de maximizar a corto plazo sus beneficios.

Uno de los fundamentos que, según los evolucionistas, convierten a la teoría neoclásica en una teoría demasiado simplista y poco realista, es el concepto de las nuevas tecnologías como un bien público de acceso libre y gratuito para todos los agentes económicos. Para los evolucionistas la innovación y las nuevas tecnologías son claves para el desarrollo económico y en vez de ser un bien de carácter “público” son un bien “privado” del que puede apropiarse la empresa. Los resultados del proceso de innovación están protegidos por: 1) el carácter tácito de muchos de sus componentes, 2) su alto nivel de complejidad, 3) las medidas legales aplicadas (patentes, derechos de autor), 4) el secreto o 5) el proceso de generación de innovaciones incrementales continuas⁸. Las empresas lejos de adaptarse a un equilibrio económico hipotético buscan romper este equilibrio desviando los beneficios hacia sus propias actividades. Las innovaciones son iniciativas empresariales intencionadas para romper con el equilibrio de los mercados perfectos y obtener un monopolio temporal (Schumpeter, 1911; Nelson/Winter, 1982). Por lo tanto, muchas de estas innovaciones no se comercializan en el mercado ya que las empresas quieren mantener el monopolio temporal con respecto a sus competidores.

⁸ En este caso las empresas más avanzadas mejoran de forma continua sus productos o procesos de producción para mantener sus competidores a una cierta distancia tecnológica.

■ 1.3. SISTEMA NACIONAL Y REGIONAL DE INNOVACIÓN

■ SNI el concepto global

■ *Definición y antecedentes*

El modelo interactivo subraya la importancia de la estructura institucional, lo que se plasma en el concepto de sistema nacional y regional de innovación que en mayor medida ha marcado el desarrollo de la teoría económica de la innovación. El SNI es uno de los conceptos que ha visto revalorizada mucho su importancia lo que se refleja en las numerosas aportaciones académicas publicadas al respecto⁹.

El concepto de SNI refleja el proceso de la división del trabajo¹⁰ en el campo de la innovación, con la participación correspondiente de un amplio conjunto de agentes e instituciones interrelacionados entre sí, cuyas actividades generan sinergias o ahorran costes¹¹. De hecho, la innovación es una actividad cada vez más compleja e interdisciplinar y su desarrollo exige la interacción de un elevado número de instituciones, organismos y empresas. Las actividades de estos agentes del sistema de innovación son en muchas ocasiones complementarias, basadas en una división de trabajo, donde los grandes centros públicos de investigación (incluidas las universidades) se dedican a la investigación básica que, a menudo, no resulta económicamente explotable de forma directa, en tanto que las empresas se dedican a desarrollar nuevos productos o procesos mediante la investigación aplicada. En el intermedio existe un amplio conjunto de organismos e instituciones que se ocupan de la transformación de los conocimientos científicos en productos comercializables y de la transferencia, difusión y adaptación de las nuevas tecnologías.

El término *Sistema (Nacional) de Innovación* aparece por primera vez en el libro de Freeman (1987) acerca de la tecnología y el desempeño económico en Japón¹². Sin embargo,

⁹ Véanse, entre otros: Freeman (1987), Dosi (1989), Porter (1990), Lundvall (1992), Nelson (1992), Edquist (1997), Koschatzky (1997) y Porter (2000).

¹⁰ La división de trabajo en el campo de la innovación ha sido parcialmente posible debido al mayor "nivel de codificación" de los conocimientos que facilita su transferencia aunque, como ya se ha indicado, los conocimientos tácitos siguen siendo de suma importancia en el proceso de innovación y la difusión de las tecnologías.

¹¹ Al inicio de la revolución industrial las empresas creaban, diseñaban, desarrollaban y producían todos los componentes de sus productos. Hoy en día no solo se contratan la medición, las pruebas, el control de calidad o los análisis en laboratorios, sino incluso parte de la I+D se lleva a cabo de forma complementaria y simultánea en distintas empresas y organizaciones privadas y públicas. Especialmente, aunque no sólo, en sectores de productos complejos como el sector del automóvil o la aeronáutica.

¹² Aunque no existe un acuerdo sobre quién fue el primero en acuñar el término, dado que tanto Lundvall como Freeman se atribuyen mutuamente el mérito de haberlo concebido. Así Lundvall (1998, pág. 418), afirma que fue

Freeman cita algunos antecedentes que influyeron en la génesis del término, entre los que destaca la obra de List¹³. El enfoque de los sistemas de innovación recibió un importante impulso gracias a la aparición de dos publicaciones casi simultáneas de Lundvall (1992a) y Nelson (1993), a las que se les sumó más adelante otra obra de referencia, en esta ocasión de Edquist (1997). La rápida difusión experimentada por este enfoque se vio impulsada por: 1) su capacidad para superar las contradicciones entre teoría y empirismo en las que había incurrido el modelo neoclásico básico¹⁴; 2) las limitaciones que presentaba la corriente neoclásica para una adecuada comprensión e introducción en sus modelos de la variable tecnológica que habían llevado al desarrollo de una línea alternativa de análisis, a la que suele denominarse teoría evolutiva o interactiva; 3) la insuficiencia de las políticas macroeconómicas para hacer frente a los retos del desarrollo económico y la necesidad de cambios estructurales en el sistema productivo; y 4) el desajuste y alejamiento creciente entre la interpretación y recomendaciones que se derivaban de los análisis que realizaba la corriente neoclásica, predominante en el mundo académico, y la realidad y retos que percibían los gobernantes y las instituciones políticas, en particular, para explicar el estancamiento de la productividad y los problemas de competitividad por los que atravesaba la economía mundial desde comienzos de los años setenta.

Todo ello ocasionó una pronta asunción, por las organizaciones internacionales, del concepto de SNI, impulsándolo en sus grupos de trabajo y publicaciones —tanto la OCDE, la UNCTAD y la Comisión Europea, como el Banco Mundial y el FMI, estos últimos tradicionalmente más afines al enfoque neoclásico¹⁵. Otro causa de la rápida difusión del concepto de SNI se debe a las definiciones relativamente abiertas del concepto de “Sistema de Innovación” (véase el cuadro 2) —más propias de un marco conceptual que de una teoría en el sentido estricto del término— que resultó compatible con y permitió la incorporación de toda una serie de corrientes (teóricas) que, a pesar de partir de postulados distintos a los de la economía de la innovación, encajaban en ella y acabaron completando y ampliando el concepto original¹⁶.

Freeman el primero en emplear el término en 1987, mientras que Freeman (1995, pág. 5), asegura que el concepto fue ideado originalmente por Lundvall.

¹³ En su obra sobre el *Sistema nacional de economía política*, List (1841/1920) enfatizó la importancia de desarrollar instituciones e infraestructuras nacionales, que favorecieran la acumulación de “capital mental” y, por ende, del desarrollo económico, en lugar de confiar exclusivamente en la “mano invisible”.

¹⁴ Freeman (1997), Lundvall *et al.* (2001) y Mytelka y Smith (2001).

¹⁵ Véase Navarro (2001a, pág. 1) y Edquist (2005, pág. 184).

¹⁶ Entre ellas podemos destacar —por citar sólo algunas— el trabajo crucial de Porter (1990) acerca de las ventajas competitivas de las naciones, el de Withley (2000), que analiza las diferentes estructuras institucionales de las economías desarrolladas y su incidencia en la capacidad competitiva, así como los estudios llevados a cabo por la corriente denominada “Sistemas sociales de innovación y producción” (Amable, Barré y Boyer, 1997; y Amable y Petit, 2001), que enfatizan aspectos sociales referidos a los recursos humanos. En un sentido más amplio, la OCDE (1999a) señala que el enfoque de los sistemas de innovación resulta de “la confluencia de la economía evolucionista e industrial, la nueva teoría del crecimiento y la economía institucional”.

CUADRO 2

PRINCIPALES DEFINICIONES DEL CONCEPTO DE SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

"[...] las redes de instituciones del sector público y privado cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías" (Freeman, 1987)

"[...] los elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y utilización de conocimientos nuevos y económicamente relevantes [...] y que o bien están localizados en o hunden sus raíces dentro de las fronteras de una nación estado" (Lundvall, 1992)

"[...] un conjunto de instituciones cuyas interacciones determinan los resultados innovadores [...] de las empresas nacionales" (Nelson, 1993)

"[...] las instituciones nacionales, sus estructuras de incentivos y sus competencias que determinan la tasa y dirección del aprendizaje tecnológico (o el volumen y la composición de las actividades generadoras del cambio) en un país" (Patel y Pavitt, 1994)

"[...] ese conjunto de instituciones distintivas que de forma conjunta e individual contribuyen al desarrollo y difusión de nuevas tecnologías y que proveen un marco en el que los gobiernos formulan e implementan políticas con el propósito de influir en el proceso de innovación. Se trata, por tanto, de un sistema de instituciones interconectadas destinadas a crear, guardar y transferir conocimientos, aptitudes, y artefactos que definen nuevas tecnologías" (Metcalfe, 1995)

"[...] todos los factores relevantes económicos, sociales, políticos organizacionales, institucionales y demás, que influyen en el desarrollo, difusión y aplicación de las innovaciones" (Edquist, 1997)

Fuente: Elaboración propia a partir de OECD (1997, pág. 10) y de las fuentes señaladas.

Esta definición "abierta y flexible"¹⁷ del concepto de Sistema de Innovación también ha permitido una interpretación amplia de los límites geográficos de aplicación. Así, si bien el concepto inicial desarrollado por Lundvall y Nelson se centraba en los Sistemas Nacionales de Innovación, haciendo por tanto especial énfasis en el papel desempeñado por las instituciones *nacionales* en el proceso de innovación, el concepto no tardó en ser aplicado a un ámbito de análisis subnacional, no sólo regional, sino también local y sectorial¹⁸. A su vez, está empezando a darse también el fenómeno contrario que resalta la importancia de estudiar sistemas supraestatales, especialmente en el caso de la Unión Europea¹⁹. Esta flexibilidad —o ambigüedad— queda de manifiesto en la afirmación de Lundvall, según la cual "los Sistemas Nacionales de Innovación son sistemas abiertos y heterogéneos. Los procesos de innovación trascienden las fronteras nacionales y en ocasiones son locales en vez de nacionales" (Lundvall, 1992a, pág. 4).

El concepto del sistema nacional y regional de innovación es resultado de la fusión de diversos enfoques teóricos. Se basa, por un lado, en los conceptos de distrito industrial

¹⁷ Cf. Lundvall (1992a, pág. 13).

¹⁸ Por ejemplo Breschi y Malerba (2005).

¹⁹ Cf. Edquist (1997, pág. 11).

(Marshall, 1919), y polos de crecimiento (Perroux, 1955) y en la teoría de los *clusters* (Porter, 1990)²⁰. Estos enfoques tienen en común la importancia que adjudican a: la proximidad espacial, las externalidades, la cultura e identidad regional y el proceso de aprendizaje colectivo o regional (Koschatzky, 2000a) y por otro lado, se basa en los resultados de la teoría del crecimiento que subrayan la importancia de la innovación para tales áreas geográficas. Las actividades innovadoras generan externalidades positivas (Romer, 1986, 1990; Lucas, 1988) que pueden ser aprovechadas, sobre todo, por los agentes regionales (Stern/Porter/Furman, 2000). Lundvall *et al.* (2002) indican que algunas aproximaciones teóricas han combinado el modelo *input-output* de Leontief con la teoría de Schumpeter desvelando así la importancia de las relaciones e interacciones del sistema (entre el esfuerzo en innovación y sus resultados especificados por tipo de agente) y su posible importancia para una teoría de desarrollo económico.

A continuación se definirá el concepto de sistema nacional (o regional) de innovación —de forma análoga a la empleada por Nelson y Rosenberg (1993, págs. 4-5)— analizando por separado cada uno de los términos que lo componen. Nos enfrentamos así, en primer lugar, al concepto de *sistema*, que se describe como un conjunto de elementos y las relaciones entre ellos —con propiedades distintas a las de la suma de las partes— que ejercen una determinada función y persiguen una meta específica²¹. El segundo término hace referencia a la *innovación*²², concepto que ya hemos tratado en la segunda sección de este capítulo, por lo que nos limitaremos a apuntar, que la innovación es un *proceso complejo* —el conocimiento vinculado a la innovación no está disponible a priori—, por lo que su creación o adquisición implica una acción de *aprendizaje interactivo y acumulativo* y —adoptar una visión histórica— *evolutiva*.

La tercera de las características del concepto de sistema nacional de innovación implica que se pueda discriminar entre un sistema y otro, es decir, señalar sus límites. Como se puede apreciar en las definiciones más recientes contenidas en el cuadro 2, éste es uno de

²⁰ “La ventaja de una nación en una industria se explica esencialmente por el estímulo que ejerce la nación base («home nation») en la mejora competitiva y la innovación”, Porter (1990, pág. 70), *The Competitive Advantage of Nations*.

²¹ El diccionario de la Real Academia Española, en su vigésimo primera edición define el término sistema como un “conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objetivo”. Con respecto al “común objetivo”, cf. Edquist (2005, pág. 187). Boulding (1985) indica que un sistema está constituido por un conjunto de elementos y por las relaciones entre ellos. De esto se sigue que un sistema de innovación se puede definir como *la red de instituciones, del sector privado y público, cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican o divulgan nuevas tecnologías* (Freeman, 1987).

²² Pudiendo distinguirse entre cuatro tipos de innovación en función del grado de novedad que impliquen: innovaciones incrementales, innovaciones radicales, cambios del sistema tecnológico y cambios en el paradigma tecnológico. Véase para el detalle Navarro (2001, pág. 9).

los puntos débiles del enfoque de los sistemas de innovación, dado que no se delimitan sus fronteras con nitidez, lo cual, por otra parte, ha permitido que el concepto haya sido aplicado con éxito a distintos planos de análisis geográficos. Lo que sí podemos constatar, es que, independiente de que se trate de sistemas nacionales, regionales, locales o supraestatales, todos se basan en un determinado *enfoque geográfico*²³, concediendo con ello implícitamente una función destacada al entorno económico, político y sociocultural.

No cabe duda ninguna de que existen diferencias claras entre los sistemas de innovación de distintos países, no solamente debido a su diversidad cultural, étnica o lingüística sino, sobre todo, como consecuencia de la gran variedad de los marcos legales e institucionales, el nivel de descentralización geográfica de las estructuras políticas con respecto a la ciencia y el cambio tecnológico, los sistemas de educación y la especialización sectorial de los sistemas productivos nacionales. Pero hablando de sistemas nacionales de innovación se supone, de forma implícita, que existe una cierta homogeneidad interna entre las regiones que los forman, aunque ello constituya una abstracción poco realista (Lundvall, 1992). El sistema *nacional* de innovación de un país dado no refleja un panorama global que, a su vez, caracteriza la realidad de cada una de sus regiones, pues normalmente existen grandes diferencias entre ellas, de manera que si bien resulta relativamente fácil de diferenciar distintos sistemas nacionales de innovación, es casi imposible equiparar un sistema nacional de innovación a los sistemas regionales. De hecho, en ocasiones cuando se habla del sistema de innovación japonés o alemán a lo que se está haciendo referencia en realidad es al sistema innovador de sus regiones tecnológicamente más avanzadas. Debido a la gran importancia de los sistemas regionales se ofrece en el segundo capítulo de este libro un análisis del componente regional del sistema de innovación.

■ ***La perspectiva sistémica del SNI: interacción y sinergias entre sus elementos***

La parte “sistémica” del SNI se revela debido a que muchas cosas distintas en diferentes partes de la economía y la sociedad en general parecían comportarse de acuerdo a las necesidades de otras partes, como si muchos circuitos de retroalimentación positiva estuvieran operando de forma más o menos sincronizada. Ello se debe, posiblemente, a una adaptación mutua e implícita a las demandas que reflejan cada uno de los agentes en el mercado sin que haya habido un esfuerzo formal y explícito. El problema se plantea cuando los

²³ Véase respecto al sistema regional de innovación también a Cooke, *et al.*, 1997, Cooke, 2001; Braczyk, *et al.*, 1998 y el capítulo 2 de este libro.

distintos agentes actúan de forma aislada y no existen ni incentivos ni intereses por alguna de las partes en orientar sus actividades a las necesidades de otros agentes del sistema.

La perspectiva sistémica del SNI implica que la innovación y el aprovechamiento de las nuevas tecnologías depende, además de las organizaciones e instituciones, de la interacción entre ellas. La capacidad innovadora de una región no solamente está en función del esfuerzo cuantitativo en I+D (gastos y personal) y de las actividades individuales de su infraestructura tecnológica (el conjunto de centros e instituciones que llevan a cabo actividades innovadoras), sino también de la sinergia entre las empresas, la Administración Pública, y todos los demás agentes del sistema²⁴. La OCDE (1994b, pág. 4) afirma al respecto, que “los resultados innovadores globales de una economía no dependen tanto del desempeño específico llevado a cabo por parte de las instituciones formales (empresas, centros de investigación, universidades, etc.), sino de la forma en la que interactúan entre ellas, como elementos de un sistema colectivo de creación y uso de conocimiento, y del grado de interacción con las infraestructuras sociales (valores, normas y el marco jurídico)”. El SNI es un sistema heterogéneo, dinámico y abierto, caracterizado por la retroalimentación positiva y por la reproducción. Como afirma Lundvall, “con frecuencia, los elementos del sistema de innovación se refuerzan mutuamente en la promoción de procesos de aprendizaje e innovación o, a la inversa, se combinan en grupos, bloqueando dichos procesos. La causalidad acumulativa, y los círculos virtuosos o viciosos, son características de los sistemas y subsistemas de innovación. Otro aspecto importante del sistema de innovación se relaciona con la transmisión del conocimiento entre individuos o agentes colectivos (a través del recuerdo)” (Lundvall, 1992, página 2). Es decir, la transferencia tecnológica y el aprendizaje son aspectos importantes de los procesos de interacción y las actividades innovadoras requieren un ambiente innovador donde es importante el intercambio recíproco de personal, conocimientos científicos y tecnológicos, servicios especializados e impulsos innovadores (Aydalot/Keeble, 1988; Stöhr, 1987; Perrin 1986/88 Koschatzky, 1997).

La perspectiva sistémica, es decir el dinamismo y la interacción, se basa entre otros elementos en el aprendizaje y la acumulación de conocimientos (Lundvall, 1992). El recurso fundamental para el desarrollo económico moderno son los conocimientos y derivado de ello el aprendizaje es un requisito para el crecimiento económico. El aprendizaje es principalmente interactivo y está “incrustado” o imbricado en las instituciones y organizaciones, la evolución histórica (acumulación) y su contexto cultural. Aquí no sólo el papel de los princi-

²⁴ Según Edquist (2005) entre el 62 y el 97 por 100 de las innovaciones de producto de cinco países europeos (España, Austria, Noruega, Dinamarca y en una región de Suecia) han sido obtenidos a partir de la colaboración entre empresas y otras organizaciones del sistema innovador lo que muestra la importancia de la interacción en el SNI.

pales agentes del sistema de innovación resulta importante, sino también el sistema de educación y formación que prepara los futuros investigadores y les enseña conocimientos tácitos para entender las nuevas tecnologías y cómo mejorar su capacidad de aprendizaje, de entendimiento y su facultad analítica.

Otro aspecto muy importante, que refleja el carácter sistémico del sistema nacional de innovación, es la interacción entre usuarios y productores de las tecnologías. La antigua discusión sobre la naturaleza del proceso innovador y el predominio aparentemente opuesto y contradictorio del empuje tecnológico²⁵ *versus* el tirón de la demanda²⁶, queda clarificada e integrada en la relación interactiva entre estos usuarios y productores. De hecho el éxito o fracaso de muchas innovaciones —o su lenta difusión— se debe, según Lundvall, a la asimetría de información y competencias de ambos. Este autor opina que una innovación es “el resultado de encuentros entre oportunidades técnicas y necesidades de usuarios” (Lundvall, 1985, pág. 3). La dinámica del sistema de innovación se basa en la interacción entre los que saben acerca de oportunidades técnicas y aquéllos que supuestamente saben lo que necesita el mercado. Un Sistema Nacional de Innovación que tome en cuenta las asimetrías de conocimiento entre usuarios y productores será probablemente más efectivo en la promoción de innovaciones útiles que un sistema que no le preste atención a éste tipo de problemas (Arocena/Sutz, 2006).

La interacción entre los agentes del sistema de innovación y el sistema productivo toma muchas formas y a menudo se basa en relaciones directas, pero no cabe duda que las instituciones intermediarias entre ambos juegan un papel básico y a menudo esencial. Especialmente “si el ambiente cultural de un usuario es muy diferente al de un productor, será muy costoso establecer un canal de información y desarrollar códigos comunes. No solamente diferentes lenguajes nacionales dificultarán las comunicaciones; además, diferencias culturales se reflejarán en interpretaciones distintas de signos idénticos” (Lundvall, 1985, pág. 47). El MITI (Ministerio de Comercio Internacional e Industria de Japón) diseñó una política especial para “compensar, por los débiles canales de información entre productores e industrias de base científica, y para romper la inercia incorporada en las relaciones tradicionales entre usuarios y productores” (Lundvall, 1985, pág. 37).

Una característica muy importante para asegurar la interacción entre los agentes de un sistema nacional y regional de innovación es *la integración entre la ciencia, las instituciones*

²⁵ Donde el desarrollo de nuevas tecnologías se rige por las actividades de los investigadores y es un proceso independiente de las necesidades tecnológicas.

²⁶ Donde se supone que el progreso tecnológico esta determinado por lo que pide el mercado.

de enseñanza superior (IESs) y la industria. A pesar de que la contribución más importante de las IESs para el desarrollo tecnológico es tradicionalmente la formación de capital humano, tienen también un papel claro en la transferencia de tecnología. Las interrelaciones entre universidades o institutos politécnicos y las industrias de muchas de las regiones alemanas están basadas en un pequeño pero importante grupo de mecanismos. En primer lugar está el sistema generalizado de las prácticas internas en empresas, muchas veces en el contexto de preparación de una tesis de final de carrera. Este simple hecho implica que profesores e IESs tienen que estar al corriente de los últimos desarrollos tecnológicos en las industrias más importantes, y actualizar continuamente sus programas de enseñanza para poder asesorar a sus estudiantes durante el período de prácticas. Otro mecanismo, utilizado en Alemania, simple pero efectivo de interacción entre industria y enseñanza está incorporado en la calificación requerida de los profesores en las IESs. Cada profesor tiene que tener por lo menos cinco años de experiencia en la industria con cierto grado de responsabilidad o en un campo comparable, por lo que es capaz de “hablar el idioma” del sector privado. Otras dos modalidades de interacción sería la realización de los proyectos contratados o en cooperación y los cursos de formación específicos a los empleados de empresas.

■ **Los elementos y su interacción en el sistema nacional de innovación**

■ *Los subsistemas del SNI: una visión global*

Como se aprecia en el cuadro 2 diversos autores han definido los agentes que actúan en los sistemas de innovación siendo el núcleo común de componentes del sistema en los que coinciden la mayor parte de los autores: las empresas y las relaciones interempresariales y, en menor medida, los centros de enseñanza superior y los organismos de investigación vinculados a la Administración Pública. Otros elementos que sólo son tomados en consideración de forma aislada, aunque conviene recordar que todos ellos resultan complementarios entre sí y de hecho en nuestra propia división se les incluyen en el entorno del sistema de innovación, podrían ser la cultura, el nivel de sofisticación de la demanda o el sistema financiero.

Lundvall (1992), Patel/Pavitt (1994), Koschatzky (1997/2001) y la Fundación COTEC (1998) ofrecen una división basada básicamente en el tipo de agentes que participan en el sistema otros (Edquist y Jonson, 1997 y Radošević, 2004) ofrecen más bien una división funcional. A su vez Edquist y Johnson²⁷ señalan como componentes principales de un sistema de innovación, por un lado las organizaciones —o mejor dicho los agentes— del siste-

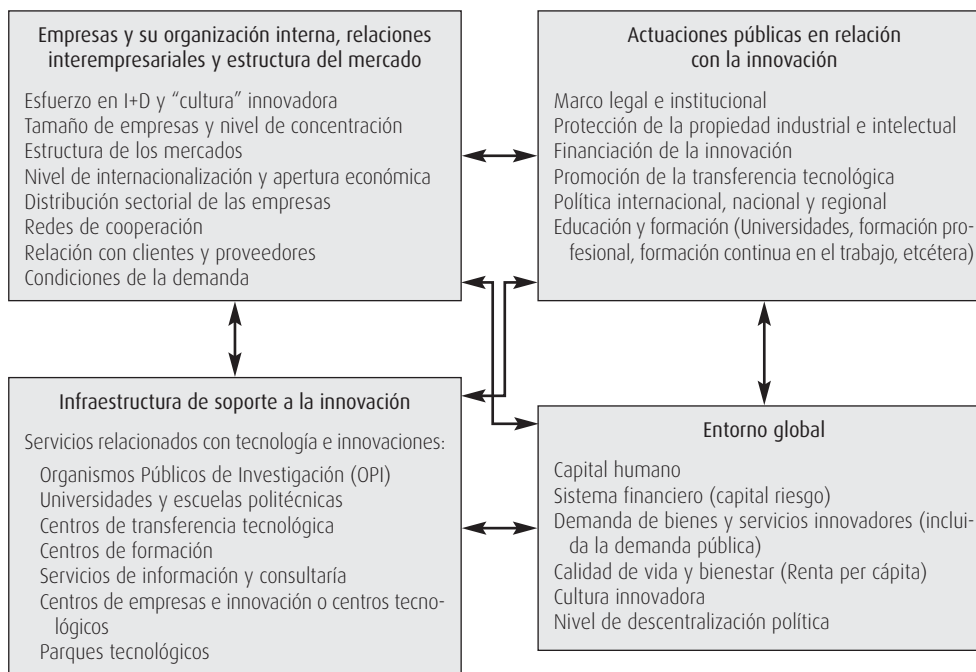
²⁷ Edquist y Johnson (1997, págs. 46-47) y Edquist (2005, págs. 186-188).

ma y, por otro, las instituciones que reflejarían las reglas del juego y las interacciones entre los componentes. De acuerdo con este autor las *organizaciones* serían estructuras formales con un objetivo explícito, que han sido creadas conscientemente, es decir, por los agentes o actores. Las organizaciones incluirían, por ejemplo, las empresas, las universidades, las asociaciones de capital riesgo y las agencias públicas de política de innovación. El papel de la organización con respecto al proceso de conocimiento puede estar relacionado con la producción de los conocimientos (por ejemplo, universidades), su distribución (por ejemplo, parques científicos) y la regulación del marco legal necesario para el buen funcionamiento del sistema de innovación (por ejemplo, comités o agencias que establecen estándares, las oficinas de patentes, etc.). Por su parte, las *instituciones* designan conjuntos de hábitos comunes, rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes que regulan las relaciones e interacciones entre individuos. Es decir, las reglas del juego para los agentes del SNI como la protección de la propiedad intelectual o las normas que rigen las relaciones entre las universidades y las empresas. Más recientemente, Radosevic (2004), en un trabajo acerca de los sistemas de innovación de Centroeuropa y la Europa del Este, ha diseñado un modelo multidimensional de la capacidad innovadora del SNI, definido por cinco componentes, a saber: la creación de conocimientos, la capacidad de absorción y adaptación de nuevas tecnologías, la capacidad de difusión, la demanda de productos tecnológicamente avanzados y —coordinando los cuatro elementos anteriores, a fin de producir efectos de sinergia y complementariedad— la capacidad (autonomía) de gobierno.

Nosotros proponemos dividir el SNI en cuatro subsistemas (véase esquema 1): las empresas con sus relaciones interempresariales y las estructuras del mercado; las actuaciones públicas en relación con la innovación y el desarrollo tecnológico (incluido el marco legal e institucional y la política tecnológica); la infraestructura pública y privada de soporte a la innovación; y el entorno nacional y regional. Las diferencias entre los países en la configuración de estos elementos son importantes y resultan decisivos para el funcionamiento del sistema nacional en su conjunto. Se supone que con respecto a estos subsistemas existen diferencias básicas en la experiencia histórica, el lenguaje y la cultura que aparecen reflejadas en las idiosincrasias nacionales. Además de la descripción de cada uno de los subsistemas, se ofrecerá también una discusión breve sobre la integración —causación acumulativa y sinergia— de sus distintos componentes. Respecto a este tema se resaltarán sobre todo la transferencia tecnológica y las relaciones más específicas entre algunos elementos del sistema (por ejemplo la integración del sistema educativo y el científico en relación con el sistema de producción).

El esquema 1 indica los principales componentes de estos cuatro subsistemas. En realidad, la frontera entre ellos es a veces difusa y existe cierto solapamiento entre los distintos ámbitos; por ejemplo, la infraestructura pública de soporte a la innovación forma parte

ESQUEMA 1
LOS DISTINTOS COMPONENTES DE UN SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN



de la política tecnológica. Es decir, no siempre resulta fácil clasificar cada uno de los factores o actores según los cuatro subsistemas aquí utilizados; no obstante, tal clasificación —igual que el concepto del sistema nacional y regional de innovación— resulta muy útil como esquema analítico para estudiar un tema tan complejo como la innovación.

Cabe resaltar que aquí manejamos un concepto de innovación muy amplio, lo que implica que el sistema no incluye sólo los agentes y factores directamente ligados a las actividades de investigación y desarrollo, sino también otros agentes o factores que influyen de forma indirecta sobre las actividades innovadoras. Estos aspectos —que forman en general parte del entorno global— son, entre otros, el sistema financiero y el capital riesgo, el sistema de educación o la demanda. Otro comentario respecto a nuestra división es que los criterios de clasificación se basan en el tipo de agentes u organizaciones según su papel o posición en el sistema y menos en su posición en el proceso innovador. En cada uno de los componentes o subsistemas se realizan la creación, difusión y utilización de nuevas tecnologías.

■ Las empresas, relaciones interempresariales y estructuras del mercado

De acuerdo con lo que tempranamente señaló Schumpeter en su teoría del desarrollo, las empresas innovadoras son aquellas que, bajo el impulso de los “capitanes de la industria” —esos “hombres de negocios independientes”, y también los “empleados de una compañía”, que “encuentran su gozo en la aventura” y para quienes “la ganancia pecuniaria es indudablemente una expresión muy exacta del éxito”²⁸—, introducen en el sistema económico las innovaciones de producto y proceso y las nuevas formas de organización y gestión. Por lo tanto, no cabe duda que la parte fundamental del sistema de innovación sean las empresas y las relaciones interempresariales. Las empresas son las responsables de la difusión última de las nuevas tecnologías en la sociedad. Son las empresas las que convierten las innovaciones en productos comercializados en el mercado, mientras que otros agentes sólo pueden facilitar o catalizar tal proceso. Las empresas están obligadas a innovar para poder resistir la presión competitiva y mantenerse operativas dentro del sistema.

Las innovaciones pueden ser el resultado de la adquisición de tecnologías a otros agentes mediante la compra de maquinaria, de derechos de explotación de patentes y de la contratación de servicios técnicos, o bien del desarrollo interno de actividades de creación de conocimiento. Por ello, para aproximarse al comportamiento general de este segmento del sistema de innovación, ha de aludirse a las variables que recogen las actividades empresariales de I+D, por una parte, y al gasto en innovación, por otra. Algunos de los principales aspectos que caracterizan el sistema de innovación empresarial son el porcentaje de empresas innovadoras que hay en el sistema productivo, su esfuerzo en I+D, su cultura innovadora o emprendedora y su especialización sectorial —especialmente respecto a los sectores de alta tecnología.

Se puede destacar que la naturaleza de la investigación en las empresas difiere sensiblemente de la que se aborda desde las instituciones científicas (recogido en este nuestro marco conceptual en el subsistema de Infraestructura de soporte a la innovación), pues mientras ésta se refiere al conocimiento abstracto, aquella se centra en la obtención de conocimientos concretos ligados a la producción. Como ha destacado Pavitt, la empresa combina “investigación y, más importante, desarrollo, pruebas, ingeniería de producción y experiencias operativas, acumula conocimientos sobre las diversas variables de un producto, y genera un conocimiento que no sólo es específico, sino en parte tácito, incodificable, y por tanto de difícil y costosa reproducción” (Pavitt, 1991, pág. 37). Aún así, las tecnologías en las que ese conocimiento se plasma se comportan, al menos en parte, como bienes públi-

²⁸ Los entrecomillados proceden de la obra de Schumpeter (1911, págs. 84, 85, 87, 102 y 103).

cos susceptibles de generar externalidades, lo que supone un problema de incentivos para la asignación de recursos a su obtención²⁹. Por ello, la investigación tecnológica suele estar sujeta a las condiciones en los otros subsistemas. Ya que requiere mantener el secreto en cuanto a la difusión de sus resultados, necesita asimismo de la existencia de instituciones —como el sistema de patentes o las leyes de protección de la propiedad intelectual— que preserven su apropiación por quienes los obtienen, y de la existencia de programas de ayudas públicas que complementen la financiación privada que las empresas destinan a su sostenimiento. Todo ello vincula esta parte del sistema con los demás elementos del sistema nacional de innovación.

Otros aspectos del sistema empresarial tienen también una influencia importante sobre las estrategias y el esfuerzo en innovación. Por ejemplo, el nivel de competencia. Las empresas resultan ser más innovadoras si están bajo la presión de competencia (Porter, 1990, 2000). Esta presión no sólo depende del nivel de rivalidad interna en el mercado nacional sino también, en gran medida, de la apertura de ese mercado a la competencia exterior y del nivel de internacionalización de las empresas. Resulta que las empresas que compiten en los mercados mundiales con rivales poderosos están obligadas a mejorar de forma continua sus productos o procesos de producción. El tamaño de las empresas y el nivel de concentración —o, dicho de otro modo la estructura del mercado— están directamente relacionado con la rivalidad. La competencia también está afectada por la cooperación entre las empresas. Incluso se podría indicar que en muchos casos, la cooperación es contra-productiva porque evita la rivalidad entre las empresas por ser las mejores (Porter, 1990).

Otro aspecto de este subsistema es el que alude al papel de los clientes y proveedores. Clientes locales sofisticados y exigentes con necesidades que se anticipan a las de otras regiones, promueven que las empresas busquen soluciones basadas en la innovación, creando así ventajas comparativas para el futuro. Respecto a los proveedores, las presiones para que compitan con otros en el mercado nacional y mundial son también factores inductores de conductas innovadoras. Por ello, es contraproducente para una empresa crear proveedores “cautivos” que sean totalmente dependientes de la industria nacional y se les impida servir a competidores extranjeros (Porter, 1990) y las empresas no tienen que limitarse a buscar proveedores solamente en su propio país. La existencia de sectores afines y proveedores nacionales que sean internacionalmente competitivos, ofrece muchas ventajas comparativas. Primero, debido a la obtención de *inputs* de forma temprana, rápida y algunas veces preferente, así como por el acceso fácil y la comunicación directa. Segundo, debido a la posible influencia sobre la dirección de la innovación mediante el intercambio continuo de ideas y

²⁹ Vid. Cohendet, *et al.* (1998) y Foray (1991).

de información privilegiada sobre los últimos desarrollos y las próximas innovaciones. Además, el desarrollo de los proveedores y empresas puede suponer un refuerzo mutuo si se busca la cooperación.

■ Infraestructura de soporte a la innovación

Por infraestructuras de soporte a la innovación se entiende el conjunto de entidades de muy diversa titularidad concebidas para realizar actividades de creación, desarrollo y difusión de la I+D+i. Facilitan además la actividad innovadora de todos los agentes del sistema, proporcionándoles medios materiales y humanos para su I+D, tantos propios como de terceros, expertos en tecnología, soluciones a problemas técnicos y de gestión, así como información y toda una gran variedad de servicios de naturaleza tecnológica. No resulta fácil dividir los agentes de este subsistema porque la mayoría de los agentes incluidos tiene en general dos funciones: realización de I+D+i y facilitar servicios avanzados de innovación. En la exposición que sigue se alude primero a los agentes cuya actividad principal está orientada a la investigación, aunque ofrecen también servicios avanzados de innovación.

La infraestructura de soporte a la innovación recoge el papel fundamental de la investigación científica, pues de ella depende en buena medida la delimitación de las fronteras del conocimiento y, con ellas, la gestación de las oportunidades tecnológicas que alumbran las posibilidades de la innovación en los sectores productivos. Asimismo, la investigación científica determina el horizonte de las ideas y teorías que, a través de la enseñanza superior, se transmiten a los profesionales formados por las Universidades, configurando así el segmento más valioso del capital humano disponible en la sociedad. La investigación científica tiene por finalidad la obtención de un conocimiento general, abstracto y no específicamente asociado a los problemas de la producción de bienes y servicios³⁰. La validación de ese conocimiento se sujeta a dos reglas básicas³¹: por una parte, la difusión pública y completa de sus resultados, de manera que puedan ser replicados y discutidos por la comunidad científica³²; y, por otra, la concesión a sus autores de la prioridad en el reconocimiento social de sus logros y, también, en la asignación de los derechos de propiedad intelectual que pudieran corresponderles³³. Desde la perspectiva económica, el respeto a estas reglas —que, en lo

³⁰ Para una discusión acerca de la caracterización del conocimiento científico, su diferenciación con respecto a la tecnología y su valor económico, vid. Pavitt (1991).

³¹ Una consideración histórico-institucional acerca de estas reglas de funcionamiento de la investigación científica, puede consultarse en Dasgupta y David (1987).

³² Vid. principalmente, Nelson (1959).

³³ Vid. Foray (1991).

fundamental, garantizan el libre acceso a su contenido— es estrictamente necesario para asegurar la eficiencia estática³⁴, así como para favorecer el aprovechamiento de las externalidades ligadas a la ciencia³⁵. Pero ello implica que los incentivos para que el sector privado destine recursos a este tipo de investigación serán mínimos y que, en consecuencia, deba ser el gobierno quien se ocupe de su financiación³⁶.

Desde una perspectiva institucional, la investigación científica se organiza en torno a ciertas instituciones dependientes de la Administración Pública —los Organismos Públicos de Investigación (OPI) entre los que se cuentan grandes organizaciones con unidades dedicadas al cultivo de las diferentes ramas de la ciencia, y pequeños o medianos institutos especializados, así como grupos de investigadores que compatibilizan sus tareas profesionales con las de carácter científico dentro de instituciones principalmente orientadas a los servicios públicos— y a las Universidades. Estas últimas forman parte del sistema científico, de manera que juegan un papel muy relevante en la indagación acerca de los nuevos conocimientos de naturaleza abstracta. Sin embargo, son también instituciones de enseñanza superior que desempeñan un papel esencial para la difusión de esos conocimientos entre los estudiantes y, por tanto, para la formación del capital humano que, una vez graduados aquellos, será empleado en las actividades de producción. Asimismo, las Universidades asumen la reproducción del sistema científico por medio de la formación de doctores en las diferentes ramas de la ciencia.

La segunda vertiente de la infraestructura de soporte a la innovación son los servicios avanzados a la innovación, incluyendo los centros de formación, centros tecnológicos, servicios de información y consulta, centros de innovación, parques tecnológicos, los centros de transferencia tecnológica. Aquí también se incluyen los servicios avanzados relacionados con la innovación ofrecidos por los organismos públicos de investigación, universidades y escuelas politécnicas. Unas cuantas iniciativas han sido desarrolladas por la Administración Pública en cooperación con las empresas, como por ejemplo los parques o centros tecnológicos.

La existencia de una buena infraestructura de soporte a la innovación resalta la importancia de la división del trabajo en este campo, lo que la convierte en un factor clave para poder atraer inversiones en I+D de otros países. La división del trabajo permite obtener ventajas de escala con respecto a ciertas actividades de I+D que requieran instalaciones caras (laboratorios, grandes instalaciones) y se utilizan poco por cada una de las empresas indi-

³⁴ Vid. Nelson (1959, págs. 149 y 150).

³⁵ Una discusión sobre este último punto se desarrolla en Pavitt (1991).

³⁶ Vid. Nelson (1959), Arrow (1962) y, para una revisión de los argumentos, Foray (1991).

viduales, especialmente en el caso de las PYMES. Además, permiten a las empresas disponer de especialistas en ciertos campos donde falta capacidad tecnológica interna o de alta complejidad. Por lo tanto, las empresas ubican sus actividades innovadoras en aquellas regiones donde pueden aprovecharse de una oferta de servicios relacionados con la innovación que complementan sus propios conocimientos y necesidades.

Como ya se ha dicho, en un sistema de innovación la interacción entre distintos agentes y factores es muy importante. La fuerza de las relaciones determina en qué medida el conocimiento generado por la parte común de la infraestructura se convierte en innovaciones aplicadas en el sistema productivo nacional o regional. La existencia de instituciones de transferencia tecnológica tiene que asegurar la difusión de innovaciones en el sistema. Por eso, la creación de instituciones *puente* que facilitan la interacción entre los distintos elementos del SNI resulta importante (Carlson, 1994). La ausencia de tales instituciones de interacción puede implicar que empresas de otros países o regiones consigan aprovecharse más rápidamente de las externalidades generadas que las empresas domésticas (Stern/Porter/Furman, 2000)³⁷. Por otro lado, la creación de tales infraestructuras no se puede forzar en una región donde no existe una demanda de servicios avanzados de innovación.

Barge (2006) resume muy bien el papel de las “organizaciones intensivas en conocimientos” en los sistemas de innovación. Primero, forman por sí mismas una parte creciente de un sector económico de servicios avanzados generando innovaciones, una demanda de empleo cualificado y ellas mismas se convierten en demandantes de servicios avanzados y de conocimientos. Además, su existencia sirve como un polo de atracción para nuevas inversiones —o su permanencia— en sectores de punta. Un segundo papel de las organizaciones intensivas en conocimientos, es su capacidad de agilizar la transferencia tecnológica y el aprendizaje del sistema en su conjunto. Los centros tecnológicos interactúan con un amplio abanico de agentes de forma simultánea (empresas, universidades) lo que les convierte en un núcleo de aprendizaje del sistema de innovación que absorbe las “mejores prácticas” de los agentes y transfiriéndolas a nuevos clientes. Por tanto las organizaciones intensivas en conocimientos: 1) reducen para sus clientes los costes y el riesgo de sus proyectos de innovación, 2) mejoran las habilidades y capacidades tecnológicas de sus clientes, 3) permiten a sus clientes conocer su posición en relación con otras organizaciones, 4) difunden los conocimientos de sus clientes al resto del sistema de innovación aumentando el poder dis-

³⁷ Por ejemplo las empresas de Alemania se aprovecharon de innovaciones químicas generadas por empresas inglesas; empresas japonesas han introducido el “fax” originalmente desarrollado en Alemania y han comercializado la tecnología VCR generada en EE.UU. (Rosenbloom y Cusumano, 1987).

tributivo del conocimiento (diseminación de conocimientos e información), 5) transforman las demandas y necesidades latentes en actividades explícitas traduciendo los problemas de las empresas en soluciones técnicas y favoreciendo de esta forma la innovación, 6) realizan una labor de intermediación entre oferta y demanda en el mercado de conocimientos, 7) contribuyen a la formación de capital humano tanto a través de su propio personal como mediante los cursos de formación que imparten, 8) y debido a sus posibles actividades internacionales de creación, difusión y búsqueda de tecnologías, contribuyen al acceso a fuentes externas al sistema nacional de innovación.

En definitiva, las organizaciones intensivas en conocimientos son, debido al alto nivel de conectividad con los demás agentes del sistema de innovación, catalizadores que contribuyen a poner en funcionamiento e incrementar las potencialidades de innovación existentes en el territorio (Barge, 2006). Por todo ello, la infraestructura tecnológica resulta ser muy importante y la administración pública debería enfocar parte de sus actuaciones hacia la mejora de su articulación (véanse entre otros Reich, 1991; Fransman, 1997; Metcalfe, 1997).

El enfoque geográfico del concepto de Sistema Nacional de Innovación se observa muy bien en el papel de la infraestructura tecnológica. La región y la proximidad resultan ser factores fundamentales para las actividades innovadoras. La concentración regional de las actividades innovadoras genera sinergias y un proceso de aprendizaje colectivo. La presencia de instituciones que apoyan tales actividades (como centros tecnológicos, instituciones públicas de I+D, consultores técnicos, parques tecnológicos, agentes financieros con capital riesgo) y permite la división del trabajo, resulta ser una condición elemental para asegurar la aceleración de la transferencia tecnológica y la interacción entre los distintos agentes del sistema. Todo eso indica que un aspecto muy importante de la intervención pública es la creación o la mejora de la infraestructura tecnológica pública.

■ **Actuaciones públicas en relación con la innovación y el desarrollo tecnológico**

Quizá la influencia más directa de la Administración Pública sobre el sistema de innovación se deriva de la política de I+D+i. Esta política se puede definir como la intervención gubernamental en el proceso económico con la intención de afectar al proceso de innovación tecnológica (Stoneman, 1987, pág. 4). Tal definición excluye aquellas medidas públicas que afectan al proceso de innovación pero no de forma intencionada. No habría que olvidar que existe un gran solapamiento entre la política industrial y la política tecnológica, pues esta última forma parte muchas veces de la primera, aunque en otras ocasiones tiene un ámbito mucho más amplio.

El difícil equilibrio entre los incentivos para invertir en la innovación (basados por un lado, en los beneficios a partir de monopolios temporales obtenidos debido a la innovación, y por otro, en la presión de la competencia debida a la imitación) es un aspecto muy significativo que, junto con otros fallos del mercado, resultan determinantes importantes del nivel innovador de un país. Especialmente en este aspecto, el Estado puede jugar un papel relevante dictando normas legales y prestando apoyo financiero a la I+D.

Aunque existen muchos estudios sobre la eficacia de las políticas basadas en ayudas financieras y sobre su justificación teórica, no se entrará aquí en este debate³⁸. No obstante conviene destacar el papel subsidiario que tiene la Administración Pública con respecto al desarrollo tecnológico. Como ya se ha mencionado, la característica principal del sistema de innovación es la interdependencia entre sus elementos y ello implica que la intervención pública solamente puede ejercer una influencia determinada por la contingencia de los demás elementos del sistema. Este hecho simple pero fundamental tendría que inyectar una nota de realismo en el debate sobre la transferibilidad del modelo de unas regiones hacia otras (Cooke y Morgan, 1994). Los políticos tienen que tener muy claro que los límites y posibilidades para la política tecnológica se determinan por las capacidades y el nivel tecnológico y empresarial actuales de las empresas, regiones o Estados. Una región de alta tecnología no se puede crear sin la participación de las empresas que, de hecho, forman el núcleo central del sistema productivo y del sistema de innovación por ser los agentes que generan o aplican las innovaciones económicamente útiles.

La Administración juega —de forma directa e indirecta— un papel no despreciable en el desarrollo del sistema de innovación. El sector público como agente financiero y propietario de una parte del sistema científico ejerce su influencia sobre la dirección y amplitud de las actividades de innovación. Además, dispone de dos vías adicionales para influir en el sistema. Por una parte, como usuario de las tecnologías —mediante la demanda pública— puede imponer ciertas actividades innovadoras exigiendo productos de alto nivel de prestaciones y de calidad. Y, por otra, mediante la regulación y la adaptación del marco jurídico a las necesidades y particularidades de las actividades innovadoras y del sistema. Así el gobierno puede regular las características de los productos que se venden en el mercado imponiendo o incitando de esta forma ciertas actividades innovadoras. Tal es el caso de las normas de seguridad, calidad, y estandarización de productos, la regulación de la protección de medioambiente y la política de competencia. Igualmente el Estado asegura a las empresas el aprovechamiento de sus esfuerzos en I+D protegiendo los resultados de las actividades innovadoras. Tal protección jurídica, como puede ser la legislación referente a la propiedad

³⁸ Para una revisión de esta literatura véase Heijs 2000.

industrial e intelectual (patentes, marcas, derechos de autor) es sobre todo importante si las innovaciones corresponden a las características del modelo lineal de innovación, o dicho de otro modo, si el resultado de la innovación se corresponde sobre todo al concepto de “información”.

Otro aspecto del sistema nacional y regional de innovación donde la Administración Pública tiene un papel central es la educación y formación, siendo éste un elemento extremadamente importante (Lundvall, 1992; Romer, 2000; Porter, 1990, 2000) que se analiza en el siguiente epígrafe.

Un último aspecto de las actuaciones públicas en relación con la innovación y el desarrollo tecnológico sería el apoyo financiero a las actividades innovadoras empresariales. El alto riesgo relacionado con las actividades innovadoras y con la comercialización de sus resultados, junto a la escasez de capital riesgo en la mayoría de los países europeos, implica que la financiación de la innovación es un problema generalizado. Debido a ello, todos los Estados de los países económicamente más avanzados han adoptado medidas destinadas a proveer recursos financieros a las empresas innovadoras.

■ Entorno global

Bajo la noción de entorno global se incluyen aquellos aspectos que de forma indirecta influyen sobre la capacidad tecnológica de una empresa o región. Se trata, entre otros, del sistema educativo y de las cualidades del capital humano, el sistema financiero (capital riesgo), el grado de exigencia de los demandantes de bienes y servicios, la cultura y el nivel de vida.

El capital humano y, por lo tanto, el sistema de educación y su adecuación al sistema productivo resulta un factor muy importante para definir la capacidad innovadora de una región (OECD-TEP, 1988; Lucas, 1988; Romer, 1990; Porter, 1990, 2000). El nivel de actividad innovadora desarrollada por una economía dependerá en última instancia del número de personas cualificadas que se pueden dedicar a la producción de nuevas tecnologías (Porter, 2000). La educación resulta ser un mecanismo importante para la transferencia tecnológica e influye de forma decisiva sobre las cualidades del capital humano. No hay que olvidar que la innovación está basada en la acumulación de conocimientos tácitos incorporados en las personas y difícilmente codificables. Si no existe una oferta de investigadores e ingenieros bien cualificados será difícil atraer a las actividades innovadoras y, por lo tanto habrá que promover su formación (Romer, 2000). La educación como forma de creación de competencias, no sólo se realiza en escuelas y universidades, sino que también incluye la formación de los

empleados en las empresas tanto mediante cursos específicos, como a través de la acumulación de experiencia durante el trabajo cotidiano.

Como ya se ha comentado, un aspecto importante del proceso de la interacción entre los elementos del sistema nacional y regional de innovación es la integración entre la ciencia, las instituciones de enseñanza superior y la industria. A pesar de que la contribución más relevante de estas instituciones para el desarrollo tecnológico es tradicionalmente la preparación de capital humano, tienen también un papel fundamental en la transferencia de tecnología.

Otro aspecto que se considera componente del entorno del sistema de innovación es el sistema financiero. La capacidad de innovación de un país o región depende en gran medida de la financiación de la innovación. La carencia de recursos financieros es el obstáculo a la innovación más citado por las empresas, independiente de su tamaño, en todos los países europeos y prácticamente en todos los sectores (CE, 1996). Los riesgos, los altos costes y la difícil apropiabilidad de los resultados relacionados con las actividades innovadoras, convierten su financiación en un problema relevante. En muchos casos, un proyecto fallido puede poner en peligro la supervivencia de una empresa. El éxito de un proyecto no depende sólo de su acierto tecnológico —especialmente en el caso de la I+D básica, difícil de asegurar— sino también de su comercialización en el mercado³⁹.

Parece que el sistema estadounidense ofrece un entorno financiero con mayor accesibilidad al capital riesgo que en los países europeos donde las entidades financieras son más conservadoras y exigen más seguridad a largo plazo. Con relación a este asunto, debe aludirse también a la estructura de la propiedad de las empresas. Por ejemplo, en Alemania y Suiza las empresas grandes son, en muchos de los casos, propiedad de los bancos y fondos de pensiones que persiguen beneficios a largo plazo, apostando por sectores maduros donde el desarrollo se basa en una I+D permanente y de carácter incremental, aceptando una esperanza de rentabilidad menor. En EE.UU. las empresas son propiedad de inversores privados y existe mucho capital riesgo. Estos inversores exigen beneficios altos y a corto plazo apostando más bien en sectores nuevos como la biotecnología (Porter, 1990).

Finalmente, en los mercados interiores de bienes y servicios, la demanda puede ejercer un efecto dinamizador en el sistema de innovación, de manera que sus exigencias influyen de forma directa sobre el comportamiento innovador de las empresas (Abernathy *et al.*, 1979;

³⁹ Por ejemplo, en ciertos casos dos o más empresas persiguen un mismo producto y solamente quien lo desarrolla primero obtiene la patente y se lleva el total de los beneficios, mientras los demás tendrán pérdidas. Sobre la carrera por las patentes, véanse Barzel, 1968; Dasgupta/Stiglitz, 1980; Dixit, 1988.

Von Hippel, 1988; Rosenberg, 1993; Porter, 1990). Por un lado, la demanda de los consumidores puede ser sofisticada y exigir productos de alto nivel tecnológico, por otro lado, la demanda pública también ha sido utilizado como un instrumento para promover la innovación en las empresas.

Sólo se han destacado alguno de los aspectos del entorno considerados como más importantes. Existen más aspectos no tratados aquí. Incluso existen actividades o elementos fuera del sistema de innovación que interactúan con él y que influyen sobre sus componentes. Es el caso de algunos aspectos del marco legal de un país. No se trata de aquellas medidas legales específicamente diseñadas para promover la innovación, sino de las leyes generales. Por ejemplo, las normas y la regulación de la calidad y seguridad de los productos o sobre la protección medioambiental pueden obligar o presionar a las empresas a iniciar una actividad continuada de innovación y mejora de su oferta. El hecho que Alemania y Holanda fueron los primeros en diseñar una política exigente en temas de medioambiente ha generado un amplio número de innovaciones al respecto promoviendo una nueva industria de alta tecnología y líder mundial.

■ 1.4. TIPOLOGÍA DE SISTEMAS DE INNOVACIÓN: UNA APROXIMACIÓN TEÓRICA

Como se ha ido comentando, la lógica interna de los sistemas de innovación nacionales y regionales implica que lo que determina su fuerza y vitalidad no es solamente la suma total de los elementos y actores que los constituyen, sino el resultado —holístico— de las interacciones e interdependencias dentro de ellos. Esto quiere decir que el impacto de un cierto instrumento de política depende en gran medida de las restricciones o precondiciones del propio sistema regional o nacional de innovación. No todos los países o regiones se pueden convertir en una región de excelencia y de alta tecnología; y no para todos los países y sus regiones los distintos instrumentos de la política tecnológica resultan igualmente adecuados.

Los diversos países o regiones cumplen distintas funciones dentro del sistema nacional e internacional de innovación o de producción. Según Koschatzky (2000) existen dos tipos; el primero corresponde a las regiones y países centrales que son el corazón del sistema nacional e internacional de innovación y el segundo incluye aquellas regiones cuyo desarrollo se basa en una función complementaria en apoyo a las regiones centrales o en la explotación de los recursos endógenos. La innovación a nivel regional y la política tecnológica pueden contribuir al desarrollo regional y al proceso de cohesión, pero no siempre. Las medidas políticas solamente tienen sentido si la región tiene un nivel mínimo o una masa crítica de

tecnología y empresas innovadoras en combinación con un cierto potencial de infraestructura tecnológica. Por lo tanto, puede existir un tercer tipo de regiones donde la utilidad de la política tecnológica resulta mínima debido a un punto de partida, en términos de innovación, muy pobre.

La mayoría de las tipologías o clasificaciones de regiones están basadas, sobre todo, en la especialización sectorial del sistema productivo. No cabe duda de que existe una relación alta entre tal especialización y las actividades innovadoras de una región⁴⁰, pero una tipología de sistemas de innovación tiene que tener en cuenta sobre todo las diferencias en actividades innovadoras. En el esquema 2 se presenta una clasificación basada, por un lado, en las actividades innovadoras que se realizan en la región y, por otro, en la especialización productiva.

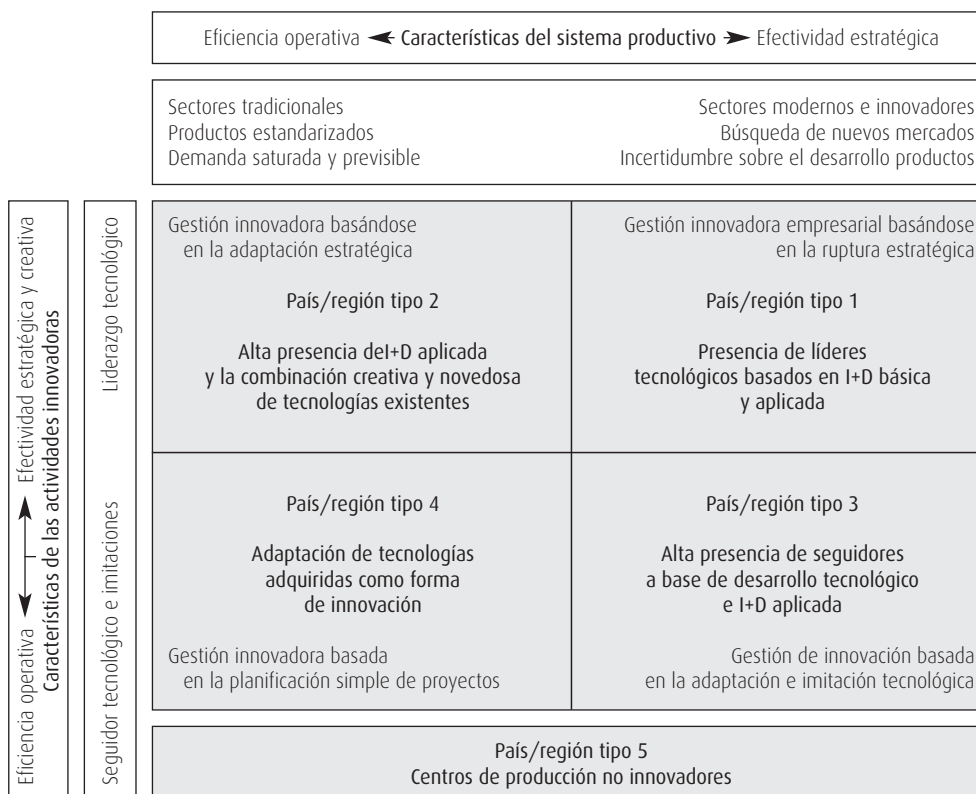
Este esquema distingue analíticamente cinco tipos de regiones que pueden servir como base para estudiar de forma más nítida las restricciones que limitan el uso de los instrumentos de la política tecnológica⁴¹. Primero, las regiones *high-tech*, que se caracterizan por ser centros innovadores de excelencia a nivel mundial con relaciones múltiples internacionales. En estas regiones se ubican empresas multinacionales cuyas actividades innovadoras corresponde al modelo de globalización. En ellas se da la generación de nuevos conocimientos que determinan la frontera tecnológica y existe una infraestructura tecnológica excelente con relaciones de cooperación internacionales, un alto nivel de integración entre los elementos del sistema (cooperación, aprendizaje mutuo y colectivo, integración entre ciencia —industria— administración pública), una buena cultura empresarial y se dispone de capital riesgo.

El segundo y el tercer tipo lo forman las regiones centrales de los países desarrollados que están integradas en las redes internacionales de innovación. Estas regiones son localizaciones nacionales importantes de innovación donde se encuentran las sedes centrales de muchas empresas nacionales y multinacionales. Las del segundo tipo son las regiones altamente innovadoras con un sistema de innovación bien definido y un gran número de empresas implicadas; y las del tercer tipo, en cambio, tienen un sistema de innovación más bien pobre que depende de un conjunto pequeño de empresas innovadoras. La diferencia entre

⁴⁰ De hecho existen agregaciones sectoriales basadas en las características innovadoras de los sectores. La más conocida es la agregación sectorial propuesta por primera vez por Pavitt (1984) y revisada por Archibugi, *et al.* (1991): Productores de bienes de consumo tradicionales (CNAE 15- 22, 26, 36, 37), Proveedores tradicionales de bienes intermedios (CNAE; 27 28), Proveedores especializados en bienes intermedios y de equipo (CNAE; 25, 29, 33), Sectores intensivos en escala y de ensamblaje (CNAE; 30-32, 34, 35 —excepto 35.3—), Sectores basados en la ciencia con innovaciones basadas en la I+D básica (CNAE; 24 y 35.3).

⁴¹ Esta identificación es una adaptación de Koschatzky (2000) que distingue entre tres tipos de regiones.

ESQUEMA 2
TIPOLOGÍA DE REGIONES O PAÍSES BASADA EN LAS CARACTERÍSTICAS SECTORIALES Y LAS ACTIVIDADES INNOVADORAS EMPRESARIALES



Tomado de Heijs, 2001.

ambas no siempre está muy clara. Las dos tienen un sistema de producción e innovación complejo con un alto nivel innovador en las empresas, cierta excelencia con respecto al desarrollo de tecnologías y cierto nivel de integración entre ciencia —industria— administración pública. También en estas regiones la innovación se considera un factor importante pero, en este caso, está sobre todo dirigida u orientada hacia el desarrollo de productos y procesos de producción. Dicho de otro modo, en estas regiones la innovación se obtiene mediante una I+D aplicada y el proceso de aprendizaje está directamente relacionado con el proceso de conversión de conocimientos o innovaciones en productos comercializables. La diferencia entre los dos tipos se basa en la estrategia innovadora de las empresas. Las regiones (o países) del

tipo dos contienen empresas líderes en el desarrollo de productos o procesos de producción basado en nuevas combinaciones creativas de innovaciones recientes, mientras que las empresas ubicadas en regiones o países del tipo tres basan sus actividades innovadoras más bien en mejoras incrementales o la imitación y adaptación de las tecnologías existentes desarrolladas en las regiones tipo uno o dos.

El cuarto tipo recoge las regiones o países con un sistema de innovación subdesarrollado o retrasado. Ejemplos podrían ser las regiones de industria tradicional o regiones en transición. Una característica común es su base industrial, su especialización en unas pocas industrias altamente relacionadas (*clusters* o distritos industriales) y la presencia de muchas empresas pequeñas y medianas, con pocas empresas grandes y dominantes. La base innovadora consiste en conocimientos altamente codificados y tecnologías estandarizadas, dirigidos hacia sectores con un proceso de producción y estructuras de mercado estancados. Las actividades innovadoras y de producción de estas regiones apenas generan ya externalidades. El quinto tipo, finalmente, incluye aquellas regiones en que se da la ausencia de un sistema regional de innovación. En estas regiones o países, con un bajo nivel de industrialización o con centros de producción que trabajan para empresas de fuera de la región, se realizan actividades innovadoras de muy bajo nivel o muy específicas no relacionadas con el sistema productivo.

Las diferencias entre los cinco tipos de regiones se establecen con respecto a la orientación innovadora de las empresas, el sistema productivo e industrial y la demanda de productos innovadores. Estas diferencias a su vez influyen sobre el tipo de actividades innovadoras que en cada caso tendrían que promover los poderes públicos (generación de innovación, I+D aplicada, desarrollo tecnológico o transferencia tecnológica).

Dicho de otro modo, para cada región el punto de partida —respecto a su sistema de innovación— es diferente y ello tiene que ser tenido en cuenta al diseñar las políticas tecnológicas regionales. Las diferencias que existen en las condiciones nacionales y regionales implica que no se pueden copiar simplemente las políticas exitosas en regiones de tipo uno o dos e implantarlas en regiones con sistemas de innovación subdesarrollados, ya que no resultan ser las más adecuadas (Heijs, 1998; Bross/Heijs, 1999). Esto no quiere decir que no se puedan usar ciertos elementos o experiencias de otros sistemas, sin embargo, su aplicación debe tener en cuenta las condiciones locales y las restricciones existentes en los sistemas de innovación, al mismo tiempo que debe intentar mejorarlos.

Igual que la fuerza de una cadena depende de su eslabón más débil, cualquier sistema donde los elementos interactúan y son interdependientes está constreñido, en gran

medida, por sus componentes menos desarrollados. Esto implica, por un lado, que habrá que desarrollar de forma simultánea todos sus elementos (agentes y factores); y, por otro, que un sistema de innovación muy débil no se puede reforzar desde fuera estimulando un sólo componente. Habría, por tanto, que mejorar de forma equilibrada el conjunto de los elementos del sistema y asegurarse que las actividades tecnológicas implantadas están relacionadas con el sistema productivo regional. Si la política no está relacionada con el sistema productivo, su aportación sería más bien simbólica y no contribuiría a la mejora real del sistema regional de innovación. Incluso puede ser contraproducente ya que puede generar el *desvío* de los talentos intelectuales (estudiantes, becarios e investigadores) desde sectores directamente relacionados con el sistema productivo hacia sectores no productivos (Bross/Heijs, 1999).

Respecto a la tipología de las regiones se puede destacar que España no tiene ninguna región tipo uno o dos⁴². La mayoría de las regiones se puede clasificar en el grupo cuatro o cinco y, por lo tanto, las políticas tecnológicas en España deber tener como objetivo la creación de sus propios sistemas regionales de innovación. Los países con sistemas tecnológicos más desarrollados tienen que intensificar las actividades innovadoras existentes de sus empresas, mientras que los países con lagunas tecnológicas necesitan desarrollar instrumentos que inciten a las empresas en el desarrollo de actividades de I+D y que intensifiquen la difusión del conocimiento e innovación como instrumento para incrementar la competitividad⁴³. Los países como España deberían estar preocupados sobre todo por la transferencia de tecnología.

■ 1.5. DESAFÍOS, LOGROS Y DEBILIDADES DEL CONCEPTO DE SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN

■ Los logros del SNI

La utilidad del marco conceptual expuesto en los anteriores epígrafes se muestra a partir del amplio número de estudios realizados. Según Patel y Pavitt⁴⁴ el concepto de SNI

⁴² Aunque existen en España empresas —o quizás incluso *clusters* de empresas— que se podrían considerar de tipo dos, hay que tener en cuenta que las regiones se clasifican según el tipo de empresa dominante.

⁴³ Las empresas que participan en los programas españoles de promoción de la innovación son empresas, en general, con un alto nivel innovador, llevando a cabo estas actividades con regularidad lo que implica que las ayudas existentes profundizan la I+D de empresas innovadoras pero no amplían el conjunto de las empresas que realizan actividades de I+D (Heijs, 1999, 2000).

⁴⁴ Patel, P. y Pavitt, K. (1994).

ha hecho visible la naturaleza y determinantes de los aspectos tácitos y los incentivos e inversiones intangibles en la innovación⁴⁵, incluyendo el aprendizaje tecnológico, la variedad de instituciones implicadas y las relaciones entre los agentes y elementos del sistema.

El enfoque geográfico “nacional” parece, a pesar del proceso de globalización a nivel internacional y la descentralización política en muchos países, muy acertado. Primero, porque entre los países existen tanto diferencias culturales, lingüísticas y sociales como diferencias en la configuración y el comportamiento de la red de organizaciones e instituciones. Además, como muestran los estudios empíricos (véase entre otros Archibugi y Michie, 1995; Cantwell, 1995 y Patel, 1995) a pesar de la globalización, el nivel nacional sigue siendo importante para muchas actividades de innovación y las actividades innovadoras estratégicas para la empresa multinacional se siguen realizando en gran parte en los países de origen. El enfoque de los sistemas regionales de innovación se puede considerar como complementario. Aunque no cabe duda que la proximidad y las instituciones regionales específicas resultan importantes, se da el caso de que las regiones están ancladas en el sistema legal-político a nivel central que limita en menor o mayor medida sus actuaciones.

Los logros del marco conceptual recogido en el Sistema Nacional de Innovación se puede resumir, según Edquist (2005) en siete aspectos. Un primer logro de este marco conceptual es que sitúa la innovación y el aprendizaje en el centro del análisis. Innovación no sólo se considera como la creación de nuevos conocimientos, sino que un papel muy importante lo desempeñan las nuevas combinaciones a partir de conocimientos existentes y su conversión en productos o procesos económicamente comercializables y preferentemente rentables. El aprendizaje formal en el sistema de educación o debido a la experiencia cotidiana en el trabajo —*learning by doing it*⁴⁶—, es una fuente de innovación que aumenta la eficiencia y la productividad, convirtiendo actividades complejas y difíciles en rutinas cotidianas, y en las que participan todos los agentes (investigadores, vendedores, ingenieros, obreros de producción, clientes) de una empresa o sistema de innovación.

Un segundo logro importante del SNI es su enfoque holístico e interdisciplinar. Holístico porque trata de englobar de forma simultánea a todos los determinantes importantes de la innovación y la sinergia que se genera debido a su interacción. E interdisciplinar, ya que se toman en cuenta factores no sólo económicos, sino también institucionales, organizacionales,

⁴⁵ De hecho el Banco Mundial considera las inversiones intangibles en la acumulación de conocimientos como más decisivo para el desarrollo económico en comparación con la inversión en capital físico, que se esperaban anteriormente (World Bank, 1991, págs. 33-35).

⁴⁶ Arrow, 1962.

sociales y políticos. Es decir, no se limita al estudio de las actividades de I+D en términos estrictos, sino que maneja un enfoque amplio de los posibles determinantes e incentivos a la innovación incluyendo un análisis del entorno global en que se realizan estas actividades. Acentúa que todos los elementos del sistema están en menor o mayor medida interrelacionados aunque, al mismo tiempo admite que se divide el SNI en subsistemas para agilizar y facilitar el estudio de ciertos aspectos.

Otro fruto del SNI sería su perspectiva histórica, que se justifica por el hecho de que las innovaciones se desarrollan a lo largo del tiempo (proceso acumulativo). La especialización hacia ciertos sectores o campos tecnológicos a nivel de un país o región no es un proceso aleatorio sino que depende mucho del desarrollo específico o de ciertas decisiones (políticas o privadas) adoptadas en el pasado que empujan el sistema productivo y de innovación en cierta dirección. Esta especialización depende mucho del desarrollo histórico del mercado doméstico con un impacto a largo plazo. Además, las empresas innovan dentro del contexto de las leyes, medidas, regulaciones, hábitos culturales y políticos, establecidos en el pasado, que limitan las posibles opciones y su capacidad de reacción en el futuro. Lo que implica que las innovaciones, organizaciones e instituciones, tecnologías, regiones e incluso países son dependientes del camino recorrido (“path dependency”) que conlleva también ciertos peligros. Por ejemplo, un cambio en la orientación innovadora en ciertos campos tecnológicos o sectores pueden dejar obsoleta la actividad de ciertas empresas o incluso países o regiones. Esto ocurre sobre todo en el caso de regiones o países con una estructura productiva especializada en uno o algunos pocos sectores altamente relacionados.

El cuarto logro del concepto de SNI y uno de sus elementos más importantes, es su énfasis en la interdependencia e interacción —inherente en la idea de sistema y al enfoque holístico— y una visión no lineal del proceso de innovación. La innovación no sólo se genera a partir de la creatividad e iniciativa de investigadores individuales sino que la interacción debe asegurar el proceso de aprendizaje colectivo y las sinergias llegando a un nivel innovador superior a la suma de las actividades individuales de los agentes del sistema. Además, la interacción y difusión sirven para mejorar el reconocimiento de oportunidades para el uso de los nuevos inventos y las posibles nuevas combinaciones de inventos o innovaciones existentes (Lundvall, pág. 221).

El proceso de innovación no es una caja negra que, a partir de una cierta cantidad de gastos en I+D, genera automáticamente una determinada cantidad de “nuevas tecnologías”, como se podría derivar del modelo lineal. La innovación es un proceso no lineal donde la participación, el comportamiento interactivo y el aprendizaje colectivo se basan en retroalimentaciones continuas que influyen sobre el resultado final (modelo interactivo del cambio

tecnológico). Este enfoque de un sistema complejo es un logro importante, pero también implica un desafío ya que dificulta el estudio de los SNI. Resulta extremadamente difícil analizar de forma simultánea todos los aspectos y agentes en un solo modelo formal.

El reconocimiento de las diferencias existentes de unos sistemas de innovación a otros y de la inexistencia de un sistema óptimo sería otro logro mencionado por Edquist (1992; 2005). El papel y actividades de organizaciones aparentemente iguales, son muy distintos debido a las diferencias del contexto social, económico o legal. Cada país tiene su propia evolución institucional que influye mucho sobre su capacidad de innovar y de promover cambios, en resumen sobre la vitalidad de su sistema nacional de innovación. Por lo tanto no existe un SNI óptimo ni soluciones óptimas para ciertos problemas o barreras a la innovación, por lo que el diseño de las políticas de promoción de la innovación deben estar diseñadas para su aplicación al contexto de un país o región concreto.

El séptimo elemento que destaca Edquist como una ventaja del concepto SNI es que casi todos los autores de esta “teoría” otorgan un papel central a las instituciones. Aunque, como él mismo reconoce, el problema es que no existe un acuerdo sobre la definición exacta de este concepto. Se incluyen estructuras y costumbres normativas, rutinas y tradiciones en las formas de comportamiento e interacción en una sociedad y el sistema económico, incluso algunos autores incluyen aquí ciertas organizaciones.

A partir del trabajo de Lundvall *et al.* (2002), se puede añadir como otro logro destacable la importancia renovada de la dimensión política del concepto sistema nacional de innovación. El concepto del SNI es pragmático y los estudios comparativos sobre sistemas nacionales de innovación pueden generar un proceso de aprendizaje mutuo.

■ Problemas, debilidades y desafíos del SNI

También se pueden señalar algunas lagunas o problemas del marco conceptual que recoge el sistema nacional de innovación. Como se acaba de explicar, a partir del concepto de “instituciones” no existe en la literatura un acuerdo implícito sobre los términos recogidos y algunos autores refieren con el mismo término a aspectos distintos e imprecisos. Esto se debe a que el marco conceptual del SNI todavía es joven y debe desarrollarse para llegar desde un marco conceptual a una teoría. Ya que es un marco conceptual relativamente nuevo e intuitivo, tampoco se han llegado a un acuerdo sobre los límites del sistema. De hecho no existe un acuerdo sobre la conveniencia de desarrollar la base teórica del enfoque —para poder competir con otras teorías y poder contrastar hipótesis mediante modelos más

complejos— o mantener el marco “abierto y flexible” lo que permite ajustar de forma continúa los conceptos a los cambios y la evolución histórica de los sistemas de innovación⁴⁷.

Otro problema, según Edquist (2005), es que se han realizado muy pocos estudios que realmente han utilizado el concepto de SNI como metodología analítica, ni tampoco se han definido hipótesis que se puedan contrastar. En general los estudios analizan algún aspecto de forma aislada utilizando la palabra SNI como una etiqueta. Parte de la culpa la tiene el propio marco conceptual del SNI que se presenta, en general, de forma muy ambigua sin especificar los distintos conceptos. Para convertir el marco conceptual del SNI en una teoría, se deben definir conceptos claros para que se pueda identificar la correspondencia empírica a construcciones teóricas, es decir, para contrastar hipótesis. La perspectiva del sistema nacional de innovación ha generado muchos estudios empíricos, pero todos ellos recogen o analizan unos pocos aspectos sin que se hayan podido modelizar en su conjunto, teniendo en cuenta de forma simultánea todos sus elementos y sus interacciones. Por ello, el enfoque de Sistema de Innovación debe considerarse un marco conceptual en lugar de una teoría (Edquist, 2005). Convertirlo en una teoría basada en hipótesis y modelos formales sería de hecho un trabajo muy complejo y laborioso, siendo éste uno de los desafíos de este enfoque (Lundvall *et al.*, 2002).

Los principales objetivos del estudio de los SNI son, según Edquist (2005), el descubrimiento de los determinantes del proceso de innovación y ofrecer ideas para el diseño de posibles políticas que permitan mejorar su eficacia y eficiencia. Respecto a las políticas de promoción de la innovación se han realizado muchos estudios tanto a nivel nacional como estudios comparativos en búsqueda de las “mejores prácticas”, pero resulta que la aplicación de medidas para crear un sistema de innovación, nacional o regional, no son tan fáciles. Primero, los conocimientos sobre las relaciones causa-efecto y sobre los determinantes de la innovación todavía no están muy claros. Además, como argumenta Edquist (1997, pág. 20), “...la noción de optimización está ausente de los enfoques de sistemas de innovación. Por lo tanto, no son posibles las comparaciones entre un sistema existente y un sistema ideal”. De hecho, postular la posibilidad de un diseño óptimo para SNIs implicaría la eliminación de la diversidad, una de las características principales del enfoque. Ahora bien, descartar el “sistema ideal” no significa que el concepto no tenga relación con lo que es “bueno” o “malo”. Es a partir de esta noción de *best practices* donde debe avanzarse hacia el diseño de políticas. Segundo, los estudios empíricos existentes se han analizado básicamente a partir de los

⁴⁷ Por su parte, Lundvall afirma al respecto que “el concepto de [Sistema de Innovación] no debería ser objeto de una *sobreteorización* [overtheorized] sino permanecer un concepto inductivo”, aunque en otro lugar señala la conveniencia de reforzar la base teórica del mismo. Cf. Edquist (2005, pág. 186 y 204, nota 9).

sistemas de innovación en los países más avanzados y de mayor nivel de bienestar (Lundvall *et al.*, 2002; Edquist, 2005). Tercero, se podría discutir la etiqueta “nacional” en el caso de los países desarrollados. Como indican Arocena y Sutz (2006): “Teniendo en cuenta la baja inversión en I+D, la baja utilización de instituciones de conocimientos locales, la alta dependencia de ciencia y tecnología incorporada proveniente del extranjero, y, por otra parte, la sustantiva importancia de la inversión extranjera directa por parte de corporaciones multinacionales: ¿cuán nacionales son entonces los Sistemas Nacionales de Innovación en América Latina?”. Por todo ello, se requieren más estudios en los países en desarrollo. Especialmente en estos países será difícil de configurar un sistema de innovación eficaz. La división del trabajo, como ya indicó Adam Smith (1937/1776) está limitada por el tamaño del mercado doméstico⁴⁸, por lo que un desarrollo de un sistema nacional de innovación en países poco desarrollados resulta difícil. Para poder dividir el trabajo en el campo innovador debe existir una demanda para la compra de innovación o de la adquisición de servicios ligados a la innovación como la medición, control de calidad y desarrollo de ciertos componentes para productos complejos. Para mejorar la utilidad del concepto de SNI para el diseño de políticas, Edquist (2005) sugiere la realización de estudios de casos sobre innovaciones específicas o categorías limitadas de innovaciones y estudios comparativos sobre los determinantes.

Liu y White (2001) indican, por último, que la debilidad fundamental de la investigación sobre sistemas nacionales de innovación es la “falta de las explicaciones de los factores sistémicos”. Según ellos los estudios deben dirigirse más a las actividades del sistema recogidos en los conceptos de creación difusión y explotación de innovaciones, teniendo en cuenta las relaciones entre ellos y el papel del sistema educativo. Una aproximación, como hemos visto, parecida a la de Radosevic (2004). Edquist (2005) señala al respecto que un estudio que busca una explicación satisfactoria del proceso de innovación siempre es multicausal y, por ello, la especificación de la importancia relativa de cada uno de los factores debe tener en cuenta esta interdependencia que implica que se refuerzan mutuamente.

■ BIBLIOGRAFÍA

- ABERNATHY, W. J., y CHAKRAVARTY, B. S. (1979), “La intervención gubernamental en el mercado y la innovación tecnológica: un marco para las políticas”, en ROBERTS, 1996, *Gestión de la innovación tecnológica*, COTEC, Madrid.
- ABRAMOWITZ, M. (1956), “Catching up, forging ahead and falling behind”, *Journal of Economic History*, n.º 46.
- ALLEN, T.; UTTERBACK, J.; SIRBU, A.; ASHFORD, N., y HOLLOMON, J. (1978), “Government Influence on the Process of Innovation in Europe and Japan”, *Research Policy*, vol. 7.

⁴⁸ Su teoría refleja una co-evolución del tamaño del mercado, capital físico y organización del trabajo (Nelson/Nelson, 2002).

- AMABLE; B., y PETIT, P. (2001), "The diversity of Social Systems of Innovation and Production during the 1990s", *Paper presented at the DRUID Conference*, Aalborg, June, 2001.
- AMABLE; B.; BARRÉ, R., y BOYER, R. (1997), "Les systèmes d'innovation a l'ère de la globalisation", Paris.
- ARCHIBUGI, D., y MICHIE, J. (1995), "The globalisation of Technology: A new Taxonomy", *Cambridge Journal of Economics*, 19: 121-140.
- ARCHIBUGI, D.; CESARATTO, S., y SIRILI, G. (1991), "Sources of Innovative Activities and Industrial Organisation", *Research Policy*, vol. 20.
- ARCHIBUGI, D., y IAMMARINO (2000), "Innovación y globalización: evidencia e implicaciones", en: MOLERO, J. (coordinador; 2000), *Competencia global y cambio tecnológico: Un desafío para la economía española*, Pirámide, Madrid.
- ARCHIBUGI, D., y MICHIE, J. (1997), "Technology, Globalisation and Economic Performance", Cambridge University Press.
- ARCHIBUGI, Daniele, y LUNDVALL, Bengt-Ake (2001), "The Globalizing Learning Economy", New York, NY: Oxford University Press, Inc.
- AROCENA y SUTZ (2006), "Mirando los sistemas nacionales de innovación desde el Sur", pagina web de la Organización de Estados Iberoamericanos (www.oei.es).
- ARROW, K. (1962), "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economic Studies*, 29 (2).
- AUDRETSCH, D. B. (1992), "La Política Industrial: Algunos Ejemplos Internacionales", en: Martin (ed.), 1992.
- AYDALOT, P., y KEEBLE, D. (eds.) (1988), "High Technology Industry and Innovative Environments", The European Experience.
- BARGE, A. (2006), "Los Centros Tecnológicos como instrumento de intervención pública en los Sistemas Regionales de Innovación", Tesis Doctoral.
- BARZEL, Y. (1968), "Optimal Timing of Innovations", *Review of Economics and Statistics*, 50.
- BEISE, M.; LICHT, G., y SPIELKAMP, A. (1995), "Technologie Transfer an der Kleine und Mittlere Unternehmen: Analysen und Perspektiven für Baden-Württemberg", Somos Verlagsgesellschaft.
- BOULDING, K. E. (1985), "The world as a total system", Beverly hill, Sage Publications.
- BRACZYK, *et al.* (1998), "Regional Innovation Systems. The role of governance in a globalized world", London, Bristol.
- BRESCHI, S., y MALERBA, F. (2005), "Clusters, networks and innovation: research results and new directions", en: BRESCHI, S., y MALERBA, F. (eds.), *Clusters, networks and innovation*, Oxford University Press, Oxford, 2005; 1-26.
- BROSS, U., y HEIJS, J. (1999), "What can regional technology policy learn from the innovation systems approach?—with a case study from Spain and Germany Ponencia en la conferencia «regional innovation systems in europe—", NECSTS/RICTES-99, conference Donostia-San Sebastian, Spain, 30 September, 2 October 1999.
- BUESA, M., y MOLERO, J. (1992), "Patrones De Cambio Tecnológico y Política Industrial: Un Estudio de las Empresas Madrilenas", Madrid, Civitas/Imade.
- BUESA, M. (1992), "Política Tecnológica: Una Evaluación Global", *Economistas*, n.º 52.
- (1998), "I+D e innovación en las regiones españolas. Instituto de Análisis Industrial y Financiero", *Documento de trabajo*, n.º 13 (1998), <http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif>.
- CANTWELL, J. (2000), "Globalización de la capacidad innovadora. La estructura de la acumulación de competencias en los países emisores y receptores", en: Molero, 2000.
- CANTWELL, J. A. (1995), "The globalisation of technology: what remains of the product cycle model?", *Cambridge Journal of Economics*, 19: 155-174.
- CARLSON, B. (1994), "Technological systems and economic performance", en: DODGSON, M., y ROTHWELL, R. (eds.), *The handbook of industrial innovation*, Aldershot, Hants, UK: Edward Elgar Publishers Ltd.
- CARLSSON, B., y JACOBSON, S. (1997), "Diversity, Creation and technological systems: A technology policy perspective", en: Edquist, 1997.
- COHEN, W., y LEVINTHAL, D. (1989), "Innovation and Learning: The two Faces of R&D Implications for the Analysis of R&D Investment", *The Economic Journal*, vol. 99: 569-596.
- COHENDET, P.; LLERENA, P.; STAHN, H., y UMBAUER, G. (eds.) (1998), "The Economics of Networks, Interactions and Behaviours", Springer, Berlin.
- Comisión Europea (1996), "Encuesta Comunitaria de Innovación 1992", Bruselas.

- COOKE, J. (2001), "Regional Innovation Systems, Clusters and the Knowledge Economy", *Industrial y Corporate Change*, 10: 945-974.
- COOKE, P., y MORGAN, K. (1993), "The Network Paradigm; New Departures in Corporate and Regional Development", *Environment and Planning D: Society and Space*, 11: 543-564.
- (1994), "The Creative Milieu: A Regional Perspective on Innovation".
- COOKE, P. H.; URANGA, M., y ETXEBARRIA, G. (1997), "Regional Systems of Innovation: Institutional and Organizational Dimensions", *Research Policy*, n.º 26: 475-491.
- COTEC (1997), "Documento para el Debate sobre el Sistema Español de Innovación", Madrid, Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica.
- (1998), "Las Compras Públicas y la Innovación en España", *Estudio Cotec*, n.º 12.
- DANKBAAR, B., et al. (1993a), "Research and Technology Management in Enterprises: Issues for Community Policy Overall Strategic Review", *Monitor-Sast Project*, n.º 8, commission of the European.
- DASGUPTA, P., y DAVID, P. A. (1987), "Information Disclosure and the Economics of Science and Technology", en: FEIWEL, G. R. (ed.), *Arrow and the Ascent of Modern Economic Theory*, New York University Press, New York, NY, 519-540.
- DASGUPTA, P., y STIGLITZ, J. (1980a), "Industrial Structure and the Nature of Innovative Activity", *Economic Journal*, vol. 90.
- (1980b), "Uncertainty, Industrial Structure and the Speed of R&D", *Bell Journal of Economics*.
- DIXIT, A. (1988a), "Optimal Trade and Industrial Policies for the U.S. Automobile Industry", en: FEENSTRA, R. (Ed.), *Empirical Methods for International Trade*.
- DOSI, G. (1982), "Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technological change", *Research Policy*, vol. 11: 147-162.
- (1988), "Sources, Procedures and Micro Economic Effects of Innovation", *Journal of Economic Literature* XXVI.
- (1991), "Perspectives on Evolutionaire Theory", *Science and Public Policy*, vol. 18, n.º 6.
- DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R., y SILVERBERG, G. (1988), "Technical Change and Economic Theory", *Pinters Publishers*.
- EDQUIST, C. H. (2005), "Systems of Innovation: Perspectives and Challenges", en: FAGERBERG, MOWERY y NELSON (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press.
- (ed.) (1997), "Systems of innovation. Technologies, Institutions and Organizations", *Pinter*, London.
- EDQUIST, C. H., y JOHNSON, B. (1997), "Institutions and Organisations in Systems of Innovation", en: EDQUIST (ed.) (1997).
- EDQUIST, Charles (1996), "Systems of Innovation Approaches - Their Emergence and Characteristics", *Working Paper*, 163, Department of Technology and Social Change, 1996: 53.
- ETAN working paper (2000), "Internationalisation of Research and Technology: Trends, issues and implications for S&T policies in Europe", European Commission, DG XII, Brussels/Luxembourg, July 1998.
- EWERS, H. J., y WETTMANN, R. W. (1980), "Innovation Orientated Regional Policy", *Regional Studies*, vol. 14: 161-179.
- FAGERBERG, J. (1988a), "Why Growth Rates Differ", en: Dosi/Freeman/Nelson/Silverberg/Soete (ed.), 1988.
- (1994), "Technology and International Differences in Growth Rates", *Journal of Economic Literature*, vol. XXXII (September).
- FORAY, D. (1991), "The secrets of industry are in the air: Industrial cooperation and the organizational dynamics of the innovative firm", *Research Policy*, 20: 393-406.
- FORAY, D. y LUNDEVALL, B. A. (1996), "The knowledge-based economy: from the economics of knowledge to the learning economy", en: *Unemployment and growth in the knowledge-based economy*, OCDE, 1996.
- FRANSMAN, M. (1997), "Convergence, the Internet, Multimedia and the Implications for Japanese and Asian Tiger Companies and National Systems", paper presented at international symposium on *Innovation and Competitiveness in NIEs*, STEPI, Seoul, May.
- FREEMAN, C. (1997), "The diversity of national research systems, Ch. 1", en: BARRE, R.; GIBBONS, M.; MADDOX, J.; MARTIN, B.; PAPON, P. (eds.), *Science in Tomorrow's Europe*, Paris, Economica International.
- FREEMAN, C. H. (1982), "The Economics of Industrial Innovation".
- (1987), "Technology and Economic Performance: Lessons from Japan", *Pinters Publishers*.
- (1994), "Innovation and Growth", en: DODGSON/ROTHWELL (ed.)
- (1995), "The National System of Innovation in Historical Perspective", *Cambridge Journal of Economics*, n.º 19: 5-24.

- FRI TSCH, M. (1995), "The Market, Market Failure, and the Evaluation of Technology Promoting Programmes", en: BECHER/KUHLMANN.
- GEROSKI, P. (1995), "Markets for Technology: Knowledge, Innovation and Appropriability", en: STONEMAN.
- GRILICHES, Z. (1986), "Productivity, R&D and Basic Research at Firm Level, is there Still a Relationship", *American Economic Review*, vol. 76 (1).
- HAYEK, F. (1945), "The Meaning of Competition", en: *Individualism and Economic Order Chicago University*.
- HEJIS, J. (1996), "Innovation, Technology Policy and Regional Development", en: MAARTEN KEUNE (editor), *Regional development and employment policy: Lessons from central and eastern Europe* Oficina Internacional de Trabajo (Ginebra, Suiza)
- (1998), "Regional technology policy and innovation systems: a comparative study of Germany and Spain" Instituto de Análisis Industrial y Financiero, *Documento de trabajo*, n.º 11.
- (1999), "Difusión de los Créditos del CDTI en el País Vasco y Navarra, Ekonomiaz, *Revista Vasca de Economía*, número 44.
- (2000), "Public Finance of the R&D Activities in Enterprises: Role and Impact of the Spanish low Interest Credits for Individual Enterprises", *Documento de Trabajo*, n.º 21, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, <http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif>.
- (2001b), "Sistemas nacionales y regionales de innovación y política tecnológica: una aproximación teórica", *Documento de Trabajo*, n.º 24, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense Madrid, <http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif>.
- ISI; NIW; DIW (2000), "Regionale verteilung von Innovations- und technologiepotenciales in Deutschland und Europa", *Endbericht an das BMBF, Karlsruhe ISI*.
- KAMIEN, M., y SCHWARTZ, N. (1982), "Market Structure and Innovation", traducción en Español (Alianza Editorial, 1989), Cambridge University Press.
- KECK, O. (1981), "Policy Making in a Nuclear Program", Lexington.
- KLINE, S., y ROSENBERG, N. (1986), "An Overview of Innovation", en: LANDAU/ROSENBERG (1986), *National Academy Press*.
- KOSCHATZKY, K. (1997), "Innovative Regional Development Concepts and Technology Based Firms", en: KOSCHATZKY (ed.) *Technology Based Firms in the Innovation Process. Management, Financing and Regional Networks*. Physica Verlag.
- (2000), "The regionalisation of innovation policy in Germany -theoretical Foundations and recent experience", *Arbeitspapiere Unternehmen und Región*, 2000; n.º 1.
- (2001), "Räumliche Aspekte in Innovationsprozess. Ein Beitrag zur neuen Wirtschaftstheorie aus Sicht der regionalen Innovationsforschung", Münster, Hamburg, London.
- KOSCHATZKY, K.; GUNDRUM, U., y MULLER, E. (1995), "Methodology in Design, Construction, and Operation of Regional Technology Frameworks", ISI-Fraunhofer.
- KRUGMAN, P. (1998), "What's new about the new economic geography", *Oxford review of Economic Policy*, n.º 14.
- LICHTENBERG, F., y SIEGEL, D. (1991), "The Impact of R&D Investment on Productivity - New Evidence Using Linked R&D- Lrd Data", *Economic Inquiry*, vol. XXIX (April).
- LIST, F. (1841), "Das Nationale System der Pölitischen Ökonomie", J. C. COTTA.
- LIU, X., y WHITE, S. (2001), "Comparing Innovation Systems: A Framework an Application to China's Transitional Context", *Research Policy*, 30: 1091-1114.
- LUCAS, R. (1988), "On the Mechanics of Development Planning", *Journal of Monetary Economics*, 22 (1).
- LUNDEVALL, B. Å. (1985), "Product Innovation and User-Producer Interaction", *Industrial Development Research Series*, número 31, Aalborg: Aalborg University Press.
- LUNDEVALL, B., y BORRÁS, S. (1997), "The globalizing learning economy: implications for technology policy at the regional, national and European level", Paper to the TSER workshop on *Globalization and the Learning Economy. Implications for Technology Policy*, Brussel, April 1997.
- LUNDEVALL, B. Å. (1997), "The Role of National Innovation Systems", in *Creativity, Innovation and Job Creation*, OECD Proceedings, Paris.

- LUNDVALL, B. Å.; JOHNSON, B.; ANDERSEN, E. S., y DALUM, B. (2002), "National systems of production, innovation and competence building", *Research Policy*, vol. 31; 213-231.
- LUNDVALL, B. Å. (1992), "National Systems of Innovation".
- (1992), "User-Producer Relationships, National System of Innovation and Internationalisation", en: LUNDVALL (ed.), 1992.
- LUNDOVALL, B. Å. (1998), "Why Study National Systems and National Styles of Innovation?", *Technology Analysis and Strategic Management*, 4: 407-421.
- MACHLUP, F. (1962), "The Supply of Inventors and Inventions", en: NELSON, R. R., *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors nber*.
- MALERBA, F., y ORSENIGO, L. (1995), "Schumpeterian Patterns of Innovation", *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19.
- MARSHALL, A. (1919), "Industry and Trade", London, McMillan.
- METCALFE, J. S. (1995), "The Economic Foundation of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives", en: STONEMAN, 1995.
- METCALFE, S. (1997), "Technology Systems and Technology Policy in an Evolutionary Framework", en: ARCHIBUGI/MICHIE, 1997.
- MEYER-KRAHMER, F. (1989), "Der Einfluss Staatlicher Technologiepolitik Auf Industrielle Innovationen", *Nomos*.
- MEYER-KRAHMER, F. (1991), "Perspektiven Staatlicher Technologiepolitik", *DER FRAUNHOFER 1/1991*.
- MOLERO, J. (1994), "Desarrollos Actuales de la Teoría del Cambio Tecnológico: Tipologías y Modelos Organizativos", *Información Comercial Española*, n.º 726.
- (coordinador, 2000), "Competencia global y cambio tecnológico: Un desafío para la economía española".
- MOLERO, J., y MARIN, K. (1998), "El Proceso de Innovación en las Empresas Españolas", *Análisis de las Encuestas de Innovación*, Cotec, Madrid.
- MOWERY, D. (1996), "The Practice of Technology Policy", en: STONEMAN (ed.), 1996.
- MOWERY, D., y ROSENBERG, N. (1989), "New Developments in us Technology Policy: Implications for Competitiveness and International Trade Policy", *Californian Management Review*, 32.
- MÜLLER, *et al.* (1995), "Methodology in Design, Construction, and Operation of Regional Technology Frameworks", Karlsruhe: Fraunhofer-ISI,
- MULLER, E.; GUNDRUM, U., y KOSCHATZKY, K. (1994), "Horizontal Review of Regional Innovation Capabilities", Final Report, ISI-Fraunhofer.
- MURMANN, P. (2002), "The Complex Role of Patents in Creating Technological Competencies: A Cross-National Study of Intellectual Property Right Strategies in the Synthetic", *Papers on Economics and Evolution*, 2002-11, Max Planck Institute of Economics, Evolutionary Economics Group.
- MYRO, R. (1990), "Las Ayudas Públicas a la Industria en España en el Horizonte de 1992", *Información Comercial Española*, n.º 683.
- MYTELKA, L. K., y SMITH, K. (2001), "Innovation Theory and Innovation Policy Bridging the Gap", DRUID Conference, Aalborg, June 12-15 2001.
- National Governors Association (2000), "State Strategies for the new Economy Index", <http://www.neweconomyindex.org>.
- NAVARRO, M. (2001a), "Los sistemas nacionales de innovación: una revisión de la literatura", *Documento de Trabajo*, n.º 26. Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense Madrid, <http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif>.
- (2001b), "El análisis y la política de clusters", *Documento de Trabajo*, n.º 27, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense Madrid. <http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif>.
- NELSON, R. (1959), "The Simple Economics of Basic Cientific Research", *Journal of Political Economy*, 67.
- (1984), "High-Technology Policies, a Five Nation Comparison".
- (1986), "R&D Innovation and Public Policy: Institutions Supporting Technical Advance in Industry", *American Economic Review, Papers and Proceedings*, vol. 76 (2).
- (1993), "National Systems of Innovation".

- NELSON, R. R., y WINTER, S. G. (1977), "In search of useful theory of innovation", *Research Policy*, 6: 36-76.
- NELSON, R., y ROSENBERG, N. (1993), "Technical Innovation and National Systems", en: NELSON, R. (ed.) (1993).
- NELSON, R., y WINTER, S. (1982), "An Evolutionary Theory of Economic Change".
- NELSON, R. R. (1987), "Understanding Technical Change as an Evolutionary Process", Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- (1992), "What has been the Matter with Neoclassical Growth Theory?", paper prepared for the MERIT conference on Convergence and Divergence in Economic Growth and Technical Change, Maastricht, December.
- (2004), "Evolutionary theories of cultural change: An empirical perspective", *Papers on Economics and evolutions 2004-22*, Max Planck Institute of Economics, Evolutionary Economics Group.
- OCDE (1988), "Programa Tecno Económico (TEP)".
- (1992), "Technology and Economy: The Key Relationships", OCDE.
- (1994a), "The Measurement of Scientific and Technological Activities. Using Patent Data as Science and Technology Indicators (Patent Manual)", Paris.
- (1994b), "Accessing and Expanding the Science and Technology Base", Paris.
- (1994c), "National Systems of Innovation: general conceptual framework", Paris.
- (1997), "National Innovation Systems", Paris.
- (1999a), "Managing National Innovation Systems", Paris.
- PATEL, P. (1995), "The Localised Production of Global Technology", *Cambridge Journal of Economics*, 19: 141-153.
- (1996), "Are large firms internationalising the generation of technology? some new evidence IEEE Transactions", on *Engineering Management*, 43.
- PATEL, P., y PAVITT, K. (1994), "National Innovation Systems: why they are important and how they might be measured and compared", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 3-1: 77-95.
- (1994), "The nature and economic importance of national innovation systems", *Science, Technology Industry Review*.
- (1991), "Large Firms in the Production of the World's Technology: an important Case of Non-Globalisation", *Journal of International Business Studies, First Quarter*, 1-21.
- PAVITT, K. (1984), "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory", *Research Policy*, volumen Elsevier Science Publishers B. V.
- (1991), "What Makes Basic Research Economically Useful", *Research Policy*, vol. 20.
- PERRIN, J. C. (1986), "Les PME de haute technologie à Valbonne Sophia-Antipolis. Contribution à une analyse inter-territoriale de la relation entreprise/environnement", in RERU, numéro spécial, n.º 5: 629-643.
- (1988), "A Desconcentrated Technology Policy, Lessons from the Sophia Antipolis Experience. Environment and Planning C", *Government and Policy*, vol. 6, n.º 4: 414-426.
- PERROUX (1955), "Note sur la notion de pôle de croissance", *Économie Appliquée*, 7
- POLANYI, M. (1958/1962), "Personal Knowledge", Routledge, London.
- PORTER, M. (1988), "Las competencias en las industrias globales", *Información Comercial Española*, n.º 658, junio.
- (1990), "The Comparative Advantage of Nations", Free Press and Macmillan.
- PORTER, M. E. (2000), "Estrategia Competitiva: técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia", México.
- PORTER, M.; FURMAN, J., y STERN, S. (2001), "Los factores impulsores de la capacidad innovadora nacional: implicaciones para España y América Latina".
- PYKE, F.; BECATTINI, G., y SENGENBERGER, W. (eds.) (1992), "Industrial Districts and Interfirm co-operation in Italy".
- RADOSEVIC, S. (2004), "A Two-Tier or Multi-Tier Europe? Assessing the Innovation Capacities of Central and East European Countries in the Enlarged EU", *Journal of Common Market Studies*, vol. 42 (3): 641-666.
- ROMER, P. (1986), "Increasing Returns and Long-Run Growth", *Journal of Political Economy*, 94 (5).
- (1990), "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, 98 (5-Part II).
- ROMER, P. M. (2000), "Should the Government Subsidize or Demand in the Market for Scientists and Engineers", *NBER Working Papers*, 7723, National Bureau of Economic Research, Inc.

- ROSENBERG, N. (1982), "Inside the black box; Technology and economics", Cambridge, Cambridge University Press.
- (1993), "Dentro de la caja negra: tecnología y economía" Barcelona.
- ROSENBLOOM, R., y CUSUMANO, M. (1997), "Technological pioneering and competitive advantage: the birth of the VCR industry", *California Management Review*, 29 (4).
- (1987), "Technological pioneering and competitive advantage: the birth of the VCR industry", *California Management Review*, 29 (4).
- ROTHWELL, R. (1983), "Evaluating the Effectiveness of Government Innovation Policies".
- ROTHWELL, R., y DODGSON, M. (1994), "Innovation and Size of Firm".
- SAHAL, D. (1981), *Patterns of Technological Innovation* (Addison Wesley, Reading, MA).
- SAXENIAN, A. (1994), "Regional advantage; culture and competition in Silicon Valley and Route 128", Cambridge (MA), Harvard University Press
- SCHUMPETER, J. (1911), "Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung: eine Untersuchung über Unternehmerrgewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus", Duncker & Humblot, Munich and Leipzig.
- (1934), "The Theory of Economic Development".
- SCHUMPETER, J. A. (1939), "Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process", New York and London: McGraw-Hill.
- SCHUMPETER, J. A. (1950), "Capitalism, Socialism and Democracy", New York, Harper & Row, 1950.
- SMITH, A. (1937), "An Inquiry Into the Nature and Causes of the Wealth of Nations, 1776", Random House, New York.
- SOLOW, R. M. (1956), "A contribution to the theory of Growth", *Quarterly Journal of Economics*, n.º 70.
- STERN, S.; FURMAN, J., y PORTER, M. S. (2000), "The determinants of national innovative capacity", *National Bureau of Economic Research. Working Paper 7876*.
- STERNBERG, R. (1995), "Technologiepolitik und High-Tech Regionen", Ein Internationaler Vergleich, Lit.
- STIGLITZ, J. (1991), "The Invisible Hand and Modern Welfare Economies", en: VINES, D., y STEVENSON, A. (eds.), *Information Strategy and Public Policy*, Blackwell Publishers.
- STONEMAN, P. (1987), "The Economic Analysis of Technological Policy", Oxford University Press.
- (ed.) (1996), "Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change", Blackwell.
- STÖRH, W. (1987), "Territorial Innovation Complexes", *Papers of the Regional Science Association*, vol. 59: 29-44.
- TIDD, J.; BESSANT, J., y PAVITT, K. (1997), "Managing innovation, Integrating technological, market and organisational change", John Wiley & Sons, Chichester 1997.
- ULRICH, K. T., y EPPINGER, S. D. (2004), "Product Design and Development", by McGraw-Hill, 2004.
- VERSPAGEN, B. (2004), "Structural change and technology. A long view", *Revue Économique*, 55-6, 1099-1125.
- VON HIPPEL, E. (1988), "The sources of innovation", Oxford University Press, Oxford.
- WHITLEY, R. (2000), "Divergent Capitalism. The social structuring and change of business systems", Oxford.
- World Bank (1991), "World Development Report 1991: The Challenge of Development", World Bank.
- ZEGVELD, W. (1987), "Technology and Change in Industrial Societies: Implications for Public Policies", *Technovation*, volumen 7, n.º 5, Physica Verlag.

2. SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN Y BASES DE CONOCIMIENTO DIFERENCIADAS: UN MARCO TEÓRICO ANALÍTICO¹

Björn Asheim²

■ 2.1. INTRODUCCIÓN

Desde hace más de veinte años se viene enfatizado la creciente importancia que las aglomeraciones territoriales han adquirido como una localización competitiva de actividades económicas en economías de aprendizaje post-fordistas (Asheim e Isaksen, 2002; Cooke, 2001). El principal argumento aducido a este respecto, afirma que la aglomeración territorial (o *clustering*) provee el mejor contexto para la promoción de empresas innovadoras basadas en conocimientos intrínsecos (*sticky knowledge*) y en el aprendizaje localizado. Gobiernos y agencias en todos los planos geográficos se han involucrado de forma creciente en la promoción de la innovación y, en consecuencia, las políticas de innovación ocupan un lugar destacado entre las políticas de promoción del desarrollo económico regional y nacional. En el plano regional los *clusters* y sistemas regionales de innovación han sido considerados como marcos políticos o modelos para la aplicación de estrategias de desarrollo a largo plazo que impulsen procesos de innovación basados en el aprendizaje, el cambio y la mejora (Cooke *et al.*, 2000; Asheim, 2001; Asheim e Isaksen, 2002). El propósito de este capítulo es presentar un trasfondo teórico a través de una revisión sintética de estos diferentes conceptos, a fin de proveer un marco que permita entender sus similitudes y diferencias en el origen, desarrollo y empleo en la teoría y política regional de desarrollo.

Un importante sustrato empírico a favor de estos argumentos teóricos se halla en el rápido crecimiento económico experimentado por pequeñas y medianas empresas (PYMES)

¹ Aunque no hayan participado directamente en la redacción de este capítulo, quisiera hacer constar la deuda contraída con mis pasados y actuales estudiantes de doctorado, Lars Coenen, Jerker Moodysson y Jang Vang Lauridsen, por el fructífero trabajo en común desarrollando muchas de las ideas aquí presentadas.

² Departamento de Geografía Económica y Social/CIRCLE (Centre for Innovation, Research and Competence in the Learning Economy), Universidad de Lund, Suecia. (Traducción de Thomas Baumert).

territorialmente concentradas e imbricadas en redes en distritos industriales (o *clusters*) tales como la “Tercera Italia” (Asheim, 2000), caracterizadas por una “fusión” de la economía con el resto de la sociedad (Piore y Sabel, 1984). Teóricamente, en una definición post-fordista de las sociedades como economías de aprendizaje, la innovación se considera básicamente como un proceso de aprendizaje interactivo, social y territorialmente anclado, que no puede entenderse independientemente de su contexto cultural e institucional (Lundvall, 1992).

Una visión dinámica y procesual de la competitividad indica claramente que las empresas que pretendan mantener su posición en el mercado global deberán enfatizar el desarrollo de sus propias competencias centrales, transformándose en organizaciones aprendedoras. Pero la reestructuración interna no puede, por sí misma, sostener la competitividad de las empresas en el largo plazo. Dado que éstas están imbricadas en economías regionales, dependen fuertemente de un entorno económico e industrial favorable. Una estrecha cooperación con proveedores, subcontratistas, clientes e instituciones de apoyo en la región reforzará el proceso de aprendizaje interactivo, creando un *milieu* favorable a la innovación y a la mejora constante. Esto influye sobre los resultados de las empresas y fortalece la competitividad de los *clusters*, siendo considerada de forma creciente como un aspecto importante a la hora de impulsar las ventajas competitivas regionales. Generalmente, la capacidad innovadora en el plano regional se puede promover identificando “la lógica económica a través de la cual el *milieu* impulsa la innovación” (Storper, 1995, pág. 203).

Esta visión acerca de la importancia del plano regional se ve sustentada por la moderna teoría de la innovación, originaria de la nueva economía institucional, al aducir que “los sistemas regionales de producción, los distritos industriales y los distritos tecnológicos están adquiriendo una importancia creciente” (Lundvall, 1992, pág. 3). Desde una perspectiva de la innovación como un factor cultural e institucionalmente contextualizado, partes estratégicas de los proyectos de aprendizaje resultan estar altamente localizadas. Por lo tanto, los contextos locales pueden representar partes importantes de la base e infraestructura de conocimiento de las empresas y regiones, relegando a un segundo plano el papel desempeñado por las trayectorias históricas. En lo que sigue trataremos los sistemas regionales de innovación y *clusters* en el contexto de diferentes bases de conocimientos y marcos institucionales.

■ 2.2. BASES DE CONOCIMIENTO DIFERENCIADAS: UNA APROXIMACIÓN SECTORIAL-ESPECÍFICA

En los últimos años, los procesos de innovación han crecido en complejidad: existe una mayor variedad de fuentes de conocimiento e insumos a ser empleados por organizaciones y empresas, y se da una mayor interdependencia y división de trabajo entre agentes

(individuos, empresas y otras organizaciones). Nonaka y Takeuchi (1995) así como Lundvall y Borrás (1997), han puesto de relieve que los procesos de generación y explotación de conocimientos requieren una interacción dinámica y la transformación de formas codificadas y tácitas de conocimiento, además de una fuerte interacción intra- e interempresarial de las personas. La relación entre elementos tácitos y codificados de los conocimientos desincorporados (*disembodied*) es a menudo compleja a la par que dinámica. Incluso en aquellos casos en los que el conocimiento resulta transferible sin apenas fricciones en el tiempo y en el espacio, requiere de conocimientos tácitos vinculados a personas y organizaciones para ser comprendido y aplicado (Nightingale, 1998). Lam (2000) también señala que las habilidades necesarias para actuar como interfaz de conocimiento en procesos de aprendizaje inter- e intracolectivos tienden a presentar una dimensión temporal-espacial muy específica. El aprendizaje colectivo interactivo se base en instituciones inter- e intraorganizacionales (rutinas, normas y convenciones) que regulan la acción colectiva, así como en los mecanismos tácitos para la absorción de conocimiento codificado. Esto requiere que los agentes en cuestión estén estrechamente vinculados a los “códigos locales”, sobre los que se basa el conocimiento colectivo tácito y el conocimiento codificado desincorporado.

A pesar de la tendencia general hacia una mayor diversidad e interdependencia del proceso de conocimiento, se podría argumentar que los procesos de innovación de las empresas y de las industrias dependen igualmente de sus bases de conocimiento específicas (Asheim y Gertler, 2005; Asheim y Coenen, 2006). Aquí distinguiremos entre tres tipos básicos de conocimiento: “analítico” (de base científica), “sintético” (basada en ingeniería) (Laestadius, 1998) y “simbólico” (de base creativa). Estos tipos indican diferentes combinaciones de conocimientos tácitos y codificados, posibilidades y límites de codificación, cualificaciones y habilidades, las organizaciones requeridas e instituciones envueltas, así como retos de innovación específicos y presiones derivadas de la economía globalizada.

■ Base de conocimiento analítico

Hace referencia a escenarios industriales en los que el conocimiento científico resulta de suma importancia, y en los que la creación de conocimientos se basa a menudo en procesos cognitivos y racionales, o en modelos formales. Como ejemplo, cabría citar la biotecnología y la nanotecnología. Tanto la investigación básica como la aplicada, además del desarrollo sistemático de productos y procesos son actividades relevantes. Las empresas típicamente cuentan con su propio departamento de I+D, aunque también recurran a los resultados de universidades y otras organizaciones de investigación en sus procesos de innovación. En consecuencia, los vínculos universidad-industria y las correspondientes redes son importantes y más frecuentes que en otros tipos de base de conocimiento.

En este tipo de base de conocimiento, los *inputs* y *outputs* de conocimiento están codificados más a menudo que en los demás. Esto no implica que el conocimiento tácito sea irrelevante, dado que siempre están involucrados los dos tipos de conocimientos, puesto que ambos son necesarios en el proceso de creación de conocimiento e innovación (Nonaka *et al.*, 2000; Johnston *et al.*, 2002). La mayor frecuencia de la codificación tiene sendas explicaciones: los insumos de conocimientos se basan a menudo en la revisión de estudios existentes, la generación de conocimientos se basa en la aplicación de principios y métodos científicos, los procesos de conocimiento están organizados más formalmente (por ejemplo, en los departamentos de I+D) y los resultados tienden a ser documentados en informes, archivos electrónicos o descripciones de patentes. Estas actividades requieren cualificaciones y capacidades específicas de las personas involucradas. Particularmente, son más necesarias que en los otros tipos de conocimiento las habilidades analíticas, así como la capacidad de abstracción, de construcción y de contraste de teorías. En consecuencia, la fuerza de trabajo precisa más a menudo experiencia investigadora y educación universitaria. La creación de conocimientos en la forma de descubrimientos científicos y las invenciones tecnológicas son más importantes que en los otros tipos de conocimiento. En parte estas invenciones conducen a actividades patentadoras y licenciadoras. La aplicación de conocimientos tiene lugar en forma de nuevos productos y procesos, y resultan en más innovaciones radicales que en otras formas de conocimiento. Una ruta importante de la aplicación de conocimientos consiste en nuevas empresas y *spin-offs*, en ocasiones formadas sobre la base de invenciones o productos radicalmente novedosos.

■ Base de conocimiento sintético

Hace referencia a la ubicación industrial, donde la innovación tiene lugar principalmente a través de la aplicación de conocimientos existentes o por medio de nuevas combinaciones de conocimiento. A menudo esto ocurre en respuesta a la necesidad de un problema específico surgido de la interacción con clientes y proveedores. Ejemplos industriales incluirían la ingeniería en planta, maquinaria industrial especializada, sistemas de producción avanzados y la industria naval. Los productos son frecuentemente *one-off* o son producidos en pequeñas series. La I+D resulta en general menos importante que en el modelo anterior. De ser así, adopta la forma de investigación aplicada, aunque más a menudo lo hace en forma del desarrollo de productos y procesos. Los vínculos universidad-empresa son relevantes, si bien de manera más destacada en el campo de la investigación aplicada y del desarrollo que en el de la investigación básica. El conocimiento no se crea tanto en un proceso deductivo o a través de la abstracción, sino por medio de un modelo inductivo de prueba, experimentación, simulación informática o a través del trabajo práctico. El conocimiento incorporado en las res-

pectivas soluciones técnicas o trabajos de ingeniería estará, al menos parcialmente, codificado. En cualquier caso, el conocimiento tácito parece ser más importante que en el primer tipo, particularmente debido al hecho de que el conocimiento a menudo resulta de la experiencia obtenida en el puesto de trabajo, a través del *learnig-by-doing*, o por medio de la utilización y de la interacción. En comparación con el primer tipo de conocimiento, se requiere un *know-how* más concreto y una destreza y habilidades prácticas más específicas en la producción de conocimientos y proceso de circulación.

El proceso de innovación a menudo se orienta hacia la eficiencia y fiabilidad de las nuevas soluciones, o hacia la utilidad práctica y facilidad de manejo de los productos desde la perspectiva de los clientes. En general, esto conduce a una forma de innovación bastante incremental, dominada por la modificación de productos y procesos existentes. Dado que este tipo de innovación es menos disruptivo con respecto a la organización y a las rutinas existentes, la mayoría de ellas tienen lugar en empresas existentes, resultando los *spin-offs* relativamente menos frecuentes.

■ Base de conocimiento simbólico

Este conocimiento hace referencia a los atributos estéticos de los productos, a la creación de diseños e imágenes, y al uso económico de distintos artefactos culturales. La creciente importancia de este tipo de conocimiento se evidencia en el desarrollo de industrias culturales como la mediática (películas, publicaciones, música), publicidad, diseño o moda (Scout, 1997; 1998). Estas son industrias intensivas en innovación y diseño, dado que una parte crucial de trabajo se dedica a la "creación" de nuevas ideas e imágenes y sólo en menor medida a proceso de producción físicos. En consecuencia, la competencia pasa incrementalmente del "valor de uso" de los productos al "valor de símbolo" de las marcas (Lash y Urry, 1994, pág. 122). En particular, en las industrias culturales el insumo es estético en vez de cognitivo en calidad. Esto exige habilidades bastante especializadas en la interpretación de símbolos en lugar de un mero procesamiento de información. Sintomáticamente, el conocimiento involucrado es incorporado y transmitido en símbolos estéticos, imágenes, señales, diseños, sonidos y narraciones. Este tipo de conocimientos está fuertemente vinculado a un profundo entendimiento de los hábitos, normas y de la "cultura diaria" de grupos sociales específicos. Debido a la imbricación cultural de las interpretaciones, este tipo de base de conocimiento se caracteriza por una fuerte componente tácita. La adquisición de habilidades esencialmente creativas, imaginativas e interpretativas esta menos vinculada a una cualificación formal y a titulaciones universitarias, que a la experiencia práctica en varias etapas del proceso creativo. El proceso de socialización (en lugar de la educación formal) en el

negocio no sólo es importante con vistas a entrenar el *know-how*, sino también para la adquisición de *know-how* que representa el conocimiento de colaboradores potenciales con especialización complementaria (Christopherson, 2002).

Esto último es esencial dado que la producción está generalmente organizada en proyectos temporales (Grabher, 2002). De hecho, las industrias culturales, como la producción de películas, son escenarios de proyectos emblemáticos (véase, por ejemplo, DeFelippi y Arthur, 1998; Starkey, Barnatt y Tempest, 2000; Sydow y Staber, 2002). De forma más general, el proyecto provee un campo en el que un amplio abanico de culturas profesionales, que van desde el mundo artístico hasta el mundo comercial de los servicios de negocio, confluyen para un período limitado de tiempo. En cualquier caso, los proyectos sobre base de conocimiento simbólico no persiguen necesariamente minimizar o soslayar esta diversidad de manera directa. También son considerados como campos de tensiones productivas y conflictos creativos que impulsan la innovación.

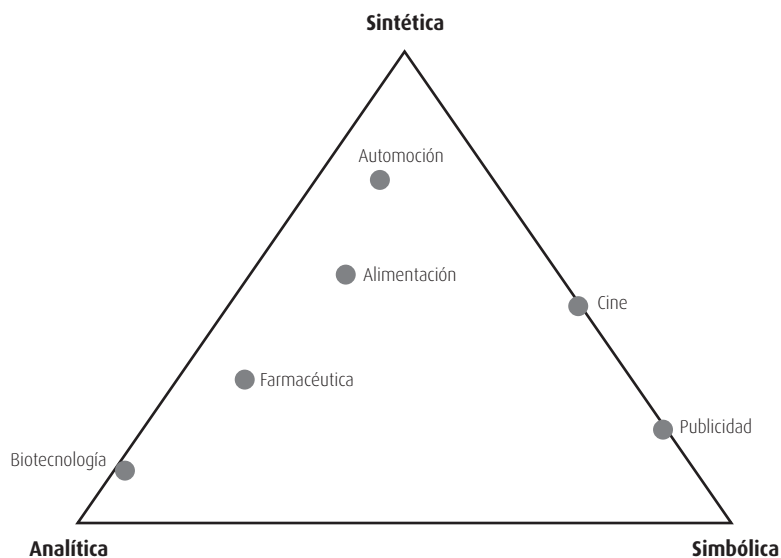
El cuadro 1 ofrece un resumen de las principales diferencias entre las bases de conocimiento. Sin embargo, esta triple clasificación se refiere a tipos ideales, en la práctica la mayoría de industrias comprenden los tres tipos de actividades creadoras de conocimientos.

CUADRO 1

LAS TRES BASES DE CONOCIMIENTO

ANALÍTICO	SINTÉTICO	SIMBÓLICO
Innovación por medio de la creación de nuevos conocimientos	Innovación a través de la aplicación o nuevas combinaciones de conocimientos existentes	Innovación como recombicación de conocimientos existentes de nuevas maneras
Importancia del conocimiento científico, a menudo basado en procesos deductivos y modelos formales	Importancia de conocimientos aplicados, referidos al problema en cuestión (ingeniería) frecuentemente a través de procesos inductivos	Importancia de reutilizar o cuestionar convenciones existentes
Colaboración para la investigación entre empresas (departamentos de I+D) e organizaciones de investigación	Aprendizaje interactivo con clientes y proveedores	Aprendizaje a través de la interacción en la comunidad profesional, aprendizaje de la cultura joven/de la calle cultura "fina" e interacción comunidades profesionales "fronterizas"
Dominancia del conocimiento codificado debido a la documentación de patentes y publicaciones	Dominancia del conocimiento tácito debido a un <i>know-how</i> más concreto, destreza y habilidad práctica	Dependencia del conocimiento tácito, destreza y habilidades prácticas y habilidades de búsqueda

GRÁFICO 1

**BASES DE CONOCIMIENTO E INDUSTRIAS:
UNA REPRESENTACIÓN GRÁFICA**

En cualquier caso, el grado en el que ciertas actividades predominan sobre las demás depende de las características específicas de cada industria (véase para un ejemplo el gráfico 1).

**■ 2.3. “VARIETADES DE CAPITALISMO” Y DIFERENCIAS NACIONALES
EN LOS MARCOS INSTITUCIONALES**

Lam (2000) subraya que el aprendizaje y la innovación no pueden separarse de un contexto social más amplio a la hora de analizar los vínculos entre tipos de conocimiento, formas de organización e instituciones sociales con el fin de cubrir las necesidades de industrias específicas, particularmente en lo referente al aprendizaje y la creación de conocimientos en apoyo a la innovación. Soskice (1999) argumenta que diferentes marcos institucionales nacionales apoyan distintas formas de actividad económica, es decir, que economías de mercado coordinadas —por ejemplo, los estados del bienestar nórdicos y occidentales (continental-europeos)— tienen sus ventajas competitivas en la “producción de calidad diversificada” (Streeck, 1992), basada en la resolución de problemas, conocimiento basado en la ingeniería desarrollado a través del aprendizaje interactivo y una colectividad acumulada en la fuer-

za laboral (por ejemplo, la industria de maquinaria de herramientas), en tanto que las economías de mercado liberales (por ejemplo, los Estados Unidos y Reino Unido) son más competitivas en la producción basada en conocimiento de base científica, es decir, industrias caracterizadas por altas tasas de cambio a través de innovaciones radicales (por ejemplo, telecomunicaciones, tecnología de la defensa y servicios de productores avanzados). En línea con Soskice, los principales determinantes de las economías de mercado coordinadas son el grado de coordinación no-de-mercado, la cooperación existente dentro de la esfera de negocios y entre agentes públicos y privados, el grado en el que el trabajo permanece “incorporado” así como la habilidad del sistema financiero de proveer financiación en el largo plazo (Soskice, 1999). Esto representa una situación de conflicto directo con la preferencia por un control unilateral sobre los procesos de trabajo, generada por ciertos sistemas financieros y de gobierno existentes en economía de mercados liberales, en los que la fuerza competitiva se basa en la libertad institucional al igual que los incentivos para continuamente reestructurar el sistema de producción con vistas a una nueva oportunidad de mercado (Gilpin, 1996). Mientras que las economías de mercado coordinadas apoyan en el nivel macro las relaciones cooperativas, consensuadas, de largo plazo, entre agentes públicos y privados, las economías de mercado liberales inhiben el desarrollo de este tipo de relaciones, favoreciendo en su lugar la oportunidad de ajustar rápidamente la estructura formal a los nuevos requerimientos, recurriendo frecuentemente a organizaciones temporales (véase para un resumen el cuadro 2).

Estas diferencias —debidas al impacto de modos específicos de organización de importantes instituciones sociales como los mercados, el sistema educacional, el mercado de trabajo, el sistema financiero y el papel de los estados— contribuyen a la formación de “sistemas de negocio” divergentes (Whitley, 1999), a la vez que constituyen el contexto institucional en el que diferentes formas de organización y diferentes mecanismos de aprendizaje, creación de conocimiento y apropiación de conocimiento han evolucionado. A través de este énfasis sobre las complementariedades institucionales las variedades de enfoques capitalistas se centran en conjuntos dinámicos de instituciones que se refuerzan mutuamente, en lugar de aislar formas de individuos y su impacto. En cualquier caso, y más allá del énfasis sobre complementariedades institucionales, toman en consideración principalmente las instituciones en el plano nacional, relegando a un segundo término (Asheim y Coenen, 2006) el “conjunto multi-escalar de formas institucionales” (Martin, 2000, pág. 89).

■ 2.4. SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN Y APRENDIZAJE LOCALIZADO

El concepto de un sistema regional de innovación es relativamente nuevo, habiendo aparecido por vez primera a principios de los noventa (Asheim, 1995; Asheim e Isaksen, 1997;

CUADRO 2

PRESENTACIÓN SUCINTA DE LAS VARIETADES DE CAPITALISMO

VARIETADES DE CAPITALISMO	ECONOMÍAS DE MERCADO LIBERALES	ECONOMÍAS DE MERCADO COORDINADAS
Regulación financiera	Mercados financieros a corto plazo, financiación por medio de participaciones	Capital "paciente" a largo plazo, financiación de deuda
Dirección corporativa	<i>Shareholder value</i> , coordinación empresarial limitada, leyes antitrust	<i>Stakeholder value</i> , fuertes asociaciones empresariales, redes intercorporativas
Sistemas de innovación	Innovaciones radicales, involucrando fuertes disrupciones con procesos existentes	Innovación incremental, incluyendo continuos desarrollos de procesos
Relación capital-trabajo	Negociación descentralizada, relaciones laborales contenciosas	Negociación coordinada, representación de trabajadores estatutaria
Formación y empleo	Educación básica y formación empresarial específica, baja permanencia, puestos de alta facturación, alta movilidad laboral interempresarial	Formación vocacional, larga permanencia, puestos de baja facturación, poca movilidad laboral interempresarial

Cooke, 1992; 1988; 2001), siguiendo el uso que hiciera Freeman del concepto de sistema de innovación en su estudio sobre la economía japonesa (Freeman, 1987), y aproximadamente al mismo tiempo que la idea de un sistema nacional de innovación era examinada en sendos libros de Lundvall (1992) y Nelson (1993). Característico del enfoque sistémico es el reconocimiento de que las innovaciones son llevadas a cabo a través de una red de varios agentes entrelazados por un marco institucional. Esta dinámica y compleja interacción constituye lo que se denomina habitualmente sistema de innovación (Edquist, 1997), es decir, sistemas entendidos como redes de interacción (Kaufmann y Tödtling, 2001). Con posterioridad, se ha desarrollado un conjunto de variaciones a partir de este enfoque, bien partiendo del ámbito territorios (nacional y regional) bien de tecnologías sectoriales específicas (Fagerberg *et al.*, 2005). Tal y como sugiere la presente cronología, el concepto de sistema regional de innovación fue inspirado por el concepto de sistema nacional de innovación, y se basa en razones similares que enfatizan la base territorial de los sistemas de innovación.

Uno de estos marcos argumentativos proviene de la existencia de trayectorias tecnológicas basadas en conocimientos inherentes y en el aprendizaje localizado en el seno de la región (Maskell *et al.*, 1998). Éstas pueden llegar a ser más innovadoras y competitivas promocionando relaciones sistémicas más fuertes entre las empresas y las infraestructuras de

conocimiento de la región. Una segunda fuente argumental proviene de la presencia de organizaciones creadoras de conocimientos cuyo *output* puede ser explotado para fines económicos a través del apoyo de (nuevas) actividades económicas emergentes. El surgimiento del concepto de sistema regional de innovación coincide con el éxito de los *clusters* regionales y de los distritos industriales en la era post-fordista (Asheim, 2000; Asheim y Cooke, 1999; Piore y Sabel, 1984; Porter, 1990, 1998) y la elaboración del concepto representa un intento de entender mejor el papel central desempeñado por las instituciones y las organizaciones en la promoción del crecimiento regional de base innovadora (Asheim *et al.*, 2003; Gertler y Wolfe, 2004).

Puede imaginarse un sistema regional de innovación como una infraestructura institucional que apoya la innovación en el marco productivo de una región. En consecuencia, en el caso de que los siguientes dos subsistemas de agentes estén sistemáticamente involucrados en el aprendizaje interactivo (Cooke *et al.*, 1998) puede afirmarse que se da un sistema regional de innovación: 1) Una estructura de producción regional o subsistema de explotación de conocimientos, consistente mayoritariamente de empresas, a menudo presentando tendencias de formación de *clusters*; 2) Una estructura de producción regional o subsistema de explotación de conocimientos, consistente principalmente de centros de investigación públicos y privados, universidades, agencias de transferencia tecnológica, organizaciones de formación vocacional, etc. De esto se concluye que los *clusters* y los SRI pueden (y a menudo lo hacen) coexistir en el mismo territorio. Pero, en tanto que el sistema regional de innovación alberga por definición varios *clusters*, un *cluster* no es parte integrante de un SRI. Es más, Cooke *et al.* (1998) enfatizan el contexto institucional principalmente informal (es decir, normas, confianza y rutinas) en los que este aprendizaje interactivo tiene lugar.

Tomando cada elemento por separado (Asheim y Cooke, 1999), el concepto de región resalta un importante nivel de gobierno y de procesos económicos entre el plano nacional y el plano superior al local o municipal (Cooke y Leydesdorff, 2006). Las regiones son importantes bases de coordinación económica en el mesonivel, independientemente de que el nivel de administración regional puede variar de forma considerable entre países. En varias graduaciones, el gobierno regional se expresa tanto a través de organizaciones representativas privadas —asociaciones sectoriales o cámaras de comercio— como a través de organizaciones públicas —como agencias regionales— con poderes derivados del plano nacional (o, en el ámbito de la Unión Europea, supranacional) para el apoyo de las empresas y la innovación (Asheim *et al.*, 2003; Cooke *et al.*, 2000).

La dimensión sistémica del SRI deriva en parte del carácter asociativo de las redes de innovación (Cooke y Morgan, 1998). Estas relaciones, para ser sistémicas, han de incluir cier-

to grado —si bien variable— de interdependencia. De hecho, no todas estas relaciones sistémicas tienen que estar regionalmente incluidas, aunque muchas lo están. A medida que el modelo interactivo de la innovación crece en importancia, resulta más probable que estas relaciones se regionalicen, por ejemplo, en el caso de proveedores especializados con una tecnología o base de conocimiento específica. Estos proveedores dependen a menudo de conocimientos tácitos, interacciones cara-a-cara y relaciones basadas en la confianza y, por lo tanto, se benefician de la cooperación con clientes en el *cluster* regional, en tanto que los subcontratistas de capacidades se contratan cada vez más globalmente. Otros aspectos que refuerzan el carácter sistémico del SRI es la prevalencia de un conjunto de actitudes, valores, normas, rutinas y expectativas —descritas por algunos como la “cultura innovadora” distintiva— que influyen las prácticas de las empresas de la región. Es esta cultura regional común —a su vez el producto de fuerzas institucionales comúnmente experimentadas— la que configura la forma en la que las empresas interactúan entre sí en la economía regional.

■ Variedades de sistemas regionales de innovación

El concepto de “sistema de innovación” puede entenderse en un sentido restrictivo o amplio. Una definición restrictiva de sistema de innovación incorpora primeramente las funciones de I+D de la universidad, de las instituciones de investigación y de las corporaciones públicas y privadas, reflejando un modelo *top-down* de la innovación. Una concepción más amplia de sistema de innovación incluiría “todas las partes y aspectos de la estructura económica así como del entramado institucional que afecte a aprendizaje, la investigación y exploración” (Lundvall, 1992, pág. 12) y, por consiguiente, presenta un carácter de sistema muy débil. Esta definición amplia incorpora los elementos de un modelo de innovación interactivo *bottom-up*, que podría denominarse alternativamente “regiones aprendedoras” (Asheim, 2001).

A fin de reflejar la variedad conceptual y riqueza empírica de las relaciones que vinculan la estructura productiva con el “entramado institucional” de la región, Asheim (1998) distingue entre tres tipos de SRI (véase también Cooke, 1998; Asheim e Isaksen, 2002). El primer tipo puede denominarse *sistema de innovación regional territorialmente anclado*, y en él las empresas (principalmente aquellas que emplean conocimiento sintético) basan su actividad innovadora ante todo en procesos de aprendizaje localizados, interempresariales, estimulados por la conjunción de la proximidad geográfica y relacional, sin mucha interacción directa con organizaciones generadoras de conocimiento (por ejemplo, institutos de I+D y universidades). Este tipo representa básicamente un modelo dirigido por el mercado y

menos sistémico, en el que los factores de demanda determinan el nivel y dirección de la innovación, e implica la definición amplia de innovación de Lundvall (1992) presentada anteriormente. Cooke denomina este tipo “SRI de base” (*grassroots*).

El mejor ejemplo de un sistema de innovación regional territorialmente anclado, son las redes de PYMEs en los distritos industriales. Así, por ejemplo, en Emilia-Romagna, el *sistema de innovación puede describirse como territorialmente anclado* en esa región particular (Granovetter, 1985). Estos sistemas territorialmente anclados ofrecen apoyo *bottom-up*, basado en redes, por ejemplo, a través de centros tecnológicos, redes de innovación, o centros de servicios que proveen investigaciones de mercado y servicios de inteligencia, a fin de promover el “aprendizaje tecnológico y organizacional en el contexto territorial” (Storper y Scott, 1995, pág. 513).

Otro tipo de SRI es el *sistema de innovación regional imbricado en redes*. Las empresas y organizaciones están igualmente ancladas en una región específica y se caracterizan por un aprendizaje localizado e interactivo. No obstante, a través del reforzamiento intencionado de la infraestructura institucional de la región —por ejemplo, a través de un papel más fuerte y desarrollado de los institutos de I+D asentados en la región, las organizaciones de formación vocacional y otras organizaciones locales involucradas en los procesos de innovación de las empresas. Estos sistemas tienen un carácter más planificado, involucrando la cooperación público-privada. El sistema imbricado en redes es considerado comúnmente como el tipo ideal de SRI, caracterizado por una interacción combinada oferta/demanda: un *cluster* regional de empresas rodeado por una infraestructura institucional de apoyo. Cooke (1998) también denomina este tipo “SRI en red” (*network*). El enfoque de red está más difundido en Alemania, Austria y en los países escandinavos.

El *sistema de innovación regional imbricado en redes* es el resultado de intervenciones políticas destinadas a incrementar la capacidad innovadora y la colaboración. Las PYMEs, por ejemplo, pueden tener que complementar su conocimiento informal (caracterizado por el conocimiento tácito) con competencias que surgen de una investigación más sistemática y desarrollada con la finalidad de llevar a cabo innovaciones más radicales. En el largo plazo, muchas empresas no pueden confiar exclusivamente en aprendizaje localizado informal, sino que también han de obtener acceso a fuentes más amplias de conocimiento, tanto analítico como sintético, sobre una base nacional y global. La creación de sistemas de innovación regionales imbricado en redes a través de una creciente cooperación con universidades locales e institutos de I+D, o a través de agencias de transferencia tecnológica, puede proveer acceso a conocimientos y competencias complementarias a las competencias empresariales derivadas localmente. Esto no sólo incrementa su capacidad innovadora colectiva, sino

que puede servir también para contrarrestar “estancamientos” tecnológicos (la incapacidad de desviarse de una trayectoria tecnológica establecida pero desfasada) dentro del *cluster* regional de empresas.

El tercer tipo de SRI, el *sistema nacional de innovación regionalizado*, difieren de los dos tipos anteriores en distintos aspectos. En primer lugar, partes de la industria y de las infraestructuras institucionales están funcionalmente más integradas en un sistema de innovación nacional o internacional —es decir, las actividades innovadoras tienen lugar principalmente en cooperación con otros agentes fuera de la región y pueden, por lo tanto, parecerse a un sistema de innovación sectorial. En consecuencia, este tipo de modelo representa un modelo ciencia/demanda en el que los agentes exógenos y las relaciones desempeñan un papel más importante. Cooke (1998) denomina este tipo de modelos como “SRI dirigista o intervencionista” (*dirigiste*), reflejando así una definición más restringida de un sistema de innovación que incorpora principalmente las funciones de I+D de las universidades, institutos de investigación y corporaciones. En segundo lugar, la colaboración entre organizaciones en este tipo de SRI se ajusta más estrechamente al modelo lineal, dado que la cooperación envuelve básicamente proyectos específicos para desarrollar innovaciones más radicales con base a un conocimiento analítico-científico formal. Dentro de estos sistemas, la cooperación surgirá con mayor probabilidad entre personas con el mismo trasfondo laboral o educacional (por ejemplo, entre científicos). Esta similitud funcional facilita la circulación y el compartir de conocimientos a través de “comunidades epistémicas”, cuyos miembros pueden cruzar fronteras inter-regionales e incluso internacionales (Amin y Cohendet, 2003; Coenen *et al.*, 2006).

Un ejemplo especial de un *sistema nacional de innovación regionalizado* es la *clustering* de los laboratorios de I+D de grandes empresas y/o institutos de investigación gubernamentales en “parques tecnológicos” planificados y polos tecnológicos, habitualmente localizados en la proximidad de universidades y escuelas técnicas pero, de acuerdo con la evidencia, típicamente con vínculos limitados a la industria local (Asheim, 1995). Los parques tecnológicos son, por lo tanto, ejemplos de un *milieu* innovador conformado por empresas con un alto nivel de recursos internos y competencias, situados dentro de entorno cooperativo débil. Generalmente, estos parques han fallado a la hora de desarrollar redes innovadoras basadas en la cooperación interempresarial y en el aprendizaje interactivo en los propios parques (Asheim y Cooke, 1998; Henry *et al.*, 1995). Los polos tecnológicos, tal y como han sido desarrollados en Francia, Japón y Taiwán, se caracterizan también por un grado limitado de interacción innovadora entre las empresas en el polo, y por relaciones de subcontratación verticales con empresas externas no locales. En los raros casos en los que han surgido redes de innovación locales, normalmente han sido orquestadas deliberadamente a través de intervenciones públicas en el plano nacional. Estas características implican una falta de

imbricación, y nos llevan a cuestionar la capacidad de los parques científicos y de los polos tecnológicos a la hora de promover la capacidad innovadora y competitiva de forma más amplia en el marco de las industrias locales (especialmente PYMEs) como un requisito previo para el desarrollo regional endógeno (Asheim y Cooke, 1998; Longhi y Quéré, 1993).

■ 2.5. CLUSTERS Y LA CREACIÓN DE VENTAJAS COMPETITIVAS

En los últimos años el concepto de *cluster* se ha convertido en una especie de *Leitmotiv*, tanto en ámbitos académicos como en discusiones políticas acerca del desarrollo económico regional (Asheim, Cooke y Martin, 2006). ¿Qué es, pues, un *cluster*? En un reciente artículo, Porter define los *clusters* como “concentración geográfica de empresas e instituciones interconectadas en un campo particular. Los *clusters* engloban un conjunto de industrias y otras entidades importantes para la competitividad vinculadas. Incluyen, por ejemplo, proveedores de insumos especializados, como componentes, maquinaria y servicios, y proveedores de infraestructura especializada. A menudo los *clusters* también se extienden hacia abajo, incluyendo canales y consumidores y, lateralmente, hacia productores de productos complementarios y hacia empresas en industrias relacionadas por habilidades, tecnologías e insumos comunes. Finalmente, muchos *clusters* incluyen gobiernos y otras instituciones —tales como universidades, agencias normativas de estándares, *think tanks*, proveedores de formación vocacional y asociaciones de comercio— que aportan formación especializada, educación, información, investigación y soporte tecnológico” (Porter, 1998, pág. 78).

En contraste, el concepto de *cluster* original de Porter era básicamente un concepto económico según el cual “las industrias exitosas de una nación habitualmente están vinculadas a través de relaciones verticales (compradores/proveedores) o horizontales (clientes comunes, tecnología, etc.)” (Porter, 1990, pág. 149). Estas ideas coinciden esencialmente con las postuladas por Perroux al principio de los años cincuenta. Perroux argumentaba que se podía hablar de “polos de crecimiento” (o “polos de desarrollo” en una fase posterior de sus escritos) en “espacios económicos abstractos” definidos como relaciones verticales de un sistema de producción, así como de relaciones horizontales de un sector, en los que las empresas estaban vinculadas a través de una “industria clave” innovadora de forma que configuraran un complejo industrial. De acuerdo con este autor, el potencial de crecimiento y competitividad de un polo de crecimiento puede intensificarse a través de la aglomeración territorial (Haraldsen, 1994; Perroux, 1970). En cualquier caso, incluso en 1990 Porter argumentaba en la misma línea que Perroux, enfatizando que “el proceso de creación de *clusters*, y el intercambio entre industrias en el *cluster*, también funciona de la mejor manera cuando las industrias relacionadas están geográficamente concentradas” (Porter, 1990, pág. 157).

Porter ha sido criticado a menudo por su falta de rigor académico en lo relativo a su aproximación al estudio y a la definición de los *clusters*. Martin y Sunley (2003), por ejemplo, identifican una mayor fuente de confusión en el trabajo de Porter para definir y estudiar la existencia de *clusters* y los efectos de las dinámicas de éstos. Los autores identifican dos problemas de definición principales en los escritos de Porter. El primero radica en la delimitación de los *clusters*, tanto espacial como sectorialmente. Sectorialmente resulta una cuestión difícil delimitar el *cluster* con respecto a la gama de actividades incluidas y los vínculos entre ellas, así como los requerimientos para el grado de especialización sectorial. Espacialmente, resulta confuso en el marco de límites en los que las “verdaderas” dinámicas de *clusters*, por ejemplo los efectos de derrame (*spillovers*), pueden surgir y actuar. En segundo lugar, los autores señalan el hecho de que la dimensión social, considerada tan relevante como catalizador de las dinámicas de *clusters*, está insuficientemente definida teóricamente y desarrollada en su visión de los mismos.

Malberg (2003) atribuye parte importante de esta confusión conceptual con respecto a los *clusters* al hecho de que pueden entenderse tanto como un fenómeno industrial como espacial, es decir, bien confinados a un sistema industrial definido desde una perspectiva funcional (nacional), bien definido por límites geográficos (regionales). Pero en lugar de considerar estas múltiples definiciones de los *clusters* como problemáticas, Malmberg parece aceptar la posibilidad de utilizar ambas definiciones. En este punto coincide con la visión de Malberg según la cual es necesario operar simultáneamente con ambas conceptualizaciones de *cluster*, ya que es una cuestión relativamente normal encontrar *clusters* (geográficos) de ramas especializadas que forman parte de un *cluster* (económico) nacional de la misma rama.

Porter (2000) argumenta que la existencia de un *cluster* tiene efectos positivos sobre la ventaja competitiva las empresas por diferentes vías, siendo una de ellas el impacto positivo sobre la capacidad innovadora de las empresas que configuran el *cluster*. De acuerdo con Porter “desenredar la paradoja de la localización en una economía global revela una serie de claves acerca de la manera en la que las empresas crean continuamente ventajas competitivas. Lo que pasa *dentro* de las empresas es importante, pero los *clusters* demuestran que el entorno *exterior* a las compañías desempeña en rol igual de relevante (Porter, 1988, página 78). La presión para innovar es promovida a través de la rivalidad local, incrementando la necesidad de ser innovador entre empresas en el *cluster*. Es más, la co-localización y proximidad facilitan aún más el aprendizaje a través de una colaboración e interacción más estrecha con otras empresas simulando actividades innovadoras. La co-localización en el seno de un *cluster*, por lo tanto, permite fuertes relaciones entre productores y proveedores, integrando a los proveedores locales en el proceso de innovación. Más aún, el mercado de trabajo especializado es uno de los componentes más importantes a este respecto,

al proveerles a las empresas en el *cluster* trabajadores cualificados, que son necesarios a fin de mejorar el resultado innovador de los *clusters* (véase Porter, 2000). Por lo tanto, Porter afirma que “un *cluster* vibrante puede ayudar a cualquier empresa en cualquier industria a competir de formas más sofisticadas, utilizando las más avanzadas y relevantes habilidades y tecnologías” (Porter, 1988, pág. 86).

Lo que indica la extensión de la definición de *cluster* aportada por Porter —incorporando las agencias públicas y las infraestructuras de conocimiento— es una ampliación y profundización de la cooperación que tiene lugar en un *cluster*. La forma originaria y más simple de cooperación dentro de un *cluster* puede describirse a menudo como una relación territorial integrada *input-output* (cadena de valor), que puede ser apoyada por redes sociales informales, pero que también puede tener lugar en forma de transacciones de mercado entre un subcontratista de capacidades y una empresa cliente. El siguiente paso a la hora de establecer formalmente redes empresariales, consiste en la integración funcional de colaboración en la cadena de valor, así como en la creación de una red competencial entre las empresas colaboradoras. Una distinción entre *clusters* definidos como relaciones *input-output* y redes es que la proximidad es la variable constitutiva en el primer caso, en tanto que las redes representan un paso hacia una forma más sistémica (es decir planificada) de cooperación, además de un desarrollo desde una visión vertical hacia una forma horizontal de cooperación, que promueve de forma más eficiente el aprendizaje y la innovación en el sistema. El desarrollo hacia formas más planificadas de cooperación es formalizado, y llevada un paso más allá, a través de la creación de sistemas (regionales) de innovación.

■ 2.6. BASES DE CONOCIMIENTO Y EL MARCO INSTITUCIONAL: CONECTANDO CLUSTERS Y SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN

La literatura ha dedicado hasta la fecha relativamente poca atención a clarificar conceptualmente el vínculo entre los *clusters* y los sistemas regionales de innovación de forma explícita. El hecho de que la extensión del concepto de *cluster* de Porter (2000) más o menos elimine las diferencias entre *clusters* y sistemas de innovación regionales —al distinguir entre la base de conocimiento de los *cluster* y las formas de vínculo con el sistema regional de innovación— las diferentes sendas de desarrollo de los *clusters* “puros” —en los que los sistemas regionales de innovación se construyen a fin de apoyar la innovación en industrias ya establecidas—, y el establecimiento de relaciones entre *clusters* y sistemas de innovación regionales de la formación de *clusters* para promocionar las industrias emergentes (basadas en nuevos conocimientos), no obsta a que este vínculo pudiese explicarse de forma más sistemática. En consecuencia, hallamos diferentes lógicas tras la cons-

trucción de sistemas regionales de innovación contingentes a la base de conocimiento de la industria a la que se dirige, así como a la infraestructura tecnológica que resulta accesible. En un sistema regional de innovación territorialmente anclado, el énfasis se sitúa en procesos de aprendizaje interempresariales, localizados, dependientes de la senda tecnológica, que a menudo engloban innovaciones basadas en conocimiento sintético. El papel desempeñado por la infraestructura de conocimiento regional se dirige, por lo tanto, principalmente a servicios específicos de una industria y a la resolución de problemas concretos en el corto plazo. En un sistema de innovación nacional regionalizado, la I+D y la investigación científica ocupan un lugar mucho más destacado. La innovación se sustenta principalmente sobre el conocimiento analítico. No obstante, los vínculos entre las industrias locales existentes y la infraestructura de conocimiento están sólo débilmente desarrollados. En su lugar alberga el potencial de promover nuevas industrias en el inicio de su ciclo de vida tecnológico e industrial. En esto, el rol de la infraestructura de conocimiento regionalizada resulta fundamental, al proveer la pieza angular para el desarrollo de *clusters* (a través de la precaria tarea de comercializar la ciencia). De forma similar al sistema de innovación nacional regionalizado, en el sistema de innovación imbricado en redes la infraestructura de conocimiento desempeña un papel indispensable, si bien territorialmente más anclado. Pero, en contraste con el anterior, el *cluster* no es guiado totalmente por la ciencia, sino que representa una combinación de un modelo guiado por la ciencia y por el mercado.

En comparación con el sistema regional de innovación territorialmente anclado, los SRI imbricados en redes a menudo entrañan tecnologías más avanzadas, combinando conocimientos analíticos y sintéticos, además de vínculos entre la universidad y la industria local mejor desarrollados y más sistémicos. En tanto que los SRI territorialmente anclados se encuentran a menudo en industrias maduras y los sistemas nacionales de innovaciones regionalizadas se encuentran en industrias emergentes, los sistemas regionales de innovación imbricados en redes pueden típicamente apoyar varios tipos de industrias en diferentes fases del ciclo de vida. Las empresas y la infraestructura de conocimiento forman un conjunto dinámico, combinando apoyos *ex post* para la solución de problemas incremental y un apoyo *ex ante* para prevenir estancamientos tecnológicos y cognitivos. El cuadro 3 muestra combinaciones de diferentes tipos de sistemas regionales de innovación y de bases de conocimiento.

A fin de profundizar aún más en el entendimiento del rol y formas de actuación de los diferentes tipos de sistemas de innovación regionales en una economía globalizada, debe explorarse la cuestión acerca de las estructuras de gobernación y los marcos de apoyo regulador e institucional, tanto en el plano regional como nacional. De especial relevancia resulta el vínculo entre los mayores marcos institucionales del sistema nacionales empresarial y de innovación y el carácter del sistema de innovación regional. Al postular este

CUADRO 3

TIPOS DE SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN Y DE BASES DE CONOCIMIENTO

TIPO DE CONOCIMIENTO TIPO DE SRI	ANALÍTICO/CIENTÍFICO	SINTÉTICO/INGENIERÍA	SIMBÓLICO/CREATIVO
SRI territorialmente anclados		Distritos industriales Emilia Romagna (maquinaria)	“Ciudad de la Publicidad” Soho (Londres)
SRI imbricado en redes	<i>Clusters</i> regionales Universidad regional (inalámbrico en Aalborg)	<i>Clusters</i> regionales Universidad técnica regional (Baden-Württemberg)	Barcelona como la ciudad de diseño
SNI regionalizado	Parques científicos/ technopolis (biotecnología, TIC)	<i>Cluster</i> industriales (nacionales) Industria naval noruega	

argumento acerca de la correspondencia general entre las características macro-institucionales de la economía y la forma y carácter dominantes de su sistema de innovación regionales se enlaza con el enfoque teórico de las “variedades de capitalismo” y de los sistemas empresariales nacionales (Asheim y Gertler, 2005; Hall y Soskice, 2001; Lundvall y Maskell, 2000; Whitley, 1999).

Esta cuestión acerca de las formas de gobernación ha sido tratada recientemente (si bien de forma indirecta) por Cooke (2004), quien, basándose en estudios referidos a la industria biotecnológica en el Reino Unido, los Estados Unidos y Alemania, ha introducido una distinción entre el sistema de innovación regional tradicional (que denomina sistemas de innovación regionales institucionalizados —IRIS por su acrónimo inglés—) y el sistema de la nueva economía (NEIS), que también denomina un sistema de innovación regional empresarial (ERIS). El IRIS tradicional (más típico de las regiones alemanas y de las regiones de los países nórdicos cuyas industrias se derivan principalmente de bases de conocimiento sintético) se caracteriza por los efectos positivos de las relaciones sistémicas entre la estructura productiva y la infraestructura de conocimiento regionalmente anclada en redes de estructuras de gobierno y apoyando marcos reguladores e institucionales en el plano nacional. Por el contrario, los NEIS y ERIS (que se encuentran en los Estados Unidos, el Reino Unido y en las economías anglo-americanas), carecen de estos fuertes elementos sistémicos, y en su lugar obtienen su dinamismo del capital riesgo local, emprendedores, científicos, la demanda de mercado e incubadoras para apoyar la innovación que se deriva principalmente de bases de conocimiento analítico. En consecuencia, Cooke denomina esto un sistema “conducido

por capital inversión". Este tipo de sistema resulta naturalmente más flexible y ajustable y, en consecuencia, no corre el mismo riesgo de desembocar en un situaciones de estancamiento que un sistema de innovación regional tradicional atrapado en una dependencia de senda de viejas trayectorias tecnológicas. Por otro lado, los sistemas de innovación de la nueva economía no parecen tener la misma estabilidad en el largo plazo y apoyo tecnológico para trayectorias tecnológicas históricas, dando lugar a importantes preguntas acerca de su sostenibilidad económica en el largo plazo (Asheim y Gertler, 2005).

El sistema de innovación regional tradicional (IRIS) puede tipificarse en una región como la de Baden-Württemberg en Alemania, y este tipo sistema resulta altamente compatible con el marco económico de una economía de mercado coordinada, en tanto que el sistema de innovación de la nueva economía (ERIS) (por ejemplo, Silicon Valley) refleja el marco institucional de una economía liberal de mercado (Asheim y Gertler, 2005). En cualquier caso, incluso si se dan tendencias de actuaciones económicas diferenciadas (la economías de mercado coordinadas tienen su fuerte en una diversificada producción de calidad, mientras que la fuerza de las economías de mercado liberales radica en industrias caracterizadas por actividades de innovación radical), ambos tipos de sistemas de innovación pueden sostener, apoyar y promover una economía basada en el conocimiento, si una economía así se entiende como algo más que una economía basada en la ciencia. Por lo tanto, podría dar lugar a malentendidos innecesarios con respecto a las recomendaciones políticas si los ERIS se asocian a un sistema de innovación basado en el conocimiento y los IRIS con sistemas de innovación "normativamente estilizados", tal y como sugiere Heidenreich (2004). Este autor mantiene que en sistemas de innovación normativamente vinculados, la calculabilidad y estabilidad es mucho más importante que la revisión de expectativas no alcanzadas. Esto se refiere a la

CUADRO 4

FORMAS DE DIRECCIÓN DE SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN (Cooke, 2001)

ERIS (SRI empresarial)	IRIS (SRI institucional)
Guiado por capital inversión	Guiado por I+D/aprendizaje interactivo
<i>Start-ups</i> seriales	Imbricado en redes
Enfocados hacia el mercado	Enfocado hacia la tecnología/producción
Innovaciones radicales	Innovaciones incrementales
Incubadoras (relaciones universidad-industria)	<i>Clusters</i>
Ofertas públicas iniciales	Prestamos bancarios
Economía basada en el conocimiento	Economías de aprendizaje

dominancia de subsistemas “normativamente estilizados” (Heidenreich, 2004, pág. 509), en tanto que en sistemas de innovación basados en el conocimiento (ERIS) “las estrategias de innovación de las empresas están menos restringidas por consideraciones legales, políticas, éticas y sociales; están más estrechamente vinculadas a perspectivas económicas, científicas y tecnológicas” (Heidenreich, 2004, pág. 510). Aunque esto no es en sí mismo una descripción totalmente incorrecta de las diferencias entre las economías de mercado coordinadas y de las liberales de mercado, conlleva implícitamente una visión normativa de la superioridad de los sistemas ERIS y de la economía de mercado liberal, que podría ser rebatida claramente si se tomaran en consideración las consecuencias sociales del crecimiento económico de forma más amplia.

■ 2.7. CONCLUSIONES: ¿PUEDEN EXISTIR SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN?

Como ya se ha enfatizado, los sistemas regionales de innovación han desempeñado —y continuarán haciéndolo— un papel estratégico en la promoción de la innovación y competitividad de una región. El enfoque de los SRI recientemente se ha visto reforzado al haberse dirigido la atención hacia la necesidad —percibida por los *policy makers* tanto de la UE como en el plano regional— de *construir* ventajas regionales (Asheim *et al.*, 2006). Esto es el resultado de una creciente competición por parte de países recientemente industrializados, como Taiwán, Corea del Sur, Singapur, así como países que están acortando rápidamente las distancias, tales como China e India. A este respecto, coincidimos en que esa ventaja construida es considerada como el siguiente paso evolutivo en el desarrollo económico regional (Cooke y Leydensdorff, 2006). Mientras que la teoría de la ventaja comparativa es criticada por descartar el papel del cambio tecnológico y la innovación en general, la teoría de la ventaja competitiva se considera demasiado enfocada en el mercado. La teoría de la ventaja construida permite prestarle una mayor atención al papel e impacto del sector público y del apoyo a través de políticas, reconociendo en mayor grado la importancia de las complementariedades privado-público en economías de conocimiento, que lo que ocurre en los otros dos tipos de teorías, en lugar del fallo de mercado, la razón para la intervención política es la reducción de los déficit de interacción o conectividad que se sitúan en el centro del enfoque de los sistemas regionales de innovación.

Por lo tanto, estoy en desacuerdo con Bathelt (2003), cuando argumenta que “parece dudoso que la innovación y los procesos de producción específicos de la región estén típicamente vinculados a la existencia de sistemas regionales de innovación. Presuponer la existencia de estos sistemas de pequeña escala entraña el riesgo de subestimar la importancia de aquellas instituciones que son negociadas y definidas en el plano del estado-nación.

En cualquier caso, en la realidad los contextos de innovación regionales y nacionales son fundamentalmente diferentes. La configuración productiva regional depende a menudo de estructuras y desarrollos que son modelizados (diseñados) y tienen lugar fuera de la región” (Bathelt, 2003, pág. 797)².

La clave de este desacuerdo radica en la aplicación que Bathelt hace de la “teoría de los sistemas sociales”, que sustituye la dicotomía elemento/relación del enfoque de los sistemas de innovación por una dicotomía sistema/entorno (Kaufmann y Tödtling, 2001). Esto lleva a Bathelt a considerar que uno de los problemas fundamentales de los sistemas regionales de innovación se debe a que “retrata la región como una entidad que alberga una parte importante de la cadena de valor y tiene una estructura de gobierno propia, independiente de su entorno” (Bathelt, 2003, pág. 796). Aparte de los argumentos teóricos formales del sistema, no existe ninguna teoría substancial que sustente este argumento. Empíricamente puede demostrarse que las regiones verdaderamente entrañan gran parte de la cadena de valor (por ejemplo, los distritos industriales italianos) y también que cuentan con una estructura de gobierno relativamente autónoma (por ejemplo, las regiones en Estados federales como Baden-Württemberg en Alemania y Cataluña y el País Vasco en España). Además, en una economía globalizada, caracterizada por la desintegración vertical y bases de conocimientos distribuidas, la perspectiva relevante debería ser la de la *interdependencia* entre regiones y naciones, donde el criterio decisivo debiera ser la localización de las actividades centrales (y no el total de la cadena de valor como tal) y la importancia relativa de sus conexiones a la infraestructura. Con la posible excepción de los Estados Unidos, el argumento según el cual “la configuración productiva a menudo dependen de estructuras y desarrollos diseñados para tener lugar en el exterior” del territorio en cuestión pudiera aplicarse fácilmente a la mayoría de pequeños y medianos países así como a las regiones, especialmente si se trata de miembros instituciones supranacionales como la UE, en los que la “formación regional” ha sido y continúa evolucionando a su ritmo (Cooke, 2007). Cooke (2007) se refiere a la posición de Bathelt como un escrito Listiano “por el que sólo las *naciones* (presumiblemente significando *estados*, dado que existen muchas naciones que carecen de poderes de gobierno económicos plenos) tienen especificidad y que además deben ser sistemas *cerrados*”.

No obstante, resulta esencial reconocer el carácter interconectado de una región en un contexto geográfico más amplio (Howells, 1999). Pero incluso si la investigación ha revelado

² En un artículo reciente, Bathelt (2005) nuevamente subraya su posición arguyendo que “en este plano geográfico [es decir, el regional, nota del autor] es improbable que un sistema auto-referencial pueda desarrollarse, porque las regiones dependen fuertemente de las instituciones nacionales y otras influencias externas, además de carecer de importantes competencias para tomar decisiones políticas. [...] La configuración productiva regional difícilmente puede tener el potencial de alcanzar y retener independencia estructural y reproducir su estructura básica.”

que el plano regional no es ni siempre, ni siquiera habitualmente, suficiente para que una empresa sea innovadora y competitiva (Isaksen, 1999), y que el proceso de aprendizaje se esta insertando de forma creciente en varias formas de redes y sistemas de innovación (en el plano regional, nacional e internacional), la continua importancia del plano regional se ha visto confirmada por los resultados de una encuesta europea comparativa de *clusters* (Isaksen, 2005). En cualquier caso, la encuesta detectó una creciente presencia de corporaciones multinacionales en muchos *clusters*, y también que las empresas en *clusters* producen grandes componentes y llevan a cabo el montaje manufacturero fuera de los *clusters* (Isaksen, 2005). También Tödtling *et al.* (2005) hallaron evidencias empíricas a favor de una *clusterización* debida a la importancia de la interacción social, confianza e instituciones locales. No obstante, también detectan que tanto redes locales como redes distantes se requieren a menudo para proyectos de cooperación exitosos, particularmente para proyectos de innovación y desarrollo de productos, en los que habitualmente es necesario combinar habilidades y competencias locales y no-locales a fin de trascender los límites de la región (véase también Asheim y Restad, 2003; Bathelt *et al.*, 2004; Cooke *et al.*, 2000).

■ BIBLIOGRAFÍA

- AMIN, A., y COHENDET, P. (2003), *Architectures of Knowledge*, Oxford, Oxford University Press.
- ASHEIM, B. T. (1995), "Regionale innovasjonssystem - en sosialt og territorielt forankret teknologipolitikk", *Nordisk Samhällsgeografisk Tidskrift*, n.º 20: 17-34.
- (1998), "Territoriality and Economics: On the Substantial Contribution of Economic Geography", en: JONSSON, O., y OLANDER, L-O. (eds.) (1998), *Economic Geography in Transition*, The Swedish Geographical Yearbook, vol. 74, Lund: 98-109.
- (2000), "Industrial districts: The contributions of Marshall and beyond", en: CLARK, G.; FELDMAN, M., y GERTLER, M. (eds.), *The Oxford Handbook of Economic Geography*, Oxford, Oxford University Press: 413-431.
- (2001), "Learning regions as development coalitions: Partnership as governance in European workfare states?", *Concepts and Transformation. International Journal of Action Research and Organizational Renewal*, 6, 1: 73-101.
- ASHEIM, B. T., e ISAKSEN, A. (1997), "Location, agglomeration and innovation: Towards regional innovation systems in Norway?", *European Planning Studies*, 5, 3: 299-330.
- ASHEIM, B. T., y COOKE, P. (1998), "Localised innovation networks in a global economy: A comparative analysis of endogenous and exogenous regional development approaches", *Comparative Social Research*, vol. 17, JAI Press, Stamford, CT: 199-240.
- (1999), "Local learning and interactive innovation networks in a global economy", en: MALECKI, E., y OINAS, P. (eds.), *Making Connections: Technological learning and regional economic change*, Aldershot, Ashgate: 145-178.
- ASHEIM, B. T., e ISAKSEN, A. (2002), "Regional Innovation Systems: The Integration Of Local «Sticky» And Global «Ubiquitous» Knowledge", *Journal of Technology Transfer*, 27: 77-86.
- ASHEIM, B. T., y HERSTAD, S. J. (2003), "Regional innovation systems, varieties of capitalism and non-local relations: Challenges from the globalising economy", en: ASHEIM, B. T., y MARIUSSEN, Å. (eds.), *Innovations, Regions and Projects*, Nordregio, R 2003: 3, Stockholm: 241-274.
- ASHEIM, B. T., y GERTLER, M. S. (2005), "The Geography of Innovation: Regional Innovation Systems", en: FAGERBERG, J.; MOWERY, D., y NELSON, R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford, Oxford University Press: 291-317.

- ASHEIM, B. T., y COENEN, L. (2006), "Contextualising regional innovation systems in a globalising learning economy: On knowledge bases and institutional frameworks", *Journal of Technology Transfer*, 31: 163-173.
- ASHEIM, B. T.; COOKE, P., y MARTIN, R. (eds.) (2006): *Clusters and Regional Development*, Oxford, Routledge.
- ASHEIM, B. T.; ISAKSEN, A.; NAUWELAERS, C., y TÖDTLING, F. (eds.) (2003), *Regional Innovation Policy for Small-Medium Enterprises*, Cheltenham, Edward Elgar.
- ASHEIM, B. T., et al. (2006), "Constructing Regional Advantage: Principles, Perspectives, Policies", *European Commission*, DG Research Report, Brussels.
- BATHELT, H. (2003), "Geographies of Production: Growth Regimes in Spatial Perspectives 1 - Innovation, Institutions and Social Systems", *Progress in Human Geography*, 27, 6: 789-804.
- (2005), "Geographies of Production: Growth Regimes in Spatial Perspectives 2 - Knowledge Creation and Growth in Clusters", *Progress in Human Geography*, 29, 2: 204-216.
- BATHELT, H.; MALMBERG, A., y MASKELL, P. (2004), "Clusters and Knowledge: Local Buzz, Global Pipelines and the Process of Knowledge Creation", *Progress in Human Geography*, 28, 1: 31-56.
- CHRISTOPHERSON, S. (2002), "Why Do National Labor Market Practices Continue to Diverge in the Global Economy? The «Missing Link» of Investment Rules", *Economic Geography*, 78, 1: 1-20.
- COENEN, L.; MOODYSSON, J.; RYAN, C.; ASHEIM, B. T., y PHILLIPS, P. (2006), "Comparing a pharmaceutical and an agro-food bioregion: on the importance of knowledge bases for socio-spatial patterns of innovation", *Industry and Innovation*, 13, 4: 393-414.
- COOKE, P. (1992), "Regional innovation systems: Competitive regulation in the New Europe", *Geoforum*, 23: 365-382.
- (1998), "Introduction: Origins of the concept", en: BRACZYK, H.; COOKE, P., y HEIDENREICH, M. (eds.), *Regional Innovation Systems*, London, UCL Press: 2-25.
- (2001), "Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy", *Industrial and Corporate Change*, 10, 4: 945-974.
- (2004), "Integrating Global Knowledge Flows for Generative Growth in Scotland: Life Sciences as a Knowledge Economy Exemplar", en: POTTER, J. (ed.), *Inward Investment, Entrepreneurship and Knowledge Flows in Scotland - International Comparisons*, Paris, OECD: 73-96.
- (2007), "Regional Innovation Systems, Asymmetric Knowledge and the Legacies of Learning", en RUTTEN, R., y BOEKEMA, F. (eds.), *The Learning Region: Foundations, State-of-the-Art, Future*, Cheltenham, Edward Elgar (forthcoming).
- COOKE, P., y MORGAN, K. (1998), *The Associational Economy: Firms, Regions and Innovation*, Oxford, Oxford University Press.
- COOKE, P., y LEYDESORFF, L. (2006), "Regional Development in the Knowledge-Based Economy: The Construction of Advantage", *The Journal of Technology Transfer*, 31, 1: 5-15.
- COOKE, P.; BOEKHOLT, P., y TÖDTLING, F. (2000), *The Governance of Innovation in Europe. Regional Perspectives on Global Competitiveness*, London, Pinter.
- COOKE, P.; URANGA, M. G., y ETXEBARRIA, G. (1998), "Regional Systems of Innovation: An Evolutionary Perspective", *Environment and Planning A*, 30: 1563-1584
- DEFILIPPI, R. J., y ARTHUR, M. B. (1998), "Paradox in Project-based Enterprise: The Case of Film Making", *California Management Review*, 42: 186-191.
- EDQUIST, C. (ed.) (1997), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations*, London, Printer.
- FAGERBERG, J., MOWERY, D., y NELSON, R. (eds.) (2005), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford, Oxford University Press.
- FREEMAN, C. (1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons From Japan*, London, Pinter.
- GERTLER, M. S., y WOLFE, D. A. (2004), "Ontario's regional innovation system: the evolution of knowledge-based institutional assets", en: BRACZYK, H.; COOKE, P., y HEIDENREICH, M. (eds.), *Regional Innovation Systems* (second edition), London, Taylor and Francis.
- GILPIN, R. (1996), "Economic Evolution of National Systems", *International Studies Quarterly*, 40: 411-443.
- GRABHER, G. (2002), "Cool Projects, Boring Institutions: Temporary Collaboration in Social Contexts", *Regional Studies*, 33, 3: 205-214.

- GRANOVETTER, M. (1985), "Economic action and social structure: The problem of embeddedness", *American Journal of Sociology*, 91: 481-510.
- HALL, P., y SOSKICE, D. (eds.) (2001), *Varieties of Capitalism: The Institutional Foundations of Comparative Advantage*, Oxford, Oxford University Press.
- HARALDSEN, T. (1994), *Teknologi, økonomi og rom - en teoretisk analyse av relasjoner mellom industrielle og territoriale endringsprosesser*, Doctoral dissertation, Department of social and economic geography, Lund University, Lund University Press, Lund.
- HEIDENREICH, M. (2004), "The Dilemmas of Regional Innovation Systems", en: COOKE, P.; HEIDENREICH, M., y BRACZYK, H. J. (eds.), *Regional Innovation Systems* (second edition), London, Routledge: 497-538.
- HENRY, N. et al. (1995), "Along the road: R&D, society and space", *Research Policy*, 24: 707-726.
- HOWELLS, J. (1999), "Regional Systems of Innovation?", en: ARCHIBUGI, D. et al. (eds.), *Innovation Policy in a Global Economy*, Cambridge, Cambridge University Press.
- ISAKSEN, A. (ed.) (1999), *Regionale Innovasjonssystemer. Innovasjon og Læring i 10 Regionale Næringsmiljøer*, STEP-report R-02, Oslo, The STEP-group.
- (2005), "Regional Clusters Building on Local and Non-Local Relationships", en: LAGENDIJK, A., y OINAS, P. (eds.), *Proximity, Distance and Diversity: Issues on Economic Interaction and Local Development*, Aldershot, Ashgate: 129-152.
- JOHNSON, B. et al. (2002), "Why All This Fuss About Codified and Tacit Knowledge?", *Industrial and Corporate Change*, 11: 245-262.
- KAUFMANN, A., y TÖDTLING, F. (2001), "Science-Industry Interaction in the Process of Innovation: The Importance of Boundary-Crossing Between Systems", *Research Policy*, 30: 791-804.
- LAESTADIUS, S. (1998), "Technology Level, Knowledge Formation and Industrial Competence in Paper Manufacturing", en: ELIASSON, G., y GREEN, C. (eds.), *The Micro Foundations of Economic Growth*, Ann Arbor, The University of Michigan Press: 212-226.
- LAM, A. (2000), "Tacit Knowledge, Organizational Learning and Societal Institutions: An Integrated Framework", *Organization Studies*, 21, 3: 487-513.
- LASH, S., y URRY, J. (1994), *Economies of Signs & Space*, London, Sage.
- LONGHI, C., y QUÉRE, M. (1993), "Innovative networks and the technopolis phenomenon: The case of Sophie-Antipolis", *Environment and Planning C, Government & Policy*, 11: 317-330.
- LUNDVALL, B. Å. (ed.) (1992), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Printer.
- LUNDVALL, B. Å., y BORRAS, S. (1997), "The Globalising Learning Economy: Implications for Innovation Policy", Luxembourg, European Communities.
- LUNDVALL, B. Å., y MASKELL, P. (2000), "Nation States and Economic Development", en: CLARK, G.; FELDMAN, M., y GERTLER, M. (eds.), *The Oxford Handbook of Economic Geography*, Oxford, Oxford University Press: 353-372.
- MARTIN, R. (2000), "Institutional Approaches in Economic Geography", en: SHEPPARD, E., y BARNES, T. (eds.), *A Companion to Economic Geography*, Oxford, Basil Blackwell: 77-94.
- MARTIN, R., y SUNLEY, P. (2003), "Deconstructing clusters: chaotic concept or policy panacea?", *Journal of Economic Geography*, 3, 1: 5-35.
- MALMBERG, A. (2003), "Beyond the cluster: Local milieus and global connections", en: PECK, J., y YEUNG, H. (eds.), *Remaking the Global Economy*, London, Sage.
- MASKELL, P. et al. (1998), *Competitiveness, Localised Learning and Regional Development*, Routledge, London.
- NELSON, R. (ed.) (1993), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press.
- NIGHTINGALE, P. (1998), "A Cognitive Model of Innovation", *Research Policy*, 27: 689-709.
- NONAKA, I., y TAKEUCHI, H. (1995), *The Knowledge Creating Company*, Oxford - New York, Oxford University Press.
- NONAKA, et al. (2000), "SECI, Ba and Leadership: a Unified Model of Dynamic Knowledge Creation", *Long Range Planning*, 33: 5-34.

- PERRoux, F. (1970), "Note on the Concept of Growth Poles", en: McKEE, D., et al. (eds.), *Regional Economics: Theory and Practice*, New York, The Free Press: 93-103.
- PIORE, M., y SABEL, C. (1984), *The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity*, Basic Books, New York.
- PORTER, M. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, Worcester, Billing and Sons Ltd.
- (1998), "Clusters and the new economics of competition", *Harvard Business Review*, November-December: 77-90.
- (2000), "Locations, Clusters and Company Strategy", en: CLARK, G.; FELDMAN, M., y GERTLER, M. (eds.), *The Oxford Handbook of Economic Geography*, Oxford, Oxford University Press: 253-274.
- SCOTT, A. (1997), "The Cultural Economy of Cities", *International Journal of Urban and Regional Research*, 2: 323-339.
- (1998), "From Silicon Valley to Hollywood. Growth and Development of the Multimedia Industry in California", en: BRACZYK, H. J.; COOKE, P., y HEIDENREICH, M. (eds.), *Regional Innovation Systems: The Role of Governance in a Globalized World*, London, UCL Press.
- STARKEY, K.; BARNATT, C., y TEMPEST, S. (2000), "Beyond Networks and Hierarchies: Latent Organizations in the UK Television Industry", *Organization Science*, 11: 299-305.
- SYDOW, J., y STABER, U. (2002), "The Institutional Embeddedness of Project Networks: The Case of Content Production in German Television", *Regional Studies*, 35: 215-227.
- SOSKICE, D. (1999), "Divergent Production Regimes: Coordinated and Uncoordinated Market Economies in the 1980s and 1990s", en: KITSCHOLT, H. et al. (eds.), *Continuity and Change in Contemporary Capitalism*, Cambridge, Cambridge University Press: 101-134.
- STORPER, M. (1995), "The resurgence of regional economies, ten years later: The region as a nexus of untraded interdependencies", *European Urban and Regional Studies*, 2: 191-221.
- STORPER, M., y SCOTT, A. (1995), "The wealth of regions", *Futures*, 27, 5: 505-526.
- STREECK, W. (1992), *Social Institutions and Economic Performance - Studies of Industrial Relations in Advanced Capitalist Economies*, New York, Sage Publications.
- TÖDTLING, F. et al. (2005), "Networking and Project Organisation in the Automotive Industry: The Case of Styria", en: Legendijk, A., y OINAS, P. (eds.), *Proximity, Distance and Diversity: Issues on Economic Interaction and Local Development*, Aldershot, Ashgate.
- WHITLEY, R. (1999), *Divergent Capitalism - the Social Structuring and Change of Business Systems*, Oxford, Oxford University Press.

3. MEDICIÓN DE LA INNOVACIÓN: INDICADORES REGIONALES

Mikel Buesa, Mikel Navarro y Joost Heijs

■ 3.1. INTRODUCCIÓN

Siguiendo la línea de análisis que se ha presentado en los capítulos precedentes, nuestro punto de partida ahora es la consideración de que los procesos de generación de conocimientos sobre los que se sustenta la innovación se desarrollan dentro de un sistema en el que interactúan distintos tipos de organizaciones y agentes que ven condicionadas sus decisiones por la configuración del marco institucional en el que operan. Ese sistema de innovación puede ser aprehendido desde distintas perspectivas territoriales, siendo la que aquí nos interesa la que pone el énfasis en el plano regional. Las regiones se han configurado, en efecto, como espacios para la innovación, no sólo como resultado de la existencia de externalidades vinculadas con la geografía y la aglomeración, sino también como consecuencia de una configuración política que ha dado lugar a la aparición de instrumentos y entidades promocionales impulsados por sus instituciones de gobierno y representación. En España, ello ha tenido lugar en el ámbito de las Comunidades Autónomas dentro del proceso mismo de constitución del sistema nacional de innovación¹; y en los otros países de la Unión Europea se ha producido bajo diferentes sistemas de descentralización política y administrativa, de manera que es posible identificar en ellos distintos tipos de entidades territoriales que cuentan con un cierto nivel competencial para desarrollar políticas de innovación².

La complejidad de los sistemas nacionales o regionales de innovación, determinada por la multiplicidad de agentes que operan en ellos, por la existencia de diferentes tipos de instituciones orientadas a su articulación, por la densidad de las relaciones que se establecen entre esos agentes e instituciones y por la variedad de las políticas destinadas a corregir los

¹ Véase para la formación del sistema nacional de innovación en España, Buesa (2003).

² Vid. sobre este asunto Baumert (2006), donde se identifican, dentro de los quince países pertenecientes a la Unión Europea con anterioridad a la última ampliación, 146 regiones que cuentan con competencias administrativas o políticas referentes a la innovación.

fallos de mercado a los que se sujeta la asignación de los recursos destinados a la creación de conocimientos científicos y tecnológicos, hace que para representarlo y medirlo sea necesario recurrir a múltiples variables y, por tanto, a un extenso cuadro de indicadores en el que se puedan trazar todas esas dimensiones.

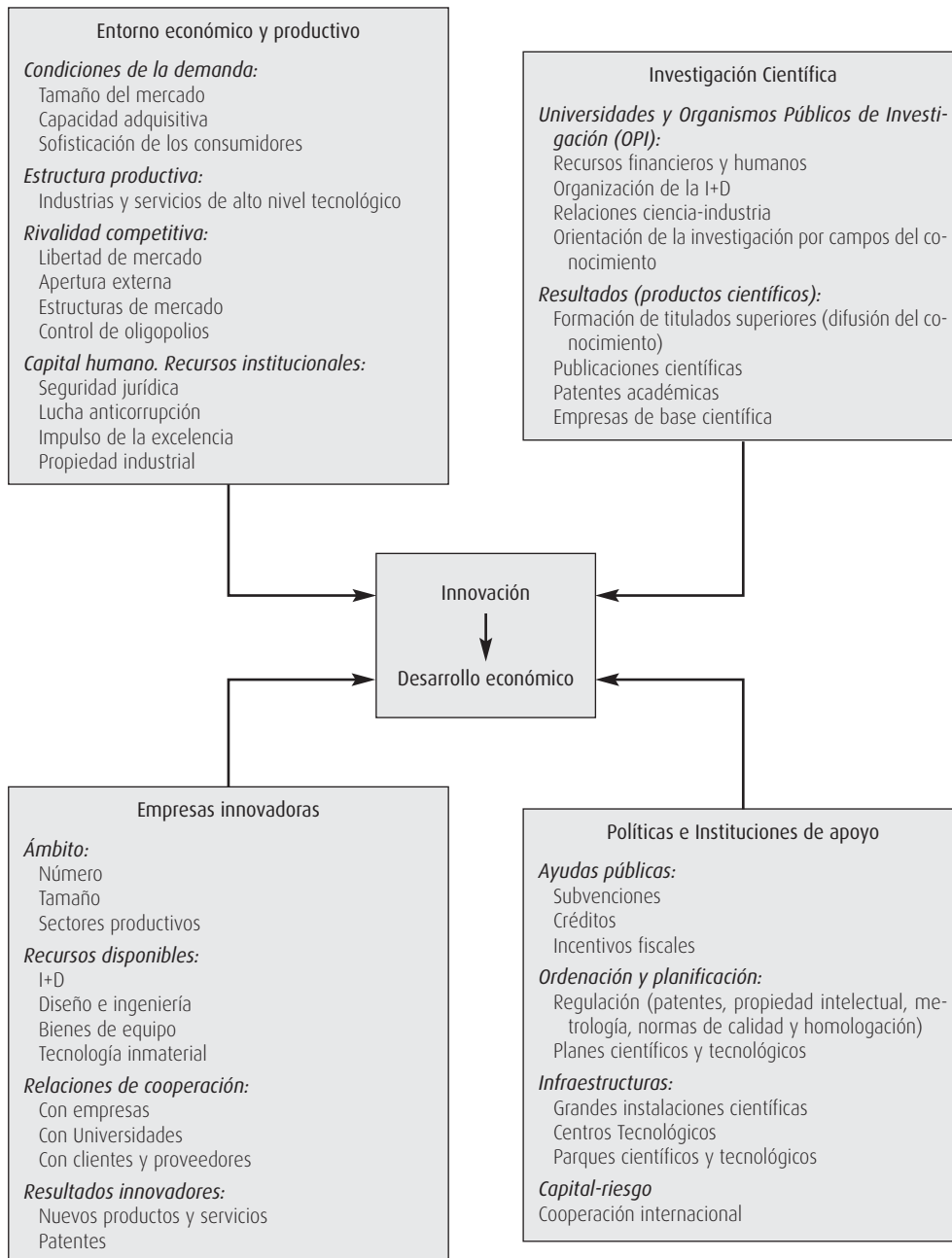
Un cuadro de indicadores referidos a las instituciones y agentes implicados en los procesos de creación de conocimiento tecnológico y de innovación, ha de considerar los recursos destinados a financiar y sostener sus actividades, las formas organizativas bajo las que se realiza la asignación de esos recursos y los resultados que se desprenden de ellos, singularmente aquellos que inciden directa o indirectamente sobre las actividades de producción de bienes y servicios. La complejidad de un cuadro de indicadores así concebido, dependerá de la capacidad que se tenga para identificar los elementos del sistema de innovación y del sistema económico más relevantes y sus interrelaciones, así como de la disponibilidad de datos estadísticos adecuados para medir esas relaciones o, cuando menos, algunos aspectos parciales de ellas que puedan ser considerados como representativos de su evolución.

Consecuentemente con lo anterior, la batería de indicadores a considerar ha de referirse, en primer lugar, a los *recursos y de resultados* de los procesos de innovación, considerando, por una parte, los *inputs* empleados por el sistema de innovación y, por otra, los *outputs* que se derivan de las actividades desarrolladas dentro de él.

Por otra parte, han de tenerse en cuenta las actividades que, de manera esencial, se orientan a obtener nuevos conocimientos, distinguiendo con precisión los ámbitos de *la ciencia y de la tecnología*. A este respecto, debe tenerse en cuenta que la ciencia se orienta al desarrollo del conocimiento abstracto de carácter general [Pavitt, 1991] y se sujeta a reglas específicas de validación —básicamente la divulgación completa de sus resultados y el reconocimiento social de sus autores como factor de mérito [Dasgupta y David, 1987]— que hacen que, para asegurar la eficiencia, el acceso a su contenido sea libre [Nelson, 1959; Foray, 1991] y, por tanto, se requieran recursos gubernamentales para su financiación [Nelson, 1959, Arrow, 1962 y Foray, 1991]. En cambio, la tecnología se refiere al conocimiento concreto relacionado con la producción de bienes y servicios, que, además de ser específico, es en buena medida de carácter tácito o implícito [Pavitt, 1991], y cuya obtención se realiza en un marco protegido contra la imitación y sujeto a una norma general de secreto para facilitar su apropiación por los agentes la desarrollan. Ésta es, empero, por lo general incompleta, con lo que las externalidades del conocimiento se desbordan hacia los demás agentes económicos [Cohendet *et al.*, 1998], justificándose así una limitada intervención pública en la correspondiente asignación de recursos [Foray, 1991]. Todo ello hace que, si el análisis se orienta preferentemente al diagnóstico de la capacidad del sistema económico para sustentar su

ESQUEMA 1

ESQUEMA DEL SISTEMA DE INNOVACIÓN Y SUS INDICADORES



desarrollo en la innovación, los indicadores que conciernen a la ciencia hayan de ser tenidos en cuenta con un carácter complementario con respecto a los referidos a la tecnología.

Nuestro propósito en este capítulo es presentar los principales indicadores del sistema de innovación en el ámbito regional, teniendo en cuenta tanto los aspectos metodológicos que les conciernen, como las fuentes de datos de que se dispone para elaborarlos. Ese cuadro de indicadores —que se estructura de acuerdo con el esquema que se presenta en el esquema 1— alude a cuatro grandes capítulos: el entorno económico y productivo de la innovación, la investigación científica, las actividades de creación de conocimiento en las empresas innovadoras y las políticas e instituciones de apoyo a la innovación. Y, dada la creciente importancia que, tanto desde una perspectiva teórica como desde otra empírica, ha adquirido la vinculación entre innovación y competitividad, se añade un epígrafe referido a los principales indicadores que dan cuenta de este último concepto.

■ 3.2. EL ENTORNO ECONÓMICO Y PRODUCTIVO DE LA INNOVACIÓN

De acuerdo con el enfoque evolucionista del cambio tecnológico³, la tecnología es, en esencia, un conjunto de conocimientos expuestos y tácitos que residen en las organizaciones que participan en su creación y utilización. Ello ha colocado a las actividades productivas en el primer plano del análisis de los sistemas de innovación. Ello es así porque el conocimiento sólo puede aprehenderse por medio del aprendizaje que proporciona el estudio —lo que da importancia a la I+D, el diseño y la ingeniería— y la experiencia —lo que remite a la producción—; y, en consecuencia, cuando se examinan los casos concretos debe aludirse a las principales variables que delimitan esas actividades o, como señala Porter, al “entorno en el que las empresas mejoran e innovan y siguen haciéndolo más deprisa y con mejores orientaciones que sus rivales internacionales”⁴. Siguiendo a este autor, puede señalarse que ese entorno comprende una amplia variedad de elementos que pueden agruparse, tal como se ha hecho en el esquema 1, bajo los epígrafes alusivos a las condiciones de la demanda, la estructura productiva, el marco de la rivalidad competitiva y los recursos humanos e institucionales⁵.

³ La raíz de este enfoque hay que buscarla en Nelson y Winter (1982) y su idea de que la innovación tecnológica es el resultado de la búsqueda de soluciones a los problemas de la producción, partiendo de una determinada base de conocimiento y desarrollando un proceso de aprendizaje. Un desarrollo sistemático de las implicaciones de esta idea seminal, es el que expone Dosi (1988). El lector interesado en un balance de los desarrollos teóricos y empíricos del evolucionismo, puede acudir a los trabajos de Arena y Lazaric (2003) y de Dosi y Winter (2003).

⁴ Cfr. Porter (1991), pág. 109.

⁵ Vid. además de Porter (1991), en especial el capítulo III, por su específica orientación al análisis de la innovación, Porter, Furman y Stern (2000).

CUADRO 1

INDICADORES REFERIDOS A LAS CONDICIONES DE LA DEMANDA

INDICADORES	FUENTES
<input type="checkbox"/> Tamaño del mercado (PIB) (Población)	Contabilidad Nacional y Regional Censos de Población
<input type="checkbox"/> Capacidad adquisitiva (PIB por habitante) (Equidad distributiva: Índice de Gini)	Ídem Presupuestos familiares
<input type="checkbox"/> Sofisticación de la demanda (PIB relativo por habitante) (El área de referencia debe ser escogida con criterios convencionales)	Contabilidad y Censos en fuentes internacionales (Eurostat, OCDE)
NOTAS METODOLÓGICAS	
Las metodologías de estimación del PIB y de la Población están bien establecidas y son generalmente homogéneas en todos los países. Ello hace que las comparaciones internacionales sean fiables	
No obstante, en países poco desarrollados existen deficiencias del sistema estadístico que afectan a la fiabilidad de los datos	

El primero de estos epígrafes toma en consideración el tamaño global del mercado —lo que puede aproximarse a través del valor del PIB o el número de habitantes—, la capacidad adquisitiva de la población —que se expresa tanto en el PIB per cápita, como en el grado de equidad distributiva— y la sofisticación de sus gustos, así como su nivel exigencia como consumidores —que pueden abstraerse a partir del PIB relativo por habitante—. Para todos estos elementos se dispone, por lo general de fuentes de información regionalizadas que, como se muestra en el cuadro 1, no presentan problemas metodológicos relevantes.

El segundo de los aspectos del entorno de la innovación, se refiere a la estructura productiva. Este elemento refleja las posibilidades y límites del aprendizaje tecnológico, pues es en las actividades de producción donde tiene lugar la difusión y empleo de los conocimientos que se derivan de aquel. Los indicadores que pueden utilizarse para su análisis se refieren a la distribución del valor añadido entre las distintas ramas de producción de bienes y servicios. Y lo más relevante en este caso es, como se destaca en el cuadro 2, la agregación de los datos en agrupaciones sectoriales que sintetizan las características tecnológicas de esas ramas. A este respecto, la clasificación más usual es la que, con referencia a las industrias manufactureras, ha propuesto la OCDE⁶ y se ha completado por Eurostat para los sectores de servicios⁷. Esta clasificación ha servido en España para la

⁶ Vid. OCDE (1995) y (1997).

⁷ Vid. Eurostat (1998a) y (1998b).

CUADRO 2

INDICADORES REFERIDOS A LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA

INDICADORES	FUENTES
<input type="checkbox"/> Distribución porcentual del VAB por ramas de la producción (Evolución temporal y comparación internacional)	Contabilidad Nacional y Regional Fuentes internacionales (Eurostat, OCDE)
NOTAS METODOLÓGICAS	
Existen limitaciones en cuanto a la desagregación de los datos regionales por ramas de actividad, lo que se deriva en una cierta dificultad para emplear determinados tipos de agrupaciones (por nivel tecnológico, según las trayectorias tecnológicas o teniendo en cuenta el régimen tecnológico). Asimismo, para períodos alejados la disponibilidad de deflatores desagregados sectorialmente es limitada, en especial para las comparaciones internacionales	
Por otra parte, conviene agregar las actividades manufactureras y de servicios según su nivel tecnológico (intensidad en I+D) o su intensidad en conocimiento (empleo de titulados superiores); o bien teniendo en cuenta su trayectoria de innovación o su régimen tecnológico	

recopilación de datos alusivos a los sectores de alta tecnología por parte del INE⁸, que se ofrecen en su página web. Basada en la intensidad directa e indirecta con la que se emplean recursos de I+D —medida a través del gasto con relación al valor de la producción— y, en el caso de los servicios, en el empleo de mano de obra de alta cualificación, su contenido se muestra en el cuadro 3.

Sin embargo, ofrecen un mayor interés teórico las clasificaciones que se basan en los conceptos de trayectoria tecnológica y de régimen tecnológico. Ambos conceptos se derivan de la consideración del carácter acumulativo de los procesos de aprendizaje, la variedad de las fuentes de las que éstos se nutren, la desigualdad de las oportunidades tecnológicas y la multiplicidad de las formas de protección de las innovaciones, y aluden a las formas organizativas de la innovación en las diferentes actividades de producción. Basándose en la identificación la trayectoria tecnológica dominante en las empresas de cada sector a partir de las fuentes de la tecnología, las necesidades de los clientes o usuarios de los productos y las formas de apropiación de los avances en el conocimiento, Keith Pavitt⁹ propuso la taxonomía de patrones sectoriales de cambio tecnológico que se refleja en el cuadro 4 y que se concreta en cuatro tipos de sectores:

— El primero recoge los casos en los que la innovación se basa en la oferta de los proveedores de bienes de equipo, materiales o componentes, así como de los servicios de

⁸ Vid. INE (2002).

⁹ Vid. Pavitt (1984a) y (1984b).

CUADRO 3

NIVEL TECNOLÓGICO DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS

NIVEL TECNOLÓGICO DE LAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS SEGÚN LA OCDE			
Alto	Medio-alto	Medio-bajo	Bajo
Aeroespacial	Vehículos	Productos de minerales no metálicos	Papel y edición
Equipos de oficina e informáticos	Industria Química	Refino petróleo	Alimentos, Bebidas y tabaco
Equipos radio, TV y telecomunicaciones	Maquinaria mecánica	Construcción naval	Madera y corcho
Industria farmacéutica	Maquinaria eléctrica	Metalurgia	Textil y confección
Instrumentos	Material ferroviario y otro material de transporte	Productos metálicos	Muebles
		Caucho y plásticos	Otras manufacturas
SECTORES DE SERVICIOS SEGÚN EUROSTAT			
Alta tecnología	Intensivos en conocimiento*	Otros servicios	
Correos, telecomunicaciones	Transporte naval y aéreo	Comercio mayorista	
Actividades informáticas	Intermediación financiera	Comercio minorista	
Investigación y desarrollo	Seguros y planes de pensiones	Hostelería	
	Actividades inmobiliarias	Transporte terrestre	
	Alquiler de maquinaria	Actividades anexas al transporte	
	Otros servicios a empresas	Saneamiento público	
	Educación	Servicios personales	
	Sanidad y servicios sociales		
	Actividades recreativas, culturales y deportivas		

* Incluye los servicios de alta tecnología.

Fuente: Elaborado a partir de OCDE y Eurostat.

asesoramiento tecnológico, como es el caso de la agricultura, la construcción o los servicios de mercado. Su trayectoria tecnológica se orienta a reducir los costes de producción para poder competir en unos mercados en los que los principales clientes son muy sensibles a los precios.

— El segundo se refiere a los sectores que explotan las economías de escala, tales como los que producen materiales por medio de procesos continuos o los que ofertan bienes de consumo duradero y vehículos. Debido a que se enfrentan a una demanda elástica a los precios que toma también en consideración las variedades ofertadas, su trayectoria tecnológica se orienta a perfeccionar los procesos productivos para reducir costes, así como a la diferenciación de los productos actuando sobre su diseño.

CUADRO 4
TRAYECTORIAS TECNOLÓGICAS SECTORIALES

TIPO DE SECTOR	DETERMINANTES DE LA TRAYECTORIA					CARACTERÍSTICAS MEDIDAS DEL SECTOR			
	SECTORES TÍPICOS	Fuentes de la tecnología	Tipo de usuarios	Métodos de apropiación	TRAYECTORIAS TECNOLÓGICAS	Origen de la tecnología	Orientación de la innovación	Tamaño de los innovadores	Intensidad y dirección de la diversificación tecnológica
Dominado por los oferentes	Agricultura Construcción Servicios de mercado Industrias tradicionales	I+D de los proveedores Servicios de extensión Grandes usuarios	Sensible al precio	Marcas Publicidad Diseño	Reducción de costos	Oferentes	Procesos de producción	Pequeño	Baja-Vertical
Producción intensiva de escala	Materiales (vidrio, acero...) Bienes de consumo duradero Automóvil	Oferentes de equipos I+D Dto. de ingeniería	Sensible al precio	Secreto del proceso y <i>know-how</i> Economía de aprendizaje	Reducción de costos y diseño de productos	Interna Oferentes	Procesos de producción	Grande	Alta-Vertical
Suministradores especializados	Maquinaria Instrumentos	Diseño y desarrollo por los usuarios	Sensible al resultado Eficacia	Diseño <i>Know-how</i> Patentes Relación con los usuarios	Diseño de productos	Interna Clientes	Productos	Pequeño	Baja-concéntrica
De base científica	Electrónica Material eléctrico Química	I+D Ciencia pública Dto. de ingeniería	Sensible al precio y al resultado	I+D Patentes Secreto del proceso Economía de aprendizaje	Reducción de costos y diseño de productos	Interna Oferentes	Procesos de producción y productos	Grande	Baja-vertical o alta-concéntrica

Fuente: Pavitt (1984a).

— El tercero recoge a las empresas que actúan como suministradores especializados de otros sectores, esencialmente a los fabricantes de equipos e instrumentos. En este caso, partiendo de un importante esfuerzo de diseño, así de la comunicación y experimentación con los usuarios, la trayectoria tecnológica se orienta a la obtención de productos diferenciados.

— Y el cuarto se refiere a las empresas que producen bienes en los que se incorpora el conocimiento científico, como las que operan en sectores como la maquinaria eléctrica y electrónica o la industria química. Aquí la trayectoria tecnológica, dependiendo del conocimiento que se absorbe, puede orientarse a la reducción de costes para extender el mercado a un creciente número de usuarios sensibles al precio, o bien al diseño de productos de nuevas variedades que hacen emerger también nuevos mercados.

La otra propuesta aludida, es la que, desarrollando algunas de las ideas de Nelson y Winter, ha sido expuesta por Malerba y Orsenigo con relación a la delimitación de los regímenes tecnológicos schumpeterianos¹⁰. Éstos se conciben como modelos concretos de organización de la actividad tecnológica que reflejan las características sectoriales de la tecnología —como son la oportunidad, la apropiabilidad, las bases del conocimiento y la acumulatividad— y que se expresan a partir de variables como la concentración de las innovaciones, la rotación de los agentes innovadores, la estabilidad en la jerarquía de los innovadores y su distribución por tamaños. Partiendo de un análisis empírico, estos autores proponen una tipología sectorial en la que caben dos tipos regímenes, existiendo también un conjunto de sectores no claramente adscritos a ellos (véase el cuadro 5):

— Por una parte, el *régimen Schumpeter I* o de los *emprendedores*, en el que se recogen los sectores donde la concentración de las actividades innovadoras es baja, los innovadores son de tamaño pequeño, existe una gran turbulencia en cuanto a las empresas que entran y salen del conjunto de las innovadoras y, paralelamente, se registra una reducida estabilidad en cuanto a su presencia dentro de él.

— Y, por otra, el *régimen Schumpeter II* o de *innovación rutinaria*, que reúne las ramas que exhiben una elevada concentración de las actividades innovadoras, un gran tamaño entre los innovadores y una reducida turbulencia en la rotación de las firmas que entran o salen del conjunto de las innovadoras.

El tercer aspecto a considerar en cuanto al entorno de la innovación es el que busca analizar la rivalidad competitiva de las empresas. Ésta favorece la carrera por ofrecer nuevos y

¹⁰ Vid. Malerba y Orsenigo (1990, 1995 y 1996).

CUADRO 5
REGÍMENES TECNOLÓGICOS SECTORIALES¹

RÉGIMEN DE EMPRENDEDORES (I)	RÉGIMEN RUTINARIO (II)	SECTORES NO ADSCRITOS ²
Cuero y calzado	Gas, hidrocarburos y petróleo	Alimentos y tabaco
Muebles	Química orgánica	Minería
Agricultura	Compuestos macromoleculares	Química inorgánica
Química, procesos físicos	Bioquímica e ingeniería biológica y genética	Nuevos materiales
Preparaciones médicas	Aeronáutica	Adhesivos, revestimientos y resinas sintéticas
Procesos químicos para los alimentos y el tabaco	Tecnologías láser	Compuestos químicos varios
Máquinas-herramienta	Óptica y fotografía	Drogas
Automatización industrial	Ordenadores y proceso de datos	Fibras naturales y artificiales, papel
Máquinas industriales y equipos	Otros equipos de oficina	Tratamientos químicos de las fibras naturales o artificiales y el papel
Ferrocarriles y embarcaciones	Componentes electrónicos	Productos químicos para la agricultura
Aparatos para la manipulación de materiales	Telecomunicaciones	Metalurgia
Ingeniería civil e infraestructuras	Sistemas multimedia	Maquinaria agrícola
Ingeniería mecánica	Armas y municiones	Automóviles, motocicletas y otros vehículos terrestres
Tecnologías mecánicas y eléctricas	Tecnología nuclear	Aparatos y sistemas eléctricos
Aparatos eléctricos para el hogar		Electrónica de consumo
Sistemas de iluminación		
Instrumentos de medida y control		
Decoración y artes figurativas		
Otros		

¹ Los sectores se definen como agregados de subclases de la Clasificación Internacional de Patentes.

² Sectores para los que los resultados difieren entre países y no pueden ser adscritos inequívocamente a uno de los dos regímenes definidos en las otras columnas del cuadro.

Fuente: Malerba y Orsénigo (1996).

mejores productos y servicios, reducir los costes y mejorar la eficiencia. Sus determinantes guardan relación con las instituciones que regulan los mercados y la competencia, así como con el nivel de apertura exterior de las economías —pues ésta favorece la rivalidad internacional— y también con el grado de concentración de los mercados —que puede originar una estructura oligopolista en ellos.

Algunos de los indicadores que reflejan estos elementos son los que se reúnen en el cuadro 6. Por una parte, se alude a la importancia relativa del comercio internacional con respecto al PIB, que, en el plano regional, no incluye todas las transacciones exteriores, pues también tienen este carácter las que se realizan en el plano interregional. Dado que estas últimas es-

CUADRO 6

INDICADORES REFERIDOS A LA RIVALIDAD COMPETITIVA

INDICADORES	FUENTES
<input type="checkbox"/> Apertura comercial exterior $[x + M/PIB]$	Estadísticas de comercio exterior
<input type="checkbox"/> Concentración de mercados $[C_i] \left[H = \sum_{i=1}^N S_i^2 \right]$	Estadísticas y directorios industriales
<input type="checkbox"/> Índice de Libertad Económica	The Heritage Foundation
<input type="checkbox"/> Índice de Percepción de la Corrupción	Transparency International
<input type="checkbox"/> Índice de Intensidad Regulatoria Industrial	La Caixa (regiones españolas)
<input type="checkbox"/> Intensidad de Regulación Comercial	Institut Cerdá (regiones españolas)
NOTAS METODOLÓGICAS	
Las estadísticas de comercio exterior, basadas en el control de fronteras y en diversos convenios internacionales, pueden considerarse homogéneas y comparables internacionalmente. Varios organismos internacionales (Eurostat, OCDE, Banco Mundial, ONU) elaboran datos para una multiplicidad de países. En el plano regional, en España se cuenta con datos regularmente publicados por el Departamento de Aduanas de la Agencia Tributaria	
Las estadísticas y censos industriales distan de ser homogéneas por países y existen importantes dificultades para el estudio de la concentración. Para la Unión Europea, Eurostat reúne datos sectoriales del número de empresas y el empleo por países y ramas. En el plano regional español se cuenta con fuentes referentes a cada Comunidad Autónoma, así como con la posibilidad de efectuar explotaciones regionalizadas de las fuentes del INE (Directorio Central de Empresas y Encuestas Industriales y de Servicios)	
El Índice de Libertad Económica recoge 50 variables referidas a las áreas de Política comercial, Carga impositiva del Gobierno, Intervención del Gobierno en la economía, Política Monetaria Flujos de capital e inversión extranjera, Actividad bancaria y financiera, Salarios y precios, Derechos de propiedad, Regulaciones y Actividad del mercado informal. Cada uno de estos capítulos pondera de la misma manera en el Índice y se cuantifican sobre una escala de 1 a 5. Los datos se elaboran para 161 países desde el año 1995, no existiendo una consideración regional en ellos	
El Índice de Percepción de la Corrupción se basa en doce encuestas realizadas por diferentes instituciones en las que se entrevista a residentes y no residentes en los distintos países del mundo acerca de ese fenómeno, así como en informes de expertos. Los <i>rankings</i> obtenidos por esas fuentes se estandarizan por medio de una técnica de correlación de percentiles y se someten a una transformación beta. Se elabora para 163 países	
El Índice de Intensidad Regulatoria Industrial pone en relación la participación de cada Comunidad Autónoma en la producción normativa industrial de carácter regional con la correspondiente al valor añadido de la industria en el total nacional. Comprende el período 1978-2004	
La Intensidad de Regulación Comercial agrega tres variables: el grado de restricción en la concesión de licencias comerciales, la existencia de planes sectoriales de equipamiento comercial y el grado de libertad de horarios comerciales. Su rango va de 0 a 100 y se obtiene para las Comunidades Autónomas en 2005	

tán sesgadas favorablemente por un “efecto frontera” que hace que para las empresas sea más fácil realizar negocios en su mercado nacional que en los mercados extranjeros¹¹, a los efectos que aquí nos ocupan son sólo relevantes las primeras. Por otro lado, también se incluye

¹¹ El “efecto frontera” fue destacado inicialmente, para el caso canadiense, por McCallum (1995) y ha dado lugar a una abundante literatura, siendo destacables los trabajos de Wei (1996), Evans (2003), Anderson y Van Wincoop (2003) y Chen (2004). Para el caso de las regiones españolas, puede verse Minondo (2003) y Gil-Pareja, Llorca-Vivero, Martínez-Serrano y Oliver-Alonso (2005). Asimismo, tiene interés la síntesis elaborada por Minondo (2006).

un indicador sencillo de concentración, pues otros de mayor complejidad son de difícil aplicación en el ámbito regional por la dificultad que supone allegar los datos necesarios¹². Y, en tercer lugar, se mencionan varios índices agregados que hacen referencia a la libertad de mercado, la corrupción y, sólo para las regiones españolas, la intensidad reguladora de sus gobiernos autonómicos.

Estos índices tienen un gran interés al recoger los aspectos de la organización institucional de los mercados que, al mediatizar los procesos de competencia, influyen sobre la innovación y la eficiencia¹³. El primero de los señalados alude a un amplio conjunto de aspectos económicos e institucionales que delimitan el grado de libertad con la que los operadores de los mercados, productores y consumidores, pueden adoptar decisiones referidas a la asignación de los recursos¹⁴, por lo que se puede adoptar como un indicador general del marco institucional de las economías de los países —y de sus regiones— para los que se elabora. El segundo se centra en un problema específico —la corrupción— que actúa como elemento distorsionador de las decisiones de inversión y, por ello, afecta negativamente al desarrollo económico y, por ende, a la innovación¹⁵. Y los dos últimos, que tienen como referente las regiones españolas, toman en consideración el intervencionismo regulador de las Administraciones Públicas en materia industrial y comercial, aspecto éste que ha sido, por el momento, poco explorado¹⁶.

Finalmente, cabe hacer una alusión a los recursos humanos e institucionales con los que se cuenta para el impulso de la innovación en las regiones. El papel de los primeros ha sido ampliamente destacado en la literatura sobre el crecimiento económico endógeno y ha sido, por ello, recogido específicamente por la investigación en materia de innovación aludiendo al concepto de “recursos humanos en ciencia y tecnología” que, de acuerdo con el *Manual de Canberra* de la OCDE¹⁷, reúne a las personas que han completado sus estudios de tercer grado en una disciplina científica o tecnológica, o bien ejercen una profesión científica o técnica que requiere esa formación, aún cuando no se hayan realizado los estudios correspondientes. La medición de este indicador con una desagregación regional, según se muestra en el cuadro 7, puede realizarse a partir de la *Encuesta de Población Activa*,

¹² Sobre las medidas de la concentración y su relación con la formación de estructuras de mercado oligopolistas, vid. Clarke (1993), capítulos 2 y 3, y Cabral (1997), capítulos 2 y 3.

¹³ Vid. Bassanini, Scarpetta y Visco (2000), Scarpetta, Hemmings, Tressel y Woo (2002) y Phelps (2003).

¹⁴ Para los aspectos metodológicos, vid. Miles *et al.* (2005), capítulo 5.

¹⁵ Vid. Transparency International (2006) y Alacaide (2004).

¹⁶ Viv Gual *et al.* (2006) para la presentación de los resultados y para el análisis de su relación con la productividad.

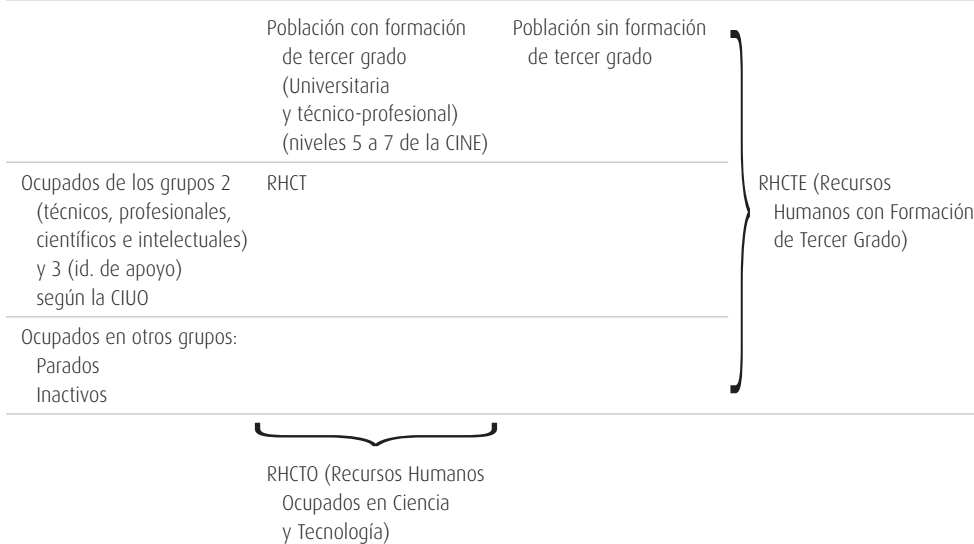
¹⁷ Vid. OECD (1994).

CUADRO 7

INDICADORES REFERIDOS A LOS RECURSOS HUMANOS E INSTITUCIONALES

INDICADORES	FUENTES
<input type="checkbox"/> Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (Personas con formación de tercer grado o que ejercen una profesión científica o técnica con respecto a la Población)	Encuestas sobre población activa
<input type="checkbox"/> Normas jurídicas	
<input type="checkbox"/> Prácticas administrativas	Repertorios legislativos
<input type="checkbox"/> Respeto a los derechos de propiedad	
<input type="checkbox"/> Seguridad jurídica	Encuestas de opinión
<input type="checkbox"/> Gestión de la ciencia y la tecnología	
<input type="checkbox"/> Valoración de la excelencia	

ESQUEMA EXPLICATIVO DEL STOCK DE RHCT



NOTAS METODOLÓGICAS

El indicador de RHCT ha sido poco experimentado debido a su reciente formulación. Las Encuestas sobre Población Activa sólo ofrecen los datos necesarios en los últimos años (en España a partir de 1994) y pueden tener problemas de error de muestreo para las regiones de tamaño reducido. Eurostat ofrece este indicador para los países de la Unión Europea

CINE: Clasificación Internacional Normalizada de la Educación.

CIUO: Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones.

Fuente: Elaborado a partir de OCDE (1995): *Manual de Canberra*.

aunque no cabe descartar que esta fuente, en algunas regiones de dimensión reducida, acarree unos márgenes de error elevados¹⁸. Y por lo que respecta a los recursos institucionales, su importancia estriba en la posibilidad que ofrecen para encauzar el sistema regional de innovación hacia determinadas soluciones que pueden mejorar o, en su caso, empeorar la asignación de recursos, así como encauzar la creatividad de los individuos y las organizaciones hacia la innovación y la competitividad¹⁹.

■ 3.3. LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

La investigación científica se desarrolla principalmente en los OPI y las Universidades. Su orientación, como ya se ha señalado con anterioridad, se dirige principalmente a la obtención de un conocimiento general, de naturaleza abstracta, no específicamente vinculado a los problemas de la producción de bienes y servicios. La validación de ese conocimiento se sujeta a las reglas de difusión pública y completa de sus resultados, de manera que puedan ser replicados y discutidos por la comunidad científica, y de concesión a sus autores de la prioridad en el reconocimiento social de sus logros y, eventualmente, en la asignación de los derechos de propiedad intelectual que pudieran corresponderles. Desde la perspectiva económica, el respeto a estas reglas —que, en lo fundamental, garantizan el libre acceso a su contenido— es estrictamente necesario para asegurar la eficiencia estática, así como para favorecer el aprovechamiento de las externalidades ligadas a la ciencia. Pero ello implica que los incentivos para que el sector privado destine recursos a este tipo de investigación serán mínimos y que, en consecuencia, deba ser el gobierno quien se ocupe de su financiación.

Los principales indicadores sobre la investigación científica se refieren a los recursos que se emplean para su ejecución y a los resultados que se derivan de ella. Los primeros se han recogido en el cuadro 8 y toman en consideración tanto el gasto que se realiza en los OPI y las Universidades para cubrir los costes de los laboratorios, infraestructuras y grupos de investigación, como la dotación de recursos humanos con los que cuentan éstos, sean o no investigadores. Asimismo, dentro de este ámbito se pueden elaborar indicadores alusivos a la organización de esos recursos, como son los que tienen en cuenta el gasto por

¹⁸ Una aplicación de la metodología del Manual de Canberra a partir de la *Encuesta de Población Activa* a las regiones españolas, concretamente a la Comunidad de Madrid, se recoge en Buesa *et al.* (2002), capítulo 4. Sobre los problemas de representatividad de las muestras entrevistadas en la EPA para las regiones de reducida dimensión, vid Buesa, Navarro *et al.* (2001), págs. 66 y 67.

¹⁹ En Buesa (2003), pág. 242, se ofrece una consideración del papel de este tipo de recursos en la formación del sistema nacional de innovación en España.

CUADRO 8

INDICADORES REFERIDOS A LOS RECURSOS EMPLEADOS EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

INDICADORES	FUENTES
<input type="checkbox"/> Gasto en I+D de Universidades y OPI: <ul style="list-style-type: none"> — Como porcentaje del PIB — Por habitante 	Estadística de I+D
<input type="checkbox"/> Personal ocupado en I+D de Universidades y OPI (investigadores y otro personal) <ul style="list-style-type: none"> — Como ‰ de la Población Activa 	
<input type="checkbox"/> Gasto por investigador	
<input type="checkbox"/> Porcentaje del gasto financiado por las empresas	
<input type="checkbox"/> Distribución del gasto en I+D y del personal: <ul style="list-style-type: none"> — Por tipos de investigación (básica, aplicada y de desarrollo) — Por áreas de conocimiento (Biomedicina, Ciencias Exactas y Naturales, Ingeniería y Tecnología, Ciencias Agrarias y Ciencias Sociales y Humanidades) 	
NOTAS METODOLÓGICAS	
La <i>Estadística de I+D</i> es una fuente consolidada y metodológicamente estandarizada en todo el mundo a través del <i>Manual de Frascati</i> de la OCDE. Ofrece datos detallados por agentes, áreas de conocimiento y sectores. Y esos datos están disponibles, por lo general, en series largas. Más allá de alguna peculiaridad nacional, los datos son comparables internacionalmente. La OCDE, Eurostat y el Banco Mundial recopilan datos e indicadores sobre I+D	
Esta fuente presenta algunos <i>inconvenientes</i> : <ul style="list-style-type: none"> — Metodológicamente refleja una concepción lineal de los procesos de cambio tecnológico. Por ello, se limita a un solo tipo de actividades de innovación (la I+D) — No hace referencia a los resultados de la investigación, por lo que no se mide la eficacia con la que se emplean los recursos, ni el impacto económico de la I+D — En el sector empresarial, subestima el papel de las Pyme — Algunas series, en particular las referidas a las Universidades, han experimentado cambios metodológicos frecuentes tanto para estimar el gasto como el personal en equivalencia a dedicación plena, dando lugar a discontinuidades 	
Actualmente, para España, pueden disponerse de datos regionalizados a partir de explotaciones específicas realizadas por el INE. No obstante, esta institución, al igual que Eurostat, publica los indicadores más generales con una desagregación regional	

investigador, la parte de la I+D que financian las empresas —que refleja la intensidad de las relaciones entre la ciencia y la industria²⁰— o la distribución de los mismos por tipos de investigación o áreas de conocimiento.

²⁰ Esta cuestión es relevante, pues esas relaciones son necesarias para la progresión de los procesos de aprendizaje tecnológico en el mundo empresarial, aunque, como señala la OCDE (1998, pág. 88), han de estar limitadas para que la orientación de la investigación científica “no se vea sacrificada o comprometida por el aliciente de la ganancia comercial a corto plazo”. La razón no es otra que las externalidades de la ciencia y su decisiva influencia sobre el desarrollo económico se gestan esencialmente en la investigación básica (Guellec y Van Pottelsberghe [2001], Bassanini y Scarpetta [2001] y OCDE [2001]) por lo que ésta, como ya advirtió Nelson (1959, pág. 150) no se debe ver privada “de las instalaciones universitarias y de los científicos”.

En el cuadro 8 se alude a que la fuente de información más relevante para el estudio de los recursos que se emplean en la investigación científica es la *Estadística de I+D*. Más allá de los aspectos metodológicos más destacados que se sintetizan en el cuadro, conviene anotar que esta fuente se centra en los recursos financieros y humanos que las Administraciones Públicas, las Universidades y centros de enseñanza superior, las empresas y las Instituciones privadas sin fines de lucro dedican al sostenimiento de las actividades de creación de conocimientos científicos y tecnológicos. De acuerdo con el *Manual de Frascati*²¹, el concepto de I+D se refiere a los trabajos o actividades de naturaleza creativa que se desarrollan de una manera sistemática con la finalidad de aumentar los conocimientos científicos y técnicos disponibles, así como los de aplicación de ellos a la obtención de nuevos dispositivos, mecanismos, materiales, productos o procesos. Tales actividades se suelen clasificar en las categorías de investigación básica —cuando su finalidad es el desarrollo de la ciencia fundamental no orientada a un fin o aplicación práctica concreta—, investigación aplicada —que se orienta a la obtención de conocimientos nuevos referentes a un objetivo práctico determinado— y desarrollo tecnológico —que se dirige a resolver los problemas que implica la utilización de los conocimientos científicos en la producción de nuevos bienes, servicios, procedimientos y procesos—. Dos son las implicaciones que tiene este concepto: en primer lugar, que bajo su ámbito sólo se tienen en cuenta actividades de carácter sistemático realizadas con un cierto grado de formalización que requieren una concreción organizativa, normalmente por medio de la constitución de laboratorios o departamentos de investigación; y en segundo término, que el referido concepto excluye un amplio elenco de actividades —como las de difusión del conocimiento científico o las de diseño, ingeniería y adquisición de tecnologías incorporadas y desincorporadas— sobre las que se apoyan los procesos de innovación.

Dados los fines de nuestro trabajo, a los anteriores límites conceptuales de la *Estadística de I+D* hay que añadir, por otra parte, los que se refieren a los criterios de regionalización que sigue el INE para la desagregación de las principales variables. En concreto, a partir de 1987 esa institución siguió un criterio de regionalización basado en la ubicación geográfica de los centros de investigación y la sede de las Universidades y empresas. Hasta 1994 las cifras de gasto se prorratearon por regiones en función de la distribución geográfica del personal ocupado en I+D. En 1995 se introdujo una pregunta referente a la localización del gasto, de modo que son las unidades informantes las que realizan los cálculos correspondientes. Pero debe señalarse que, más allá de las variables referidas al gasto y el personal, no es posible una regionalización directa de los datos, de manera que éstos han de referirse siempre al lugar en el que se domicilian los agentes informantes. Ello hace que las explotaciones a medida que realiza el INE albergan siempre sesgos de difícil control.

²¹ Vid. OECD (1993).

CUADRO 9

INDICADORES REFERIDOS A LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

INDICADORES	FUENTES
<ul style="list-style-type: none"> ❑ Formación de Titulados Superiores [egresados con respecto a la población] 	Estadística de Enseñanza superior
<ul style="list-style-type: none"> ❑ Calidad de las Universidades ❑ Publicaciones Científicas Internacionales: <ul style="list-style-type: none"> — Porcentaje de la producción mundial — Artículos por investigador — Distribución por áreas 	Bases de datos del Institute for Scientific Information (ISI) de Filadelfia (EE.UU.)
NOTAS METODOLÓGICAS	
<p>La calidad de las Universidades es un tema polémico que, en España, no se ha resuelto completamente. Actualmente sólo el diario <i>El Mundo</i> publica una valoración de la calidad docente en la que se tienen en cuenta las cincuenta titulaciones más demandadas en la sociedad española. El nivel de calidad se establece, para cada titulación y a partir de ahí para cada Universidad, teniendo en cuenta 25 indicadores referidos a la demanda de estudios de cada centro, sus recursos humanos y materiales, la estructuración de sus estudios, sus resultados docentes, su actividad de investigación formal y sus relaciones externas; indicadores a los que se añaden los resultados de una encuesta de opinión realizada entre más de 3.000 personas pertenecientes al mundo profesional, las empresas de selección de personal y los profesores universitarios</p>	
<p>Las Bases de Datos del ISI tienen una cobertura importante, aunque limitada sobre todo a las publicaciones en lengua inglesa. Para cubrir las publicaciones en otros idiomas se debe acudir a otras bases nacionales (por ejemplo, en España, las elaboradas por el CSIC; en Francia, la base FRANCIS)</p>	
<p>Estas bases ofrecen información detallada por agentes y áreas de conocimiento, con series temporales largas internacionalmente comparables. Presentan el inconveniente de excluir las publicaciones de libros y monografías. Además, ofrecen los datos en bruto, por lo que es preciso efectuar operaciones de contabilización y construcción de indicadores</p>	
<p>No existen organismos internacionales que elaboren indicadores con una metodología homogénea. En algunos países, esta labor se realiza por instituciones nacionales (por ejemplo, en España, el CINDOC)</p>	

En cuanto a los indicadores sobre los resultados de la actividad científica, en el cuadro 9 se reseñan los más importantes. Éstos aluden, por un lado, a la formación de titulados superiores, bien sean diplomados, licenciados o doctorados, lo que se puede cuantificar por medio de la *Estadística de Enseñanza Superior*. Los datos brutos de esta fuente pueden ser matizados si se tiene en cuenta la calidad docente de las Universidades, de manera que se puede obtener la distribución del número de alumnos o de titulados según el nivel de los centros docentes. En España, actualmente, la única fuente sistemática sobre este tema es el estudio que anualmente publica el diario *El Mundo*. Y, por otro, se refieren a las publicaciones de carácter científico, para lo que se cuenta con las bases de datos del Institute for Scientific Information (ISI) de Estados Unidos que posibilitan una comparación internacional²².

²² En España se cuenta, como en otros países, con bases de datos nacionales. Se trata de las bases ICYT sobre Ciencia y Tecnología, ISOC sobre Ciencias Sociales e IME sobre Biomedicina. Una explotación regionalizada de los datos que contienen esas bases y las de carácter internacional, se realiza anualmente por Centro de Información y Documentación Científica del CSIC. Vid. CINDOC (2006).

Esta institución publica los contenidos de tres bases de datos que se refieren a las ciencias de la naturaleza y la tecnología —Science Citation Index—, las ciencias sociales —Social Science Citation Index— y las artes y humanidades —Arts and Humanities Citation Index—. Todas ellas son multidisciplinarias y recogen en conjunto los trabajos publicados por unas 8.000 revistas científicas publicadas en diversos países. El uso de estas bases de datos hay que centrarlo principalmente en el campo de la valoración de las actividades de investigación científica. Las cifras de que se dispone presentan un sesgo muy claro hacia las publicaciones editadas en idiomas de amplia utilización en la comunidad científica, sobre todo el inglés. Ello hace que su cobertura esté sesgada hacia los artículos publicados en esas lenguas y que no se tengan en cuenta las comunicaciones orales (conferencias), los libros y las monografías, lo que en alguna medida distorsiona el significado de los indicadores que se emplean en el análisis.

■ 3.4. LAS EMPRESAS INNOVADORAS

Las empresas innovadoras, siguiendo la concepción teórica schumpeteriana, son aquellas que, bajo el impulso de los “capitanes de la industria” —Los “hombres de negocios independientes”, y también los “empleados de una compañía”, que “encuentran su gozo en la aventura” y para quienes “la ganancia pecuniaria es indudablemente una expresión muy exacta del éxito”²³ —, introducen en el sistema económico la producción de nuevos tipos de bienes y servicios —y con ella las nuevas actividades que desplazan a las ya existentes—, difunden los nuevos métodos de producción, renuevan las fuentes de materias primas, amplían los mercados o revolucionan las formas de organización y gestión²⁴. Desde una perspectiva empírica, se consideran bajo ese concepto a las empresas que, en un determinado período de tiempo, han introducido en el mercado unos productos tecnológicamente nuevos o mejorados, o han utilizado métodos de producción que corresponden a tecnologías nuevas o mejoradas²⁵. Sus innovaciones pueden ser el resultado de la adopción de tecnologías adquiridas externamente —sobre todo mediante la compra de maquinaria y, de forma secundaria, a través de la obtención de derechos de explotación de patentes propiedad de terceros y de la contratación de servicios técnicos— o bien del desarrollo interno de actividades de creación de conocimiento. Aquellas que basan la innovación en estas últimas, pueden considerarse innovadoras en un sentido más estricto y, en la práctica, concentran la mayor

²³ Los entrecomillados proceden de la obra de Schumpeter (1911, págs. 84, 85, 87, 102 y 103).

²⁴ El concepto corresponde a Schumpeter (1911, pág. 77). Vid. también Schumpeter (1942, págs. 102-103 y 122).

²⁵ Tal es el contenido del concepto que utiliza el INE en su *Encuesta sobre innovación* desde la edición correspondiente a 1998, aproximándose al planteamiento propugnado por la OECD (1997). Una más amplia discusión sobre estas cuestiones puede verse en Buesa, Navarro *et al.* (2001, págs. 47 a 50).

parte de los recursos que se destinan a esta materia. Por tal circunstancia, su seguimiento —y, más concretamente, el de las que desarrollan la I+D—, constituye un procedimiento empírico válido para aproximarse al comportamiento general de este segmento del sistema nacional de innovación, lo que, a su vez, tiene la ventaja de que, para ellas, se dispone de fuentes de información temporalmente muy amplias. Pero ello no descarta la consideración de las empresas innovadoras en el sentido amplio antes expresado a partir de los datos que reúnen las *Encuestas sobre Innovación Tecnológica*. Unas y otras centran su actividad de creación de conocimientos en el ámbito de los problemas concretos ligados a la producción, tal como ya se ha señalado. Las tecnologías en las que ese conocimiento se plasma se comportan, al menos en parte, como bienes públicos susceptibles de generar externalidades, lo que supone un problema de incentivos para la asignación de recursos a su obtención, y por ello, la investigación tecnológica suele sujetarse a una regla de secreto en cuanto a la difusión de sus resultados; requiere asimismo de la organización de un sistema de patentes y de leyes de protección de la propiedad intelectual que preserven su apropiación por quienes los obtienen; y necesita de la existencia de programas de ayudas públicas que complementen la financiación privada que las empresas destinan a su sostenimiento.

Como en la investigación científica, los indicadores de que se dispone acerca de estas empresas toman en consideración los recursos utilizados en las actividades de innovación, por una parte, y sus resultados, por otra. Sobre los primeros, se puede señalar que, como muestra el cuadro 10, toman en consideración tanto la cuantificación de esos recursos como la organización de la actividad innovadora. En efecto, tomando en consideración las dos fuentes de datos disponibles —la *Estadística de I+D*, ya aludida, y la *Encuesta sobre innovación en las empresas*— se conoce el gasto en I+D y el gasto en otras actividades innovadoras, como el diseño, la ingeniería, la compra de maquinaria que incorpora nuevas tecnologías, las adquisiciones de tecnología inmaterial y otros conceptos. Y, además, pueden estudiarse los patrones de innovación que adoptan las empresas, de tal manera que se dé cuenta de las diferentes estrategias innovadoras existentes en ellas.

A este último respecto, ha de señalarse que las *Encuestas sobre innovación*, cuya matriz metodológica se identifica con las propuestas de la corriente evolucionista de la economía del cambio tecnológico, han abierto un importante campo de análisis que se puede abordar tanto en el espacio nacional como en el regional. El concepto de *patrón de innovación* se sitúa en un terreno estrictamente microeconómico y sintetiza el conjunto de los comportamientos constitutivos de la estrategia tecnológica empresarial, teniendo en cuenta cuáles son las bases del conocimiento, los recursos empleados para desarrollarlo, su orientación hacia los productos o los procesos, las relaciones de cooperación entre agentes que se requieren para el aprendizaje correspondiente y las modalidades de apropiación de sus resultados. Los estu-

CUADRO 10

INDICADORES REFERIDOS A LOS RECURSOS UTILIZADOS POR LAS EMPRESAS INNOVADORAS

INDICADORES	FUENTES
<input type="checkbox"/> Gasto en I+D de las empresas: — Como porcentaje del PIB — Por habitante	
<input type="checkbox"/> Gasto en Innovación de las empresas: — Como porcentaje del PIB — Por habitante	Estadística de I+D
<input type="checkbox"/> Personal ocupado en I+D de las empresas (investigadores y otro personal): — Como ‰ de la Población Activa	Encuesta sobre innovación en las empresas
<input type="checkbox"/> Gasto por investigador	
<input type="checkbox"/> Número de empresas innovadoras	
<input type="checkbox"/> Empresas que cooperan en innovación	
<input type="checkbox"/> Distribución del gasto en I+D e Innovación y del número de empresas: — Por tipos de empresas (Tamaño) — Por áreas sectores	
NOTAS METODOLÓGICAS	
<p>Con respecto a la <i>Encuesta sobre innovación en las empresas</i> puede señalarse que se trata de una fuente disponible sólo a partir de los años 1990. Su consolidación metodológica en España se ha producido a partir de 2000, al ampliarse su ámbito de estudio a las empresas industriales, de la construcción y de los servicios que emplean a 10 o más trabajadores</p>	
<p>Metodológicamente estandarizada —siguiendo el <i>Manual de Oslo</i> de la OCDE— se realiza en los países europeos y existen algunas encuestas en América Latina. Los datos son, en su mayor parte, comparables entre países</p>	
<p>Es la única fuente estadística que se basa en la concepción evolucionista de la innovación. Los datos detallan las actividades innovadoras por sectores y tipos de empresas. Inciden en la cooperación y en los programas de política tecnológica. Asimismo, ofrecen datos sobre los resultados de la innovación y sobre las formas de apropiación de esos resultados. Ocasionalmente aluden a aspectos como la adopción de tecnologías de la información, fuentes de las ideas innovadoras y obstáculos para la innovación</p>	
<p>Esos datos aluden al número de empresas que se implican en cada concepto, a las cifras de gasto o a ratios de resultados. Pero no se pregunta sobre el personal implicado en la innovación</p>	

dios disponibles a este respecto han tenido en cuenta principalmente a las empresas españolas que hacen I+D y se han basado en encuestas sobre muestras relativamente limitadas de ellas²⁶. Sus resultados, sin ser coincidentes, están bastante próximos entre sí.

Las referidas encuestas surgieron, en una etapa inicial que se extiende a lo largo de los años ochenta, de un conjunto de experiencias dispersas que tuvieron lugar en varios países y que dieron como fruto estudios valiosos pero de difícil comparación. Esta dispersión

²⁶ Vid. Buesa y Molero (1992) y (1996), Buesa y Zubiaurre (1999), Zubiaurre (2000) y Galende del Canto (2003).

fue corregida a partir de 1990, cuando la OCDE y el Fondo Industrial Nórdico, dieron a la luz una propuesta metodológica para la recogida e interpretación de datos sobre innovación tecnológica que desembocó, después de dos años de discusión en el seno de los grupos de trabajo de aquel organismo, en la publicación del *Manual de Oslo*²⁷. A partir de entonces, Eurostat impulsó los estudios sobre la innovación en los países de la Unión Europea, promoviendo la Encuesta Comunitaria de Innovación (CIS). En España, después de un intento fallido en 1992, desde 1994 se realiza esta encuesta, en una etapa inicial circunscrita a las empresas industriales y, en los últimos años, extendida sobre todos los sectores, excepto la agricultura.

Las *Encuestas sobre innovación en las empresas* recogen, además de datos generales sobre éstas, información referida al conjunto de los elementos del proceso innovador, incluyendo el valor de los recursos utilizados, los objetivos y organización de las actividades innovadoras y el resultado obtenido a partir de ellas. Más concretamente, esa información alude a los siguientes aspectos:

- Gastos relacionados con diversas actividades de obtención de los conocimientos sobre los que se fundamenta la innovación, incluyendo no sólo la I+D sino también la formación, el diseño, marketing, la adquisición de equipos, el *tooling up* y otras.
- Resultados del proceso innovador distinguiendo entre los cambios radicales y los incrementales, y ofreciendo una valoración de las ventas relacionadas con estas innovaciones.
- Los objetivos y fuentes de la innovación y su importancia.
- La cooperación en innovación.
- La importancia de las barreras a la innovación y de los factores que incentivan ésta.

Estas encuestas suponen, por tanto, un avance notorio con respecto al la *Estadística de I+D*, lo que ha enriquecido el conjunto de los indicadores existentes de las actividades de I+D+i y ha revelado información que no ha sido posible de detectar con otros indicadores²⁸ (Smith, 2005). Además la calidad de los datos obtenidos, valorada en términos comparativos con los

²⁷ Este manual ha alcanzado ya su tercera edición en OCDE (2005). Para la gestación de esta fuente y el análisis de su metodología, vid. Buesa, Navarro *et al.* (2001).

²⁸ Para un análisis detallado de estos aspectos con referencia a la encuesta española y con una especial consideración de su incidencia regional, vid. Buesa, Navarro *et al.* (2001, págs. 44 a 61).

datos de otras fuentes, parece en general satisfactoria, aunque haya algunos elementos débiles (Arundel, 2006; Smith 2005). A este respecto, es pertinente señalar que las principales limitaciones de la *Encuesta sobre innovación* son las siguientes²⁹:

— La principal crítica es que las preguntas de las encuestas y, por tanto, los datos obtenidos están plagados de problemas de interpretación. Las respuestas de las empresas reflejan cierta subjetividad debido a la vaguedad de los conceptos utilizados y a las diferencias culturales en la identificación de lo que es o no es *innovación*³⁰ (Tether, 2001; Smith, 2005).

— La encuesta está basada en una dicotomización entre empresas innovadoras y no innovadoras, pero la definición del concepto de *innovación* utilizado está sesgado hacia la I+D y subestima a las empresas que adaptan tecnologías o realizan innovación³¹ (Tether, 2001; Godin, 2004). Es decir, no toma en cuenta, de forma completa, la diversidad y heterogeneidad de las empresas.

— La encuesta se concentra en la innovación de productos y procesos y no se han logrado recoger debidamente las otras formas de innovación. Los aspectos no tecnológicos, como el cambio organizativo, los cambios estratégicos y en la forma de aproximación a los mercados —como los servicios post venta o la venta por Internet—, así como la apertura de nuevos mercados, no se recoge debidamente en ella (Tether, 2001; Smith, 2005), aunque existen serias dudas acerca de las posibilidades de medición de estos aspectos (Smith, 2005).

— La encuesta ha sido diseñada para el sector manufacturero y su ampliación hacia el sector de servicios —que es mucho más heterogéneo en sus actividades y produce un *output* que, con frecuencia, es de carácter intangible— resulta problemática (Djellal/Gallouj, 2001; Tether/Miles, 2001; Smith, 2005).

— La mayoría de las preguntas se concentran en el *input* y el propio proceso de innovación, y no se profundiza mucho en los resultados de estos procesos. Esto se debe en parte

²⁹ En este breve resumen no entramos en los problemas de las primeras oleadas de la encuesta europea de innovación cuya comparación entre países fue poco fiable debido a las diferencias en las muestras encuestadas —pues había países en los que se incluyó a empresas de todos los tamaños, y otros en los que se limitó a las empresas con más de 10 ó 20 empleados— o a diferencias en la formulación de las preguntas.

³⁰ Además la palabra innovación se ha incorporado en la prensa en los medios de comunicación como un factor importante y positivo lo que podría sesgar las respuestas por parte de las empresas. Por ello se aconseja conceptos más neutrales.

³¹ Por ejemplo las empresas innovadoras son aquellas que inventan nuevos productos o procesos, pero también las empresas que incorporan a gran escala nuevos procesos adquiridos y que emplean trabajadores altamente cualificados se podrían considerar en cierta medida empresas innovadoras (Godin, 2004).

a razones metodológicas, pero también al hecho que los gobiernos tienen poco interés en este asunto. Esos gobiernos apuestan por la inclusión indicadores del *input* de las actividades de I+D+i y de ciertos aspectos del proceso innovador —problemas y barreras— que podrían servir para el diseño de las políticas de innovación, pero no muestran interés en cuantificar sus efectos (Godin, 2004; Arundel, 2006).

En definitiva, se plantea la pregunta acerca de en qué medida se puede mejorar el diseño de las encuestas y hasta qué punto ciertos aspectos del proceso innovador son imposibles de medir con ellas. No hay que olvidar que la *Encuesta* se lleva realizando desde el principio de los noventa y que ha sido sujeta a cambios y mejoras continuos, lo que ha afectado a la comparabilidad de los resultados obtenidos (Godin, 2004). Por todo ello, la utilidad de la encuesta todavía es limitada. Por un lado, se puede indicar que ha generado un gran número de estudios y ha mejorado los conocimientos sobre los subsistemas de innovación empresarial, su interacción con otros agentes y los problemas y limitaciones de las empresas al momento de innovar. Por otro, la indudable riqueza de los datos acumulados ha sido infrutilizada y los estudios provienen básicamente del mundo científico y académico y las recomendaciones para el diseño de las políticas tecnológicas son más bien marginales (Arundel, 2006)³².

Por otra parte, ha de hacerse referencia a los indicadores sobre los resultados de la innovación en las empresas. La disponibilidad de datos alude principalmente a las solicitudes de patentes y al impacto económico de los nuevos productos o servicios ofertados por aquellas. Esos indicadores se resumen en el cuadro 11. Acerca de los primeros —los derivados de las patentes— se puede señalar que su empleo requiere tener en cuenta que las patentes son títulos de propiedad industrial y que su concesión se realiza en función de criterios definidos en el marco jurídico que las regula. Más concretamente, las patentes aluden a un derecho de explotación exclusiva de una invención que otorga el Estado a quien la ha obtenido. Para que una tecnología pueda ser patentada debe cumplir tres requisitos: el primero es que ha de ser *novedosa*; el segundo, que tiene que reflejar una *actividad inventiva* y no un conocimiento obvio; y el tercero, que ha de ser *susceptible de aplicación industrial*. Por otra parte, el derecho de patentes, dependiendo del país que lo regule, suele excluir algunas innovaciones: seres vivos, teorías, algoritmos, métodos matemáticos, métodos terapéuticos, técnicas quirúrgicas o *software* informático. Ello significa que no todas las tecnologías son patentables. Finalmente, las patentes se conceden generalmente por 20 años

³² Una conclusión basado en entrevistas con analistas políticas en la Unión Europea y a la revisión de 162 publicaciones académicos de los que un 13 por 100 recoge recomendaciones para la política de I+D+i. La mayoría de ellos de refilón mediante una referencia o párrafo muy breve.

CUADRO 11

INDICADORES REFERIDOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR LAS EMPRESAS INNOVADORAS

INDICADORES	FUENTES
<input type="checkbox"/> Solicitudes de Patentes internacionales (en las Oficinas Europea o Norteamericana): <ul style="list-style-type: none"> — Por millón de habitantes — Pos millón de activos 	Bases de datos sobre patentes
<input type="checkbox"/> Patentes por sectores o tipos de tecnologías	
<input type="checkbox"/> Porcentaje de la cifra de negocios debida a los nuevos productos: <ul style="list-style-type: none"> — Por innovación radical — Por innovación imitativa o incremental 	Encuesta sobre innovación en las empresas

NOTAS METODOLÓGICAS

Las estadísticas que se elaboran a partir de las *Bases de datos sobre patentes* gozan de un gran detalle por agentes y campos tecnológicos. Son recopiladas sistemáticamente por la OCDE, Eurostat o el Banco Mundial. Y se dispone de series temporalmente muy largas. Esas recopilaciones no siguen, en todos los casos, criterios homogéneos para la sistematización de los datos. Éstos pueden referirse a Patentes solicitadas, publicadas o concedidas. Temporalmente pueden reflejar la fecha de prioridad, la de solicitud, la de publicación o la de concesión. Al clasificarse pueden emplearse los criterios de la CIP o de la oficina USA. En el caso de Eurostat, que ofrece datos regionalizados sobre las patentes solicitadas en la Oficina Europea de Patentes, se utiliza una desagregación CIP y otra referida a las patentes de alta tecnología. El criterio de regionalización es muy adecuado, pues se tiene en cuenta el domicilio del inventor y no el del propietario de la patente.

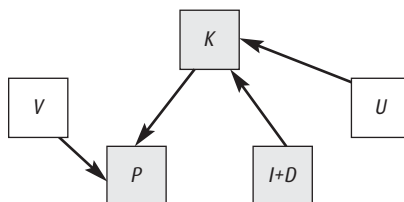
Conviene tener en cuenta que las clasificaciones de Patentes difieren de las Clasificaciones Económicas y que no se cuenta con un consenso acerca de las correspondientes equivalencias. Tampoco existe consenso acerca de si las patentes han de registrarse en función del sector al que pertenecen las empresas que las obtienen o teniendo en cuenta el sector de las empresas que utilizan la tecnología correspondiente. Por ello, para comparar las clasificaciones de patentes y las económicas se requieren tablas de conversión definidas en función de esos dos tipos de criterios, según se tengan en cuenta los sectores de origen o de uso de la tecnología.

Aunque no todas las tecnologías se patentan o son patentables, aunque la propensión a patentar difiere de unas industrias a otras, aunque no todas las patentes son de la misma calidad y aunque no todas las patentes son explotadas, las estadísticas de patentes constituyen una aproximación válida para cuantificar la producción de conocimientos.

bajo tres condiciones: el pago de un canon anual, la obligación de explotación de la invención y la difusión pública de su documentación técnica —salvo que la patente sea declarada secreta, como ocurre con las invenciones relacionadas con la defensa nacional.

Como se señala en el citado cuadro, los datos de patentes tienen limitaciones para expresar completamente los resultados innovadores, pues no todas las tecnologías son patentables o se patentan —existiendo una distinta propensión a patentar en unas u otras industrias— y no todas las patentes son de igual calidad ni tienen el mismo valor, de modo que

CUADRO 12

LAS PATENTES COMO MEDIDA DE LOS RESULTADOS INNOVADORES DE LAS EMPRESAS. EL MODELO DE GRILICHES


Donde K designa el conjunto de los *conocimientos económicamente valorables*; P expresa las *patentes*; v y u son influencias no observadas de carácter aleatorio

Dada una función de producción del conocimiento:

$$K = [I+D] + u$$

Y una función del indicador que relaciona P y K :

$$P = aK + v$$

Sustituyendo, se obtiene:

$$P = a [I+D] + au + v$$

Dado que cabe esperar que la varianza de $(au + v)$ sea mayor que la varianza de v , entonces la relación entre $[I+D]$ y P será la cota inferior de la relación entre $[I+D]$ y K , en el caso en el que ésta se pudiese medir. Por tanto, podemos tomar P como un indicador adecuado de K

una parte de ellas ni siquiera son explotadas³³. Empero, tal como se sintetiza en el cuadro 12, Griliches (1990) ha demostrado que las cifras de patentes son un indicador adecuado del conjunto de los conocimientos susceptibles de valoración económica a través de su empleo en la producción.

Las *Encuestas sobre innovación* proporcionan, por otra parte, una información complementaria acerca del número de empresas que ostentan títulos de patentes o que los han solicitado, así como sobre el valor que conceden a las patentes y otros derechos de propiedad en tanto que procedimientos de apropiación de la tecnología. Asimismo, esas encuestas aluden al valor de las ventas de las empresas que se deben a innovaciones radicales o incrementales, de modo que se dispone de un indicador de la incidencia comercial de éstas.

³³ El valor de las patentes ha sido estudiado para seis países europeos por la European Commission (2005), obteniéndose en todos ellos una distribución relativamente homogénea. Ello constituye un argumento empírico que avala la validez de la comparación de los indicadores sobre patentes entre diferentes espacios geográficos. Vid. también Eurostat (2006).

■ 3.5. LAS POLÍTICAS DE INNOVACIÓN Y LAS INSTITUCIONES DE APOYO

Por último, en cuanto a los indicadores del sistema de innovación ha de hacerse una alusión a las políticas que desarrollan los gobiernos regionales, nacionales o supranacionales en apoyo de las actividades de creación de conocimiento de los agentes empresariales e institucionales a los que se ha hecho referencia en los anteriores epígrafes. Y de la misma manera han de tenerse en cuenta las infraestructuras, instrumentos normativos y de planificación, y las instituciones de apoyo a la financiación de la innovación en las empresas mediante la inversión de capital-riesgo.

Las políticas científicas y tecnológicas se derivan de la consideración de que, como se ha destacado en el epígrafe introductorio, existen fallos de mercado que dificultan la asignación óptima de recursos a la creación de conocimiento y se requiere, por tanto, que sea el sector público quien asuma, al menos parcialmente, la provisión de la financiación requerida para el sostenimiento de las actividades de I+D e innovación. Además, siendo el conocimiento un resultado de los procesos de aprendizaje y viéndose éstos favorecidos por la interacción entre los agentes del sistema de innovación, se abre un amplio campo para las políticas de carácter institucional destinadas a favorecer las relaciones mutuas entre las empresas innovadoras, las Universidades y los Organismos de Investigación Públicos.

Los indicadores apropiados para reflejar ambos tipos de políticas se enuncian en el cuadro 13. La financiación pública de las actividades de I+D que desarrollan tanto las instituciones científicas como las empresas innovadoras pueden conocerse con detalle a partir de las *Estadísticas sobre I+D*, donde se publican datos por agentes, sectores económicos y campos del conocimiento científico. En el caso de las empresas, las *Encuestas sobre innovación* amplían de manera importante la información, pues señalan cuántas de ellas han obtenido ayudas de las diferentes Administraciones Públicas, sean éstas regionales, nacionales o internacionales. En el plano regional, es preciso acudir a explotaciones de esas dos fuentes específicamente diseñadas para el estudio correspondiente. Y por lo que concierne a los incentivos fiscales, cabe indicar que se trata de un campo muy opaco que, en España, sólo se conoce parcialmente a través de la *Encuesta de Estrategias Empresariales* que publica la Fundación SEPI.

En el plano institucional ha de hacerse referencia, en primer lugar, a las normas reguladoras y a los instrumentos de planificación. En España las primeras de estas instituciones se remontan a los tiempos iniciales del franquismo, aunque su potencia fue muy débil durante toda la existencia de ese régimen político. Con el advenimiento de la democracia se desarrolló un entramado cada vez más complejo de instrumentos con los que abordar la ordenación y sostenimiento del sistema de innovación, debiéndose destacar a este respecto, como hitos

CUADRO 13

INDICADORES REFERIDOS A LAS POLÍTICAS E INSTITUCIONES DE APOYO A LA INNOVACIÓN

INDICADORES	FUENTES
<input type="checkbox"/> Financiación pública de las actividades científicas – [Subvenciones/Gasto en I+D]	Estadística sobre I+D
<input type="checkbox"/> Financiación pública de las actividades de las empresas innovadoras: – [Subvenciones/Gasto en I+D] – [Créditos/Gasto en I+D] – [Incentivos fiscales/Gasto en I+D]	Encuesta sobre innovación en las empresas
<input type="checkbox"/> Normas e instrumentos de planificación	Encuesta de Estrategias Empresariales
<input type="checkbox"/> Infraestructuras	Repertorios normativos
<input type="checkbox"/> Capital-riesgo	www.webcapitalriesgo.com

más relevantes, la creación del CDTI (1977), la puesta en marcha de los programas de ayudas a las empresas por el Ministerio de Industria (1985) y su ulterior desarrollo en instrumentos de planificación, la promulgación de la Ley de la Ciencia (1986) y los Planes Nacionales de I+D.

Con posterioridad han proliferado distintos tipos de infraestructuras de apoyo a la innovación, acerca de las cuales existe poca información sistemática³⁴. Es el caso de los parques tecnológicos y científicos³⁵ y los Centros Tecnológicos. Éstos se configuran en su mayor parte como instituciones sin fines de lucro, promovidas por empresas o asociaciones patronales, en general con ayuda de las Administraciones Públicas, con la finalidad de proveer diversos tipos de servicios tecnológicos, incluyendo la I+D cooperativa³⁶. Asimismo, deben mencionarse las instituciones que median en las relaciones que se establecen entre los diferentes agentes del sistema de innovación, como los Centros Europeos de Empresas e Innovación, las Fundaciones Universidad-Empresa, las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación o los Centros de Innovación y Tecnología, la mayor parte de los cuales se incardinan en las Universidades y OPI, existiendo algunos en las organizaciones empresariales³⁷.

³⁴ Pese a ello, algunos estudios han evaluado estas infraestructuras para España o para algunas de sus regiones. Vid. sobre los Centros Tecnológicos, Buesa (1996), Zubiaurre (2000), Navarro y Zubiaurre (2003) y Buesa *et al.* (2002), capítulo 9; y sobre los parques tecnológicos, Romera, Font y Ondátegui (2000); Ondátegui (2000), y Barge (2007).

³⁵ Alguna información sobre esta infraestructuras en España se puede obtener en las publicaciones de la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España.

³⁶ Sobre los Centros Tecnológicos españoles ofrece información la Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología.

³⁷ Un panorama general de estas instituciones, con la definición de sus funciones dentro del sistema nacional de innovación, la ofrece Villanueva (1999).

Por último, el cuadro 13 alude al capital-riesgo. El mercado de este tipo de inversores ha ido adquiriendo una creciente importancia y se considera que su desarrollo es necesario para favorecer la promoción de nuevas empresas innovadoras. Ello es así debido al hecho de que las operaciones financieras de esta naturaleza implican la adquisición de una participación en el capital de las empresas por parte de las entidades o individuos que las realizan. Bajo el concepto de capital-riesgo se engloban las inversiones efectuadas en empresas que no cotizan en bolsa, incluyendo las realizadas por entidades que administran capitales propios o de particulares e instituciones ajenas, y por inversores informales o *business angels*. En los últimos años todos estos tipos de inversores han experimentado una importante expansión en todos los países desarrollados, aunque de manera desigual, lo que se manifiesta en el hecho de que su dimensión es notablemente más alta en Estados Unidos que en la Unión Europea. En España, el tamaño de este mercado se sitúa, actualmente, en un nivel algo mayor que el promedio europeo³⁸. La web capital riesgo ofrece una información sistemática sobre estas inversiones en España, con datos regionalizados; y a través de ella se puede acceder a otras fuentes similares de carácter internacional.

■ 3.6. LOS INDICADORES DE LA COMPETITIVIDAD

Una vez que se ha completado la exposición de los principales indicadores de la innovación, siguiendo el esquema enunciado en la introducción, se expone a continuación un tratamiento de los principales indicadores de la competitividad. La razón principal de este proceder estriba en el hecho de que la innovación y la competitividad son fenómenos que van estrechamente unidos y que expresan, en último término, los logros del desarrollo económico. Para abordar el análisis de los indicadores de competitividad resulta necesario exponer, previamente, qué se entiende por competitividad. En efecto, inicialmente el término competitividad se aplicaba a empresas, y en ese ámbito su significado era bastante claro y poco discutido. Se denominaba competitividad a la capacidad de una empresa para obtener una superior rentabilidad de la inversión a largo plazo; o también, según otros autores, la capacidad de la empresa para mantener o incrementar de manera sostenida su cuota en el mercado, sin que ello fuera a costa de su rentabilidad.

Posteriormente, en la década de los ochenta, el término comenzó a aplicarse a naciones, con un significado diferente al que tenía aplicado a las empresas, y no siempre coincidente de unos analistas a otros. En la consolidación de este concepto aplicado a países ejerció una gran influencia un informe de la OCDE de 1992 sobre Tecnología y Empleo, que definía

³⁸ Vid. Commission Européenne (2002).

la competitividad como “grado en que, bajo condiciones de libre mercado, un país puede producir bienes y servicios que superan el examen de los mercados internacionales, y mantener, simultáneamente, el crecimiento sostenido de la renta real de sus ciudadanos”. Es decir, la competitividad haría referencia a la capacidad de una nación para, operando libremente en los mercados internacionales, ofrecer un alto nivel de bienestar y prosperidad a sus ciudadanos.

Tras ese primer salto del concepto de competitividad del ámbito de la empresa al de nación, posteriormente éste se ha extendido a otros ámbitos territoriales. Así, es hoy normal ver aplicado dicho vocablo a grupos de países (por ejemplo, la competitividad de los países de la ampliación), o, descendiendo en el ámbito geográfico, a regiones e incluso ciudades. Pero si bien el paso del ámbito de la empresa al de nación supuso un cambio en el significado de dicho concepto y de los indicadores utilizados para su medición, no cabe sostener que ello también haya sucedido en la extensión de la aplicación del concepto desde la nación a otros ámbitos geográficos: el significado sería el mismo, aunque la menor disponibilidad de datos para niveles subnacionales o supranacionales conduzca en ocasiones a no poder utilizar determinados indicadores de competitividad para tales niveles. En cualquier caso, estaríamos tratando de la aplicación del término competitividad al territorio.

Por razones expositivas, a diferencia del orden habido en su aparición histórica, nosotros en lo sucesivo empezaremos haciendo referencia a los indicadores de competitividad de un territorio, que son los que plantean una mayor complejidad, para después pasar a tratar de los de competitividad empresarial.

■ **Indicadores de competitividad territoriales**

■ *Renta per cápita*

El indicador más habitualmente utilizado para medir el bienestar y prosperidad de un país es su renta per cápita, obtenido como cociente entre la renta del país y la población en él existente. Algunos analistas y organismos consideran que la renta per cápita sólo da una visión parcial del bienestar de la población y han propugnado completarlo con otros indicadores relativos a salud (fundamentalmente, la esperanza de vida al nacer) y nivel educativo (medido por la tasa de alfabetización de adultos y la tasa bruta combinada de matriculación en educación primaria, secundaria y terciaria), creando con todos ellos el índice de desarrollo humano. Así el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo publica todos los años el Índice de Desarrollo Humano, en el que se recoge la posición alcanzada por la mayoría de los países en los tres ámbitos citados y en el índice compuesto de desarrollo humano elaborado a partir de aquellos. Aún reconociendo que el índice de desarrollo humano recoge el

nivel de bienestar o desarrollo de un país de modo más completo que su renta per cápita, su empleo no se ha generalizado tanto en los análisis de competitividad. En ello puede influir la dificultad de obtención directa de datos para dicho indicador en ámbitos geográficos distintos del nacional, o incluso en el plano nacional para períodos distintos del año de referencia del informe. La simplicidad e inmediatez de la renta per cápita parecen haber compensado su menor capacidad para expresar otras cuestiones referidas al bienestar o prosperidad.

Para reflejar la renta per cápita normalmente suele recurrirse al cociente entre el PIB y el número de habitantes. Dos advertencias deberían hacerse a este respecto. En primer lugar, que el PIB (u otras medidas similares de la renta) dejan fuera toda la producción de bienes y servicios que no haya pasado por el mercado y que tampoco toman en consideración el coste que para el medio-ambiente se pueda estar incurriendo en su generación. Ello implica, por ejemplo, que los resultados del trabajo desarrollado por la población fuera de una relación mercantil (por ejemplo, en labores domésticas) no quedan recogidos en este indicador, lo que, como bien se sabe, ha hecho invisible para las tradicionales estadísticas económicas gran parte de los resultados del trabajo desarrollado por las mujeres. En cuanto al medio ambiente, un reciente estudio ponía de manifiesto que más del 30 por 100 del crecimiento del PIB de China de los últimos años se explicaba por una explotación abusiva del medio-ambiente, cuya valoración económica no recogen las estadísticas. El problema se plantea, no obstante, en que no se dispone de mediciones de la renta corregidas por el daño medio-ambiental ocasionado.

La segunda advertencia que ha de hacerse sobre el PIB es que es sólo uno de los modos de medición de la renta, con pros y contras con respecto a otros tipos de indicadores. Así, por ejemplo, en las estadísticas de renta per cápita medida por el cociente entre el PIB y el número de habitantes Irlanda ofrece resultados bastante espectaculares. Pero la posición irlandesa sería mucho menos favorable si la renta per cápita la midiéramos por el cociente entre el PNB y el número de habitantes, dado que buena parte de la renta generada dentro de las fronteras del país (esto es, del PIB) ha sido generado por el capital extranjero que ha invertido en dicho país. Tal capital extranjero, a cambio de su inversión, percibirá unas rentas, por lo que las rentas que finalmente queden para la población irlandesa serán menores que las que refleja su PIB per cápita. Una cosa parecida sucede con Luxemburgo, país al que diariamente se trasladan cantidades ingentes de trabajadores de los países vecinos. Tales trabajadores transfronterizos contribuyen a la generación del PIB del país, pero no figuran en el denominador del cociente PIB per cápita, dado que no forman parte de la población luxemburguesa. Y aunque este fenómeno de trabajadores que residen en un país y trabajan en otro no sea tan frecuente a nivel nacional, cuando menos en los países grandes, es un fenómeno que puede tener bastante importancia en ámbitos subnacionales, especialmente en los

municipios. En el plano municipal, aun en los casos poco frecuentes en que se dispone del dato del PIB, el uso del PIB per cápita debe hacerse con mucha precaución, pues el municipio puede ser una “ciudad dormitorio” (o lo contrario), y en tal caso el PIB per cápita no indica realmente el nivel de renta de que disponen sus habitantes. Para análisis del nivel de renta por municipios resulta preferible el recurrir a datos fiscales cuando los mismos están disponibles, por ejemplo: al nivel de renta media declarada en el impuesto sobre la renta de las personas físicas. Aunque este último indicador tampoco está libre de sesgos: como es sabido, el nivel de fraude o elusión fiscal es mayor en ciertos sectores y actividades laborales que en otros (por ejemplo, en turismo y profesionales liberales que en industria o población asalariada) y, en tal sentido, la especialización económica del municipio puede estar afectando al nivel de fraude fiscal en él existente.

Otra cuestión relevante relacionada con el PIB per cápita es la unidad en que se expresa: en tasa de cambio corrientes o en paridades de poder adquisitivo. Obviamente, si estamos interesados en comparar niveles de bienestar de poblaciones de diferentes países lo que debería hacerse es corregir las rentas monetarias por ellas percibidas por los niveles generales de precios existentes en cada país. Países como Japón, situados en el décimo lugar del *ranking* mundial cuando este se ordena por el PIB per cápita expresado en dólares o euros, pasa a situarse en el decimoctavo cuando se expresa en paridades de poder adquisitivo.

La mejora o empeoramiento de la posición que posee el país cuando pasa de compararse en tasas de cambio corrientes a compararse en paridades de poder adquisitivo tiene que ver, como antes se ha señalado, con el nivel relativo de precios en él existentes. Este, a su vez, guarda relación con dos tipos de factores: con el precio relativo de los *input* básicos (sobre todo, de su mano de obra) y con la productividad o eficiencia con que ellos se emplean. Así, por ejemplo, EE.UU. ve mejorada su posición relativa con respecto a Japón, cuando se pasa de comparar con tasas de cambio corrientes a cuando se pasa a comparar con paridades de poder adquisitivo, básicamente por el mayor grado de eficiencia de su economía local; en cambio, la mejora de la posición relativa de España o Portugal con respecto a la media de países europeos tiene lugar por el menor coste de sus *input* básicos.

Un claro problema que presentan las comparaciones en términos de paridades de poder adquisitivo es que sólo se dispone de dichas estimaciones para naciones, pero no para regiones y, ni qué decir, para municipios. Es sobradamente conocido, sin embargo, que los precios o nivel de vida varían mucho de unas ciudades o comunidades autónomas a otras, y que, por lo tanto, la aplicación de la paridad de poder de compra estimada para el conjunto de España, sin correcciones, a todas las comunidades autónomas o municipios no resulta correcta. La única posibilidad de corregir parcialmente tal hecho para las comunidades autónomas

españolas consiste en acudir a los índices relativos de precios que para tales ámbitos territoriales suelen recogerse, en el número especial sobre desarrollo y crecimiento económico de marzo-abril que todos los años se publica en la revista *Cuadernos de Información Económica* de la Fundación de Cajas de Ahorros. Advertimos, de paso, que las paridades de poder de compra hacen referencia a los niveles generales de precios del país en su conjunto, pero no tienen por qué estar reflejando correctamente las diferencias relativas de precios de sectores determinados y que, por lo tanto, no deberían ser empleadas en comparaciones sectoriales.

■ Descomposición de la renta per cápita: PIB y población

El recuadro 1 permite ver que, mediante simples operaciones, la renta per cápita se puede explicar por el PIB y la población, por un lado; y por la participación laboral y la productividad por otro.

Empezando por los dos primeros factores mencionados, los análisis disponibles muestran que la variación de la renta per cápita aparece más correlacionada con la variación real del PIB que con la de la población. Esta última suele variar en menor medida que el PIB real y, en consecuencia, explica en menor medida que el PIB real las variaciones de la renta per cápita. No es extraño, por eso, encontrar en muchos análisis de competitividad, comparaciones del crecimiento experimentado por el PIB real de unos y otros territorios. Alternativamente, en ocasiones

RECUADRO 1

DESCOMPOSICIÓN DE LA RENTA PER CÁPITA

$$\begin{aligned}
 \text{Renta per cápita} &= \frac{\text{PIB}}{\text{Población}} = \frac{\text{PIB}/\text{Empleo}}{\text{Población}/\text{Empleo}} = \frac{\text{Productividad}}{1/(\text{Empleo}/\text{Población})} = \frac{\text{Productividad}}{1/\text{Tasa de ocupación}} = \\
 &= \text{Tasa de ocupación} \times \text{Productividad (por trabajador)} \\
 &= \frac{\text{Empleo}}{\text{Población}} = \frac{\text{Población 16-64}}{\text{Población}} \times \frac{\text{Empleo}}{\text{Población 16-64}} = \frac{\text{PIB}}{\text{Empleo}} = \frac{\text{N.º horas trabajo}}{\text{Empleo}} \times \frac{\text{PIB}}{\text{N.º horas trabajo}} = \\
 &= \underbrace{\frac{\text{Empleo}}{\text{Población}}}_{\text{Factor demográfico}} \times \underbrace{\frac{\text{Empleo}}{\text{Población 16-64}}}_{\text{Participación laboral}} \times \underbrace{\frac{\text{N.º horas trabajo}}{\text{Empleo}}}_{\text{Productividad}} \times \underbrace{\frac{\text{PIB}}{\text{N.º horas trabajo}}}_{\text{Productividad}}
 \end{aligned}$$

se toma la cuota que supone el PIB de un país en un conjunto de países determinado (por ejemplo, el PIB español dentro del PIB de los países de la OCDE o del PIB mundial) y, transponiendo una tradicional medición de la competitividad empresarial al ámbito de los países, se concluye que, si dicha cuota ha aumentado, el país ha ganado competitividad, y viceversa. Debemos señalar a dicho respecto que las variaciones de la cuota podrían deberse a variaciones habidas en su tipo de cambio (salvo que estuviéramos corrigiendo ya estas, empleando paridades de poder adquisitivo) o también estar reflejando un efecto cíclico: que el ciclo económico de dicho país anduviera adelantado o retrasado con respecto al ámbito territorial utilizado como referencia. De cualquier manera, ha de tomarse en cuenta que la variación real del PIB puede estar ocasionada por una variación importante de la población, que como consecuencia no altera el cociente que se obtiene de dividir ambas variables. Así, por ejemplo, el notable crecimiento experimentado por el PIB español del año 2000 en adelante en gran medida se explica por el incremento habido en la población española como efecto de la inmigración.

Ya hemos indicado en el párrafo anterior que las variaciones habidas en la población más bien lo que hacen es disminuir o aumentar ligeramente la variación que resultaría en el PIB per cápita derivadas de una variación determinada en el PIB real. De todos modos, especialmente para ámbitos municipales para los que no se dispone de datos de PIB, la evolución de la población suele tomarse como un indicador de su nivel de bienestar. Implícitamente se considera que los municipios que ganan población es porque el nivel de bienestar en ellos es mayor; y los que lo pierden, lo contrario. A nivel de países eso no resulta tan obvio, pues como es sabido los crecimientos demográficos son superiores en los países en vías de desarrollo que en los países desarrollados. En este caso, más que a la variación del conjunto de la población, parece que habría que prestar atención a los flujos migratorios.

■ *Descomposición de la renta per cápita: tasa de ocupación y productividad*

El recuadro 1 permite ver, asimismo, que la renta per cápita depende asimismo de la tasa de ocupación en sentido amplio (porcentaje de la población que está ocupada, generando renta) y de la productividad (de la capacidad que dicha población ocupada muestra de crear valor).

La tasa de ocupación de ocupación se puede ver afectada por un factor básicamente demográfico (el porcentaje de la población en edad de trabajar) y por un factor más propiamente económico (el porcentaje de la población que, estando en edad de trabajar, efectivamente trabaja). De cualquier modo, una y otra se encuentran con límites físicos y sociales, de modo que no pueden aumentar indefinidamente. Tanto por el proceso de envejecimiento

de la sociedad como porque el proceso de incorporación de la mujer al mercado de trabajo ha alcanzado ya unos niveles elevados, las posibilidades de aumentar la renta per cápita mediante el crecimiento de la tasa de ocupación se van agotando en las sociedades avanzadas. El recurso a este mecanismo para aumentar la renta per cápita ha sido, por ejemplo, muy grande en España en la última década; pero las reservas que existían para ello (altas tasas de paro y bajas tasas de actividad) se han ido agotando y en el futuro no cabe prever que la renta per cápita continúe aumentando por estos factores al ritmo que ha venido aumentando hasta ahora, e incluso cabe prever que a medio plazo deje de crecer.

Sólo hay un mecanismo inagotable de mejora del nivel de renta per cápita: incrementar la productividad. Es por tal razón que muchos consideran que esta es la única vía sostenible de mejora del bienestar y, por consiguiente, de competitividad. Por ello, hay un número significativo de economistas que sostienen que competitividad es sinónimo de productividad.

La productividad viene a indicar el número de unidades de *input* que necesitamos para obtener una unidad de *output*; o, dicho de otra manera, el valor que somos capaces de crear por unidad de *input*. Pero para su medición podemos utilizar distintas unidades de *input*. Es muy frecuente, por ejemplo, tratar de calcular la productividad con relación al número de trabajadores y con relación al número de horas trabajadas. Obviamente, cuando el número de horas trabajadas por operario varía sustancialmente de un país a otro, la posición de los países en los *rankings* de productividad elaborados con uno y otro criterio también lo hará. EE.UU., por ejemplo, supera a Francia en productividad por empleado, pero Francia supera a EE.UU. en productividad por hora trabajada.

En la medida en que el número de horas de trabajo por empleado es un componente de la participación laboral sujeto también a límites físicos y sociales, cabría aducir que no es un medio sostenible de mejora competitiva. De hecho, algunos analistas y organizaciones aducen que no cabe sostener que la competitividad de la economía estadounidense es superior a la comunitaria apoyándose en el hecho de que la renta per cápita es superior en EE.UU. que en la Unión Europea, puesto que en gran medida esa mayor renta per cápita estadounidense es fruto de una población menos envejecida (ratio de población en edad comprendida entre 15-64 años sobre el total de la población), de una mayor tasa de actividad (ratio de población activa sobre la población en edad de 15-64 años) y de un mayor número de horas de trabajo por empleado. O expresado en otros términos, según esos analistas y organizaciones la ventaja en renta per cápita que posee EE.UU. se debe, por un lado, a un factor demográfico ajeno o externo, y, por otro lado, al hecho de que la sociedad estadounidense prefiere ganar más, aun a costa de un mayor trabajo, mientras que la sociedad europea prima el ocio, sobre un mayor nivel de renta y de consumo. En tal sentido argumentan que, si con-

sideramos que desde una perspectiva a medio y largo plazo la competitividad es sinónimo de productividad horaria, la economía europea no se encuentra tan por detrás de la estadounidense. Los partidarios del modelo estadounidense subrayan, en cambio, que esa opción europea a favor del ocio no es realmente libre, sino ocasionada por las estrictas regulaciones e imposición imperantes en Europa; que si en la Unión Europea las tasas de actividad y el número de horas de trabajo fueran similares a las estadounidenses también la productividad por hora de trabajo serían algo menores que las actuales, puesto que en principio el mayor número de horas de trabajo comportaría un mayor cansancio y las personas que no están ocupadas poseen una inferior cualificación y capacidad productiva; y que, aun y todo, la productividad horaria en EE.UU. es superior a la de la UE.

En general los analistas de la competitividad suelen considerar preferible medir la productividad con relación al número de horas de trabajo, en lugar de hacerlo con relación al empleo. El problema se plantea en la disponibilidad de datos fiables y homogéneos sobre el número de horas trabajadas por empleado para todos los países. El problema de disponibilidad de datos sobre número de horas trabajadas es todavía mayor cuando las comparaciones se desean hacer para ámbitos geográficos distintos del nacional. Esto explica que la mayoría de las comparaciones de la productividad se lleven a cabo con productividad por empleado, y no por hora de trabajo.

Pero si la disponibilidad de estadísticas de horas de trabajo presenta problemas, no debemos pensar que el recurso a las estadísticas de empleo esté carente de ellos. En efecto, en la medida en que el trabajo a tiempo parcial ha ido creciendo en importancia y de que varía notablemente de unos países a otros, resulta muy engañoso el comparar productividades obtenidas dividiendo el PIB por el total de empleo. Para corregir esa distorsión se ha creado la categoría de empleo equivalente a dedicación plena y el nuevo sistema de contabilidad nacional contempla proporcionar datos de empleo de acuerdo con dicha categoría. La realidad, sin embargo, es que dicho dato no suele estar disponible para muchos países o largas series históricas, y todavía es menos habitual disponer de dichos datos para regiones o ciudades.

■ **Factores determinantes de la productividad: teorías del crecimiento**

A la hora de explicar el nivel y la evolución que muestra la productividad, hay dos mayores aproximaciones al tema: por un lado los desarrollos realizados por las corrientes que cabría englobar bajo la denominación de teorías del crecimiento; y, por otro lado, los análisis porterianos o de informes como los del World Economic Forum y similares. Tratemos, a continuación, de los factores o indicadores manejados por unos y otros.

Las teorías del crecimiento económico que tratan de explicar la productividad del empleo básicamente lo hacen descomponiendo la aportación que al crecimiento de la misma efectúan tres tipos de factores: la dotación de capital físico, el capital humano y una categoría residual que suele denominarse productividad total de los factores. La medición de la dotación de capital físico suele llevarse a cabo recurriendo a los datos sobre *stock* de capital. Nuevamente, ésta es una categoría que está contemplado que esté integrada en el sistema de cuentas nacionales. Pero con frecuencia los institutos de estadística nacional no proporcionan datos sobre *stock* de capital, y el analista debe conformarse con datos de flujos de inversión, denominados técnicamente formación bruta de capital fijo. En el caso de España, esa carencia de datos de *stock* de capital ha sido cubierta por las estimaciones que para el mismo ha efectuado el Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, siguiendo la misma metodología establecida por la OCDE. Los datos de *stock* de capital pueden ofrecerse desagregados según el carácter público o privado del mismo, o incluso por sectores. En el caso de España, el instituto citado proporciona incluso datos por provincias, pero no por comarcas o municipios. En el caso de otros países, si ya es habitual encontrar carencias para el conjunto del país, los datos de *stock* de capital por regiones o niveles locales son prácticamente inexistentes. En los análisis comparados tal *stock* de capital suele ponerse en relación con el número de empleados que hace uso del mismo, obteniéndose la ratio *stock* de capital/empleado. En principio, un mayor *stock* de capital daría lugar a una mayor productividad del trabajador, y las funciones de crecimiento que obtienen los analistas de las teorías del crecimiento lo que intentan es estimar el peso que dicho factor tiene en ello.

La mejora del capital humano también da lugar a una mejora de la productividad del empleo, y como en el caso anterior los análisis de las teorías del crecimiento lo que intentar es estimar el peso de ese factor en la mejora de la productividad. El problema suele estar en cómo medir el capital humano. Normalmente el indicador que suele tomarse es el de la cualificación o nivel educativo de la mano de obra, que se suele aproximar por la tasa de alfabetización o por la tasa bruta combinada de matriculación en educación primaria, secundaria y terciaria. En el caso de análisis regional o local las series históricas de capital humano suelen ser prácticamente inexistentes, pero recientemente Eurostat ha empezado a facilitar datos sobre niveles educativos de la población y sobre recursos humanos en ciencia y tecnología que permiten medir la posición relativa de las regiones a este respecto.

Finalmente, cuando se disponen de series históricas del PIB o VAB y de los factores antes citados (capital físico y capital humano), cabe estimar la productividad total de los factores. Tales estimaciones, que estarían reflejando el efecto de la innovación, entendida en un sentido amplio, en la productividad del empleo, sólo suelen estar disponibles para unos pocos países y suelen ser fruto de análisis particulares, y no un producto de los institutos de

estadística oficiales. Y, por supuesto, con mayor motivo que antes, la inexistencia de datos sobre productividad total de los factores es casi absoluta para el nivel regional. Ante ello y como aproximación, los analistas suelen optar por ofrecer indicadores de innovación tales como los descritos en los anteriores epígrafes de este capítulo.

■ **Factores determinantes de la productividad: enfoque porteriano y del WEF**

A diferencia del enfoque que plantean las teorías del crecimiento, que tratan de aplicar rigurosas técnicas econométricas para identificar unos pocos factores que inciden en la productividad, enfoques analíticos tales como los de M. Porter o del World Economic Forum tratan de identificar un elevado número de factores que inciden en la productividad y, a partir de ellos, se elaboran *ranking* de la posición de cada país en cada uno de esos factores. Entre ese elevado número de factores suele haber bastantes que econométricamente resultarían irrelevantes, correlacionados entre sí y redundantes. Adicionalmente, combinando tales indicadores se elaboran indicadores globales de competitividad, a partir de los cuales asignan una posición determinada a cada país en el *ranking* global de competitividad.

La información básica sobre esa multitud de indicadores es obtenida en ocasiones de fuentes ya existentes, pero en otros casos, en que no se disponen de datos publicados, el valor que posee el indicador en ese país se obtiene a partir de encuestas de carácter cualitativo o de opinión llevadas a cabo por las organizaciones que elaboran ese tipo de *ranking*. De acuerdo con los análisis que suelen proporcionar dichos informes, el poder explicativo de la función de regresión simple elaborada con la renta per cápita (como variable explicada) y el índice de competitividad del informe (como variable explicativa) es muy elevado.

En consonancia, estos enfoques propugnan utilizar como indicador de competitividad (es decir, de los factores que permiten obtener una elevada renta per cápita) el valor que el país obtiene en ese índice de competitividad, o en los subíndices que de aquel se suelen ofrecer. Añadamos, no obstante, que tales indicadores sólo se suelen obtener para países y que no están disponibles para regiones o niveles locales, aunque organizaciones como el IMD en algún caso han publicado índices para algunas pocas regiones.

■ **Indicadores intermedios de competitividad: comercio e inversión directa internacional**

Hay una serie de indicadores ligados al comercio y a la inversión directa internacional que, analistas de la competitividad tales como Porter, califican de indicadores intermedios de

competitividad. Así lo hacen porque, por un lado, pueden considerarse como consecuencia de la competitividad que el país posee; pero, por otro lado, también podrían considerarse como causas de dicha competitividad.

Así, se puede considerar que la exportación y la importación de productos es un reflejo de la capacidad competitiva de un país: exportará en la medida en que es competitivo, e importará en la medida en que no es competitivo. Pero como ya los economistas clásicos enseñaron, el comercio internacional permite a un país especializarse en lo que mejor sabe hacer y, como consecuencia de ello, mejorar su posición competitiva.

De igual manera, tal como señala la teoría ecléctica de Dunning, para que tenga lugar la inversión directa internacional los capitales del país inversor deben poseer algún tipo de ventaja competitiva; e igualmente, el país destinatario se supone que posee algún tipo de ventaja de localización. No obstante, también cabría sostener que los inversores de un país que invierten en el exterior lo hacen porque en su país no existe un entorno económico favorable; y que cuando se invierte en otro país, es porque los competidores en tal país no son muy competitivos. Y en cuanto a considerar la inversión directa como causante de competitividad, podría sostenerse que los capitales invierten en otros países para mejorar su competitividad (mejor acceso a mercados o a factores productivos); y que en el país receptor de la inversión directa aumenta la inversión y el empleo, se accede a tecnología y redes de distribución, y aumenta la competencia, todo lo cual redundará en mejoras de su competitividad. Aunque también cabría aducir que los capitales invierten en el exterior pueden estar haciéndolo reduciendo capacidad productiva en el país de origen, debido a que las condiciones del país de origen no son favorables (“deslocalización”); o que, en ocasiones, la inversión directa en un país, especialmente cuando tiene lugar mediante la compra de una empresa ya existente, puede tener como destino la compra de un mercado y la eliminación de determinados competidores, además de comportar el riesgo de desaparición de los “cuarteles generales” o actividades de mayor valor añadido de la empresa adquirida (por ejemplo, del departamento de I+D, actividad que pasaría a ser llevada a cabo desde la matriz).

Los analistas de la competitividad han criticado bastante el uso del saldo comercial, como indicador de competitividad, aduciendo que países sumamente competitivos, como EE.UU., poseen saldos comerciales tremendamente negativos, mientras que algunos países en vías de desarrollo, con prácticamente nula competitividad pero una cierta riqueza en recursos naturales, pueden tener un saldo claramente positivo. Y, obviamente, esa crítica es todavía más aguda cuando el saldo comercial al que se atiende es exclusivamente al de la balanza de mercancías, ya que supone considerar que la única activa productiva generadora de va-

lor es la de los sectores primario y secundario, y no la de servicios. Ejemplos como los de Suiza muestran, sin embargo, que el sector servicios puede ser una fuente de ingresos por exportación muy relevante y muy positiva para el bienestar de la población.

Probablemente el indicador de comercio al que más frecuente se recurre en los análisis de competitividad es el de las cuotas de mercado. Implícitamente, se está aplicando al país, un tradicional indicador de competitividad de la empresa: si se dice que una empresa es más competitiva cuando aumenta su cuota de mercado dentro de las ventas sector, se considera que un país es más competitivo si aumenta su cuota de exportación dentro de las exportaciones mundiales. Sin embargo, la evolución que muestra la cuota de exportaciones de un país puede no tener que ver con la real marcha de la competitividad de la economía. Así, puede suceder que la cuota de mercado de las exportaciones crezca pero:

— Sea a costa de una pérdida de cuota de mercado interior. Esto sucede, por ejemplo, en países que han estado cerrados al exterior e inician un proceso de apertura. Así España, desde comienzos de los años setenta hasta la actualidad ha pasado de un cuota de exportación del 0,8 por 100 a otra del 2,0 por 100; pero ello ha tenido lugar a costa de una pérdida de cuota en el mercado interno, y de que la cuota que alcanzan las importaciones españolas en las mundiales haya experimentado una subida algo superior incluso que la anterior.

— Sea como fruto de variaciones en el tipo de cambio. Si el euro se aprecia notablemente con respecto al dólar, cuando las exportaciones españolas se pasan de euros a dólares su valor aumenta notablemente, aunque en volumen tales exportaciones no hayan aumentado.

— Sea como fruto del diferente ciclo económico que atraviesan las economías. Si en España la demanda está creciendo mucho, mientras que en Europa o en el resto del mundo está estancada, resulta lógico que la cuota de exportaciones españolas se reduzca y la de importaciones crezca. Pero eso es un fenómeno que en parte se corregirá automáticamente cuando cambie la fase del ciclo.

Para evitar alguna de las críticas vertidas sobre el indicador anterior, en algunos análisis se recurre al análisis conjunto de las tasas de variación real de las importaciones e importaciones y a su comparación con las del resto del mundo. Eso no elimina, sin embargo, el efecto cíclico antes citado. Adicionalmente, no resulta fácil disponer de datos sobre tasas de variación real de las importaciones y exportaciones para todos los países.

En cuanto a la inversión directa internacional, hay que indicar que las estadísticas de unos países a otros no son siempre totalmente homogéneas y, adicionalmente, los resultados de determinados países pueden estar muy condicionados por razones fiscales o de otro tipo. Así, por ejemplo, las estadísticas de algunos países incluyen dentro de la inversión directa la reinversión de beneficios de la empresa participada por el capital extranjero, mientras que en otros países no es así. Y los datos de inversión directa internacional de España, por ejemplo, han estado muy distorsionados por el régimen fiscal ofrecido a las entidades tenedoras de valores, que hizo que mucho capital extranjero entrara en España a invertir en tales sociedades (lo que se contabilizaba como inversión directa extranjera en España) y luego, sin tener prácticamente ninguna incidencia en la actividad económica española, utilizando a esas sociedades como plataforma, de nuevo saliera en forma de inversión directa hacia el exterior (que se contabilizaban como inversión directa española en el exterior). Esto es, los datos de inversión directa extranjero pueden no ser totalmente homogéneos o pueden no estar reflejando auténticos procesos de inversión directa.

Los indicadores que habitualmente se emplean de inversión directa son el porcentaje que suponen los flujos o el *stock* de inversión directa con respecto al PIB del país, o el porcentaje que suponen los flujos o el *stock* de inversión directa del país con respecto a los del total mundial.

Señalemos, por último, que los indicadores de comercio exterior también presentan problemas adicionales cuando se pretende trabajar con datos para ámbitos subnacionales. Por un lado, los organismos estadísticos internacionales no facilitan datos de comercio exterior por regiones. Y, por otro lado, en cuanto a los de las comunidades autónomas españolas, además de que para muchas regiones no se disponen de datos de comercio relativos a servicios, cuando se manejan datos de comercio relativos a bienes, los de importación resultan particularmente cuestionables: generalmente la importación se imputa a la empresa de una localidad determinada, pero esa empresa ha importado el producto para comercializarlo en el resto del país, y no en esa comunidad.

En cuanto a los de inversión directa, nuevamente no hay datos disponibles para regiones de otros países. Y en el caso de España, los únicos regionalizados son los del registro de inversiones. Hasta hace relativamente poco el registro sólo facilitaba datos de flujos de inversión, y tales datos estaban muy sesgados por el llamado efecto sede de la empresa que recibía o realizaba la inversión. Hace relativamente poco el registro ha publicado unas estimaciones del *stock* de inversión directa, que intentan corregir tal circunstancia tomando en cuenta el empleo de la empresa en las diferentes comunidades autónomas españolas.

■ *El tipo de cambio real como indicador de competitividad*

Tal como antes hemos señalado, la competitividad de un país se ha entendido, en ocasiones, que podía medirse de un modo similar a la de una empresa, por la evolución del comercio exterior del país. Y la teoría del comercio internacional tradicional ha tendido a explicar la evolución de los flujos comerciales entre un país y el resto del mundo en función del tipo de cambio efectivo real: es decir, en función de cómo evoluciona el tipo de cambio efectivo nominal de ese país y de cómo evolucionan los índices de precios de en ese país y en el resto de países. A ese tipo de cambio efectivo real en algunas estadísticas (por ejemplo, en las que publica el Banco de España) se le denomina índice de competitividad.

Pero en la medida en que, como sucede cada vez más en los países avanzados, la competencia no tiene lugar mayoritariamente vía costes o precios, sino vía diferenciación (calidad, diseño, etc.), muchas veces este indicador de competitividad no logra explicar satisfactoriamente lo que sucede en los flujos comerciales de un país con el exterior. Es más, lo que realmente interesaría a un país es que la llamada relación real de intercambio (es decir, el cociente entre las variaciones que experimentan los precios a la exportación y los precios a la importación) crezcan y que el valor de su moneda se aprecie, siempre que ello sea posible manteniendo su equilibrio de la balanza por cuenta corriente. Ello indicaría que dicho país logra diferenciar sus productos y que los consumidores internacionales aceptan pagar más valor por ellos, así como que en los mercados de divisas los inversores valoran positivamente la moneda de dicho país. Por el contrario, un deterioro de la relación real de intercambio significaría que para obtener la misma cantidad de producto exterior el país tiene que ofrecer una mayor volumen de producto interior; y la depreciación o devaluación de su moneda, que le van a pagar menos por sus productos y que él va a tener que pagar más por los productos extranjeros.

El tipo de cambio efectivo real suele estar disponible sólo para países, y no para regiones o localidades, aunque con frecuencia se utiliza aquél para éstas. Los que así hacen implícitamente están suponiendo que la evolución de los precios es similar dentro de cada nación. Ello no es totalmente cierto. A ello habría que añadir que, aunque los tipos de cambio bilaterales son los mismos para todas las regiones o localidades de un país, la ponderación que a ellos se debe dar para obtener el tipo de cambio efectivo nominal, que depende del peso relativo que tiene el comercio de cada zona con cada uno de los países, puede ser claramente diferente.

Otro de los problemas que suele plantear dicho índice es el de la elección del índice de precios con el que efectuar su cálculo. Las estadísticas ofrecen, al respecto, múltiples índices

de precios: de precios al consumo, de precios industriales, de precios de exportación, del coste laboral nominal unitario... La cuestión es que los resultados que pueden derivarse de utilizar uno u otros son claramente diferentes, sin que quepa aducir argumentos claros o determinantes a favor de uno u otro de los indicadores de precios, pues todos ellos presentan algún inconveniente. Por ejemplo, los precios al consumo no toman en consideración la evolución de precios de algunos productos industriales que son objeto de importación y exportación (por ejemplo, de los de la máquina herramienta), ya que no entran a formar parte del consumo de la población.

■ *Los costes laborales*

Uno de los factores que inciden más en los costes y, por consiguiente, en los precios, es el coste laboral. Por tal razón en los análisis de competitividad se ha dado gran importancia al análisis de los costes laborales. E incluso, cuando se calcula el índice de competitividad, para el cálculo de tipo de cambio efectivo real algunos utilizan en lugar de un índice de precios, los índices de los costes laborales nominales unitarios.

Si empezamos por el análisis de nivel, la variable relevante para analizar el efecto de los costes laborales en la competitividad es el coste laboral unitario (CLU), esto es, el indicador que nos indica el coste laboral que hay incorporado en cada unidad de producto. Dicho coste laboral es el resultado de dos componentes: el coste laboral por asalariado (o, alternativamente, por hora trabajada); y la productividad aparente del trabajador (o, alternativamente, por hora trabajada).

Cuando se calcula el CLU resulta un tanto intrascendente en qué tipo de unidades están expresados el coste laboral por empleado y la productividad, pues al figurar el mismo tipo de unidades en el numerador y denominador su efecto se anula. No sucede lo mismo cuando se quieren comparar, por un lado, el coste laboral por asalariado y, por otro, la productividad. En efecto, a la hora de calcular el coste laboral por asalariado podemos expresarlo en un tipo de cambio corriente (en euros, por ejemplo) o podemos expresarlo en paridades de poder compra. Desde el punto de vista del trabajador el modo de expresarlo más apropiado es en paridades de poder de compra, pues eso nos permite comparar mejor la capacidad adquisitiva que obtiene el trabajador por la venta de su fuerza de trabajo. Desde el punto de vista de la empresa, en cambio, el modo de expresión más adecuado es en tipos de cambio corrientes, pues es en tal medida como se ve obligada a competir la empresa en los mercados. En general, cuando el coste laboral por empleado español se expresa en paridades de poder de compra, su valor se incrementa con respecto al de la media europea.

De la misma manera, la productividad se puede expresar en tipos de cambio corriente o en paridades de poder de compra. Desde un punto de vista de país y cuando estamos tomando en cuenta el conjunto de la economía, la productividad se suele medir en paridades de poder adquisitivo. Mientras que desde el punto de vista de la empresa, nuevamente la medición más apropiada de la productividad es a tipos de cambio corrientes.

Por otro lado, la evolución del coste laboral unitario se puede analizar en términos nominales o en términos reales. En el primer caso, la evolución del numerador del cociente (esto es, del coste laboral por asalariado) se toma en términos nominales; mientras que en el segundo, se expresa en términos reales (generalmente utilizando para su transformación a términos reales el deflactor del PIB).

Si estamos interesados en analizar la influencia de la variación del coste laboral en la variación de los precios y, por ende, si queremos utilizar un indicador de costes laborales como sustituto de los precios en el cálculo del índice de competitividad (o tipo de cambio efectivo real), el indicador relevante es el coste laboral nominal unitario.

En cambio, si estamos interesados en analizar la influencia de la variación de los costes laborales en los márgenes empresariales, la variable relevante es el coste laboral real unitario, ya que permite considerar tres factores simultáneamente: la variación que experimenta el coste de la mano de obra, la variación que experimenta la productividad de esa mano de obra y la variación que experimentan los precios de las empresas.

En general, la contabilidad regional permite calcular todas estas variables en un plano regional. Pero su cálculo no suele resultar posible en el ámbito local, por no disponerse de cuentas económicas para este último nivel territorial.

■ *El excedente de explotación*

La parte del VAB que no corresponde a la remuneración de los asalariados se denomina, en la contabilidad nacional, excedente bruto de explotación. Si del mismo extraemos la amortización o consumo de capital fijo, se obtiene el excedente neto de explotación. Este excedente reflejaría las rentas que van a manos de todos aquellos que no son asalariados. El excedente neto de explotación en porcentaje del VAB cabría considerarlo como un indicador de margen: expresaría el porcentaje del VAB neto generado en la economía que corresponde a rentas no salariales.

Dado que el excedente de explotación surge sustrayendo al VAB las remuneraciones de los asalariados, la evolución que muestra la ratio excedente de explotación/VAB será prácticamente inversa a la que tenga el coste laboral unitario.

■ **Indicadores de competitividad empresariales**

Los indicadores de competitividad empresarial tradicionalmente empleados han sido la rentabilidad empresarial y las cuotas de mercado.

■ *Resultado y rentabilidad empresarial*

Uno de los mayores problemas que presenta el excedente neto de explotación recogido en el sistema de Cuentas Nacionales es que en él se mezclan muy diferentes tipos de rentas: desde la del pequeño agricultor o comerciante, cuyas rentas corresponden más a una remuneración a su trabajo que a una remuneración a su capital, pasando por las rentas que perciben los ahorradores por sus inversiones, hasta los beneficios empresariales. Por eso, si estamos interesados en el análisis de la rentabilidad empresarial las Cuentas Nacionales no proporcionan información suficientemente desagregada y resulta preferible acudir a otras fuentes que ofrezcan datos sobre las cuentas de pérdidas y ganancias y los balances de las empresas.

La fuente más conocida al respecto ha sido en España la Central de Balances del Banco de España, equivalente de la cual sería en Europa el Proyecto Bach que gestiona la Comisión Europea. En la década de los noventa, sin embargo, las empresas españolas empezaron a verse obligadas a depositar sus estados contables en los registros mercantiles y comenzó a disponerse de datos de las mismas, publicados por el propio Registro Mercantil o por sociedades tales como Informa que comercializa la base de datos SABI. Un equivalente europeo de esta última sería la base de datos Amadeus.

De los datos del Registro Mercantil y de la base SABI resulta posible obtener para España datos balances y cuentas de resultados regionalizados o incluso municipalizados. Se debe ser consciente, no obstante, que en el valor de la empresa que aparece asignada a un municipio o comunidad autónoma estarán incluidos valores de la actividad desarrollada por la empresa en establecimientos a ella pertenecientes ubicados en otros municipios o comunidades autónomas; y, por el contrario, que la actividad de los establecimientos ubicados en un municipio o comunidad autónoma no aparecerá asignada a aquellos caso de que la sede social de la empresa no radique en ellos. Por otra parte, los datos que proporcionan

estas fuentes, aunque resulta evidente que poseen una amplia cobertura (medida, por ejemplo, por el porcentaje de facturación correspondiente a las empresas que figuran en tales bases de datos), no cabe determinar con exactitud tal nivel de cobertura y, adicionalmente, las agregaciones de ellas resultantes no resultan estadísticamente representativas.

El proyecto BACH no ofrece datos regionalizados para los países europeos, pero a partir de Amadeus resulta posible obtener tal tipo de datos para los países europeos (aunque el nivel de cobertura de los datos varía mucho de unos países a otros). Señalemos, no obstante, que la comparación de los datos contables de empresas de diferentes países suscita serios problemas, debido a que, con motivo de las diferentes normas y prácticas contables existentes de unos países a otros, los datos no suelen ser homogéneos.

La disponibilidad de datos sobre cuentas de resultados y balances empresariales permite efectuar análisis de rentabilidad empresarial más afinados que los que resultarían de las Cuentas Nacionales. Una primera disyuntiva es, precisamente, el decidir en qué tipo de resultados empresariales centrarse. En principio, si lo que queremos es medir la competitividad de la actividad principal de la empresa, el tipo de resultados más adecuado sería el resultado neto de explotación. Pero si lo que nos interesa es la capacidad de la empresa para generar beneficios, sean o no propios de su actividad, nos deberemos fijar en el resultado ordinario, o incluso en el resultado final del ejercicio (esto es, incluyendo también los resultados extraordinarios). En la mayoría de los estudios los analistas se inclinan por el resultado neto de explotación o por el resultado del ejercicio antes de impuestos.

La puesta en relación del resultado con los recursos necesarios para su obtención da lugar a la rentabilidad. Hay dos indicadores básicos de rentabilidad:

— *La rentabilidad económica*, que se obtendría dividiendo el resultado neto de explotación por el total de activos.

— *La rentabilidad financiera*, que generalmente se suele obtener dividiendo el resultado del ejercicio entre los recursos propios³⁹.

³⁹ Al disponer de un nivel de desagregación contable mayor en las cuentas de las empresas, la Central de Balances del Banco de España calcula la rentabilidad ordinaria del activo neto (rentabilidad económica) dividiendo la suma del resultado ordinario neto y de los gastos financieros, por el activo neto de los recursos sin coste; y, a su vez, la rentabilidad ordinaria de los recursos propios (rentabilidad financiera), dividiendo el resultado ordinario neto por los recursos propios. Es más, la citada institución ajusta los valores del activo neto de los recursos sin coste y de los recursos propios que le han comunicado las empresas a los precios corrientes que dichas partidas tendrían en cada momento.

Normalmente se suele considerar que el indicador más apropiado de la competitividad empresarial es la rentabilidad económica. Dicho indicador estaría expresando el resultado que se obtiene por cada euro invertido en la empresa, independientemente de cómo se reparte aquel resultado luego entre aquellos que han aportado financiación a la empresa (accionistas, acreedores financieros...).

Conviene señalar que la rentabilidad varía sustancialmente de unos sectores a otros. Autores como Porter sostienen que la rentabilidad media del sector está determinada por fuerzas tales como el poder de negociación de los proveedores y clientes, la amenaza de productos sustitutos y de nuevos entrantes, y la rivalidad entre competidores. La estructura que presentan esas cinco fuerzas varía de sector a sector y es esa estructura la que explicaría la variación de las rentabilidades medias de unos sectores a otros. Adicionalmente, como la estructura de esas fuerzas es diferente de unos países a otros, la rentabilidad media varía de unos sectores a otros y la lista de sectores ordenados en función de su rentabilidad será diferente de unos países a otros.

La rentabilidad que obtiene una empresa no tiene por qué coincidir con la rentabilidad media del sector a que pertenece. La literatura ligada a la Dirección Estratégica ha tendido a sostener que según sea la eficiencia operativa y el logro alcanzado en el posicionamiento estratégico por la empresa, su rentabilidad será mayor o menor que la media de su sector. Dado que la unidad fundamental del análisis estratégico es el sector, la ventaja o desventaja competitiva de la empresa se mediría por el grado en que su rentabilidad se sitúa por encima o por debajo de la media del sector. La reciente literatura de *clusters* ha puesto, sin embargo, de manifiesto que de la pertenencia de la empresa a un *cluster* (entendiendo por este, un grupo de empresas interconectadas y de instituciones asociadas, ligadas por actividades e intereses comunes y complementarios, geográficamente próximas), se derivan economías externas positivas para dicha empresa, que darán lugar a una mayor productividad y rentabilidad. De modo que la desviación de la rentabilidad de la empresa sobre la rentabilidad media del sector, puede deberse, además de a factores internos a la empresa, a la pertenencia o no de la empresa a un *cluster* que refuerce su competitividad.

Por último, podríamos preguntarnos en qué medida la rentabilidad de las empresas del país (que sería expresiva del nivel de competitividad de sus empresas) aparece correlacionada con el nivel de renta per cápita del país (que, como antes hemos señalado, sería expresiva del nivel de competitividad del territorio). Conviene destacar, a este respecto, que no tiene por qué darse que los países con mayor nivel de renta per cápita (y que, conforme a tal indicador, podrían considerarse como los más competitivos internacionalmente) sean aquellos con una rentabilidad económica mayor. Si así fuera, no tendrían lugar los procesos de inversión directa de los países desarrollados en los países en vías de desarrollo.

■ *Productividad empresarial*

Al igual que en la renta per cápita, también en la rentabilidad empresarial influye la productividad. A igualdad de condiciones, cuanto mayor sea la productividad, mayor será la rentabilidad de la empresa. Esto es, una mayor productividad incide favorablemente tanto en la renta per cápita como en la rentabilidad empresarial. Mas, en el resultado que obtiene la empresa por unidad de producto inciden no sólo la productividad del trabajador, sino también el coste laboral del asalariado. Y puede suceder que del mayor valor añadido generado en el proceso productivo se apropien otros agentes (por ejemplo, el trabajador, con unos mayores salarios) y que lo que quede para la empresa tras ese reparto sea menor que lo que resta para otra empresa en que la productividad sea menor, pero también los costes laborales y demás apropiaciones de rentas sean menores.

Continuando con las diferencias entre los análisis de competitividad del territorio y de las empresas en materia de competitividad, conviene señalar que, mientras que desde un punto de vista de país lo que resulta más lógico es expresar la productividad y el coste laboral por empleado en paridades de poder adquisitivo, desde el punto de vista de empresa resulta más pertinente expresar esas variables a los tipos de cambio existentes en los mercados (es decir, expresar esas variables en euros o cualquier otra moneda realmente existente), ya que sus costes o precios, que son con los que compiten, están expresados en tales tipos de cambio.

Por otro lado, como antes se ha indicado, la productividad indica el número de unidades de *input* que se necesita para obtener una unidad de *output*. Esa relación entre *input* y *output* debe entenderse más en términos de valor, que en términos físicos. Por ejemplo, más que el crecimiento del número de toneladas de acero que cada trabajador es capaz de producir al año, desde el punto de vista empresarial la productividad debería expresarse por el valor de esas toneladas de acero que el trabajador produce. En efecto, puede que, aunque no aumente el número de toneladas de acero producidas, haya variado su composición, de modo que se haya incrementado el porcentaje de aceros aleados (que son más costosos de producir), y el valor de dichas toneladas de acero haya crecido en consonancia. El atender al valor del *output*, en lugar de meramente a sus unidades físicas, permite incorporar en la estimación de la productividad, no sólo la eficiencia operativa, sino también la diferenciación (calidad, diseño, etc.) que en el producto esa empresa haya podido incorporar.

Generalmente, cuando se analiza la productividad del conjunto de la economía la variable que se suele tomar para expresar ese *output* es el PIB o el valor añadido bruto (VAB), aunque también podría recurrirse al valor de la producción. Esto último no suele ser habitual, pues, entre otras cosas, es mucho menos habitual la disponibilidad estadística de datos de

producción que de VAB o PIB. Cuando se intenta medir la productividad empresarial, en cambio, el dato de facturación suele ser mucho más habitual que el de VAB, ya que este último requiere conocer la cuenta de resultados de la empresa y efectuar unas operaciones determinadas con sus cuentas. Por tal razón, muchas veces la productividad empresarial aparece medida como las ventas por empleado.

No obstante, también en el caso de las empresas resultaría más idóneo calcular la productividad a partir del valor añadido. De otro modo, la externalización o desagregación de actividades daría lugar a que la productividad por operario presentara un valor distinto en dos empresas que poseen igual eficiencia operativa y similar diferenciación (tecnología, diseño, etc.) de sus productos, pero en la cual las actividades aparecen en una de ellas integradas (la que presenta menor productividad) y en la otra no (la que presenta mayor productividad).

En suma, cuando se desea medir la productividad de la empresa resulta preferible, en los casos en que por disponerse de la desagregación de la cuenta de resultados así resulta posible, calcular dicha productividad con relación al valor añadido. Y cuando se realizan comparaciones internacionales, resulta preferible expresar el valor añadido generado por empleado (o por hora trabajada, en caso de que se dispusiera de tal dato, cosa que no suele ser habitual) a tipos de cambio corrientes, en lugar de tratar de convertirlo a paridades de poder adquisitivo.

Y todo lo dicho sobre la productividad resulta tanto más aplicable a los costes laborales. Por la mayor facilidad para disponer de los datos, con frecuencia los costes laborales de la empresa se suelen expresar en porcentaje de la facturación o de los ingresos de explotación de la misma. Tal ratio no es, sin embargo, un indicador adecuado del nivel de competitividad en costes laborales de la empresa, pues dicha ratio está muy condicionada por el nivel de externalización de actividades desarrolladas por la empresa. Así, imaginemos que una empresa puede subcontratar el servicio de transporte al mismo coste que le resulta dicho servicio cuando se presta por personal de la propia empresa: si cubriera dicho servicio con personal propio el porcentaje que suponen los costes laborales sobre facturación sería mayor, mientras que si lo subcontratara sería menor, cuando en ambos casos los costes totales serían los mismos para la empresa. Es por ello que para medir la incidencia de los costes laborales en la competitividad de la empresa resulta preferible poner el coste laboral de los empleados con el valor añadido.

■ *Cuotas de mercado*

Las cuotas de mercado, medidas generalmente con respecto a la facturación total del sector en que está ubicada la empresa, han sido otro indicador tradicional de competitividad de las

empresas. Cuando una empresa aumenta su cuota de mercado suele considerarse que ello es debido a que la empresa está comportándose mejor que sus competidores y que, por consiguiente, ha mejorado su competitividad. Y, justo lo contrario, cuando una empresa ve reducida su cuota de mercado. El nivel de la cuota de mercado cabría también considerarlo como fruto de la evolución habida en las cuotas de las empresas hasta ese momento y, en consecuencia, como expresión de la competitividad alcanzada por la empresa a lo largo de la historia.

Dos son los grandes reparos que suscita el recurso a las cuotas de mercado como indicador de la competitividad empresarial. En primer lugar, habría que empezar señalando que, de acuerdo con la corriente mayoritaria en la Microeconomía y en la Economía de empresa, el objetivo primario de cualquier empresa debe ser conseguir una rentabilidad de la inversión superior a largo plazo, y no el aumentar la cuota de mercado o el tamaño. Estos últimos solo se convierten en objetivos en la medida en que posibilitan esa mayor rentabilidad. Por lo tanto, las métricas a ellos ligados no son las más adecuadas para medir la competitividad empresarial. Una empresa puede aumentar su cuota de mercado a costa de tirar precios y perder rentabilidad. Igualmente, el incremento de la cuota de mercado de una empresa puede ser fruto de una fusión o adquisición, que permite a la empresa resultante poseer una mayor cuota de mercado, sin que necesariamente ello sea reflejo de una mayor rentabilidad.

Adicionalmente, el cálculo de las cuotas de mercado suele ser más complicado que el de la rentabilidad empresarial, pues requiere disponer de los datos de ventas no sólo de la empresa, sino también de todo el sector, y con frecuencia esto último no suele ser tan habitual: no lo es en el ámbito nacional, y todavía lo es menos en el ámbito mundial. En el caso de determinadas industrias, hay asociaciones sectoriales que proporcionan tales estimaciones, de modo que, conociendo las ventas de una empresa de ese sector, resulta posible el cálculo de su cuota de mercado. Recientemente, la disponibilidad de bases como SABI, en la que aparecen registradas más del 80 por 100 de las personas jurídicas que desarrollan una actividad empresarial y que, por ser precisamente las de mayor tamaño, cabe considerar que constituyen un porcentaje todavía superior de las ventas de cada sector, hace posible el cálculo de cuotas empresariales y el análisis de su evolución en el tiempo. De todos modos, un grave problema que en la práctica suelen presentar las estimaciones de las cuotas es que las empresas no suelen realizar una única actividad económica y que las ventas correspondientes a todas las actividades de la empresa (que cabría identificar por las CNAEs de la empresa) aparecen imputadas a la que es la actividad principal de la empresa. En consecuencia, ni el total de las ventas de la empresa (que figura en el numerador del cociente para el cálculo de la cuota) suele reflejar realmente las ventas de la empresa en esa industria o sector, ni el total de las ventas del sector suele medir realmente las ventas correspondientes a esa actividad determinada.

■ BIBLIOGRAFÍA

- ALCAIDE, L. (2004), "Corrupción: obstáculo al crecimiento y a la competitividad", *Economía Exterior*, n.º 31.
- ANDERSON, J. E., y VAN WINCOOP, E. (2003), "Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle", *American Economic Review*, vol. 93, n.º 1.
- ARENA, R., y LAZARIC, N. (2003), "La théorie évolutionniste du changement économique de Nelson et Winter. Une analyse économique rétrospective", *Revue Économique*, vol. 54, n.º 2, marzo.
- ARROW, K. (1962), "Economic welfare and the allocation of resources for invention", incluido en *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press, Traducción española en Rosenberg (1979).
- ARUNDEL, A. (2006), *Innovation survey indicators: Any progress since 1996? Or how to address the 'Oslo' paradox: we see innovation surveys everywhere but where is the impact on innovation policy?* MERIT Working Document [<http://www.merit.unu.edu>].
- BARGE, G. (2007), *La utilización empresarial de las fuentes externas de conocimiento: análisis teórico y estudio aplicado a los centros tecnológicos españoles*, Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Complutense de Madrid.
- BASSANINI, A.; SCARPETTA, S., y VISCO, I. (2000), *Knowledge, Technology and Economic Growth: Recent Evidence from OECD Countries*, National Bank of Belgium, Bruselas.
- BASSANINI, A., y SCARPETTA, S. (2001), "Les moteurs de la croissance économique dans les pays de l'OCDE: Analyse empirique sur données de panel", *Revue Économique de l'OCDE*, n.º 33.
- BAUMERT, T. (2006), *Los determinantes de la innovación. Un análisis aplicado sobre las regiones de la Unión Europea*, Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- BUESA, M., y MOLERO, J. (1992), *Patrones del cambio tecnológico y política industrial. Un estudio de las empresas innovadoras madrileñas*, Civitas, Madrid.
- BUESA, M. (1996), "Empresas innovadoras y política tecnológica en el País Vasco: una evaluación de los Centros Tecnológicos", *Economía Industrial*, n.º 312.
- BUESA, M., y MOLERO, J. (1996), "Patterns of technological change among Spanish innovative firms: the case of Madrid region", *Research Policy*, n.º 25.
- BUESA, M., y ZUBIAURRE, A. (1999), "Patrones tecnológicos y competitividad: un análisis de las empresas innovadoras en el País Vasco", *Ekonomiaz, Revista Vasca de Economía*, n.º 44.
- BUESA, M.; NAVARRO, M. et al. (2001), *Indicadores de la ciencia, la tecnología y la innovación: metodología y fuentes para la CAPV y Navarra*, Eusko Ikaskuntza, San Sebastián.
- BUESA, M. et al. (2002), *El sistema regional de I+D+I de la Comunidad de Madrid*, Consejería de Educación, Comunidad de Madrid, Madrid.
- BUESA, M. (2003), "Ciencia y tecnología en la España democrática: la formación de un sistema nacional de innovación", *Información Comercial Española*, n.º 811, diciembre.
- CABRAL, L. (1997), *Economía Industrial*, McGraw Hill, Madrid.
- CHEN, N. (2004), "Intra-National versus International Trade in the European Union: Why do National Borders Matter?", *Journal of International Economics*, vol. 63, n.º 1.
- CINDOC (2006), *Proyecto de Obtención de Indicadores de Producción Científica de la Comunidad de Madrid*, Comunidad de Madrid, Madrid [www.madrimasd.org].
- CLARKE, R. (1993), *Economía Industrial*, Celeste Ediciones, Madrid.
- COHENDET, P. et al. (1998), "La gestion publique des externalités positives de recherche", *Revue Française de Gestion*, número 118, marzo-mayo.
- Commission Européenne (2002), *Étalonnage de la politique des entreprises: résultats du Tableau de bord 2002*, Bruselas, SEC (2002) 1213.
- DASGUPTA, P., y DAVID, P. (1987), *Priority, secrecy, patents and the socio-economic of science and technology*, CEPR, publicación, n.º 127.

- DJELLAL, F., y GALLOUJ, F. (2001), "Innovations surveys for service industries. A review", incluido en THURIEUX B.; ARNOLD, E., y COUCHOT, C. (eds.), *Innovation and enterprise creation: statistics and indicators*, European Commission (EUR, 17038), Luxemburgo.
- DOSI, G. (1988), "Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation", *Journal of Economic Literature*, volumen XXVI, septiembre, Una traducción española de este trabajo con el título "Fuentes, métodos y efectos microeconómicos de la innovación" puede encontrarse en *Ekonomiaz, Revista Vasca de Economía*, n.º 22, 1992.
- DOSI, G., y WINTER, S. G. (2003), "Interprétation évolutionniste du changement économique", *Revue Économique*, volumen 54, n.º 2, marzo.
- EVANS, C. L. (2003), "The Economic Significance of National Border Effects", *American Economic Review*, vol. 93, n.º 4.
- European Commission (2005), *Evaluating the knowledge economy - what are patents actually worth?*, Bruselas.
- Eurostat (1998a), *Employment in high technology manufacturing sectors at the regional level*, Documento EUROSTAT/A4/REDIS/103.
- (1998b), "Recursos humanos en haute technologie", *Statistiques en Bref*.
- (2006), "Vue d'ensemble des procédures et statistiques en matière de brevets", *Statistiques en Bref*, n.º 19.
- FORAY, D. (1991), "Économie et politique de la science: les développements théoriques récents", *Revue Française d'Économie*, vol. 6, n.º 4.
- GALENDE DEL CANTO, J. (2003), "Determinantes, patrones y resultados del proceso de innovación en la empresa española", incluido en NAVAS y NIETO (eds.) (2003).
- GIL-PAREJA, S.; LLORCA-VIVERO, R.; MARTÍNEZ-SERRANO, J. A., y OLIVER-ALONSO, J. (2005), "The Border Effect in Spain", *The World Economy*, vol. 28, n.º 11.
- GODIN, B. (2002), *The Rise of Innovation Surveys: Measuring a Fuzzy Concept*, Project on the history and sociology of S&T statistics, *Working Paper*, n.º 16, CSIC, Montreal.
- (2004), *The rise of the innovation surveys: measuring a fuzzy concept*, *Working Paper*, n.º 16 of the project on the history and sociology of S&T statistics. CSIC, Montreal.
- GRILICHES, Z. (1990), "Patent Statistics as Economic Indicators: a Survey", *Journal of Economic Literature*, vol. XXVIII, diciembre, Una traducción española de este trabajo con el título "Estadísticas de patentes como indicadores económicos: una panorámica" puede encontrarse en *Ekonomiaz, Revista Vasca de Economía*, número 23, 1992.
- GUAL, J. et al. (2006), *El problema de la productividad en España: ¿Cuál es el papel de la regulación?*, Documentos de Economía La Caixa, n.º 1, junio, Barcelona.
- GUELLEC, D., y VAN POTTELSBERGHE, B. (2001), R&D and Productivity Growth: A Panel Data Analysis of 16 OECD Countries, STI Working Papers 2001/3 [DSTI/DOC(2001)3], OCDE, París.
- INE (2002), *Indicadores de Alta Tecnología*, año 2000, Madrid.
- MALERBA, F., y ORSENIGO, L. (1990), "Technological Regimes and Patterns of Innovation: A Theoretical and Empirical Investigation of the Italian Case", incluido en HEERTJE, A., y PERLMAN, M. (eds.), *Evolving Technology and market Structure*, Michigan University Press, Ann Arbor.
- (1995), "Schumpeterian Patterns of Innovation", *Cambridge Journal of Economics*, n.º 19.
- (1996), "Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific", *Research Policy*, vol. 25, n.º 3.
- MCCALLUM, J. (1995), "National Borders Matter: Canada-US Regional Trades Patterns", *American Economic Review*, volumen 85, n.º 3.
- MILES, M. A. et al. (2005), *Índice de Libertad Económica, 2005*, The Heritage Foundation y Dow Jones & Company, Washington.
- MINONDO, A. (2003), "Comercio internacional y efecto frontera en el País Vasco", *Revista de Economía Aplicada*, n.º 32.
- (2006), "El efecto frontera", *Boletín Económico de ICE*, n.º 2888, 11 al 24 de septiembre.
- NAVARRO, M., y ZUBIAURRE, A. (2003), *Los Centros Tecnológicos y el sistema regional de la innovación. El caso del País Vasco*, Instituto de Análisis Industrial y Financiero de la Universidad Complutense, Documento de Trabajo, número 38, Madrid. [Recuperable en: www.ucm.es/bucm/cee/iaif]
- NAVAS, J. E., y NIETO, M. (eds.) (2003), *Estrategias de innovación y creación de conocimiento tecnológico en las empresas industriales españolas*, Thomson-Civitas, Madrid.
- NELSON, R. R. (1959), "The Simple economics of basic scientific research", *Journal of Political Economy*, junio, traducción española en ROSENBERG (1979).

- NELSON, R. R., y WINTER, S. G. (1982), *An evolutionary theory of economic change*, Belknap Press/Harvard University Press, Cambridge (Mass.).
- OCDE (1995), *Classification des secteurs et produits de haute technologie*, Documento DSTI/EAS/IND/STPP(95)1.
- (1997), *Révision des classifications des secteurs et des produits de haute technologie*, Documento OCDE/GD(97)216.
- (1998), *La recherche universitaire en transition*, París.
- (2001), *Perspectives de la science, de la technologie et de l'industrie. Les moteurs de la croissance: technologies de l'information, innovation et entrepreneuriat*, París.
- (2005), *Principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation. Manuel d'Oslo*, 3.^a edición, París.
- OECD (1993), *Proposed Standard Practice for Surveys of Research and experimental Development. Frascati Manual*, París.
- (1994), *Manual on the Measurement of Human Resources devoted to S&T. Canberra Manual*, París.
- (1997), *OECD proposed guidelines for collecting and interpreting innovation data. The Oslo Manual*, París.
- ONDÁTEGUI, J. C. (2000), "Parques científico-tecnológicos en España: las fronteras del futuro", incluido en ALONSO, J. L. y MÉNDEZ, R. (eds.), *Innovación, pequeña empresa y desarrollo local en España*, Civitas, Madrid.
- PAVITT, K. (1984a), "Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and theory", *Research Policy*, n.º 13.
- (1984b), "Patrones de cambio técnico. Evidencia, teoría e implicaciones políticas", *Boletín de Estudios Económicos*, vol. XXXIX, n.º 121, abril.
- (1991), "¿Dónde reside la utilidad económica de la investigación básica?", *ARBOR*, n.º 546, junio.
- PAVITT, K., y PATEL, P. (1995), Patterns of Technological Activity: Their measurement and interpretation, chapter 2 in STONEMAN P., *Handbook of the economics of innovation and technical change* Basil Blackwell.
- PHELPS, E. S. (2003), *Economic Underperformance in Continental Europe: A Prospering Economy runs on the Dynamism from its Economic Institutions*, Royal Institute for International Affairs - Chatham House, Londres.
- PORTER, M. E. (1991), *La ventaja competitiva de las naciones*, Plaza & Janés Editores, Barcelona.
- PORTER, M. E.; FURMAN, J. L., y STERN, S. (2000), "Los factores impulsores de la capacidad innovadora nacional: implicaciones para España y América Latina", Incluido en ICEX (2000), *Claves de la economía mundial*, Madrid.
- ROMERA, F.; FONT, A., y ONDÁTEGUI, J. C. (2000), *Los parques científicos y tecnológicos. Los parques en España*, Fundación Cotec, Madrid.
- ROSENBERG, N. (ed.) (1979), *Economía del cambio tecnológico*, Fondo de Cultura Económica, México.
- SCARPETTA, S.; HEMMINGS, P.; TRESSEL, T., y Woo, J. (2002), *The Role of Policy and Institutions for Productivity and Firm Dynamics: Evidence from Micro and Industry Data*, OCDE, *Working Papers*, n.º 329, París.
- SCHUMPETER, J. A. (1911), *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*, Duncker-Humboldt, Leipzig, se cita de la traducción española: *Teoría del desenvolvimiento económico*, Fondo de Cultura Económica, México, 1944.
- (1942), *Capitalism, Socialism and Democracy*, Harper & Brothers, Nueva York, se cita de la traducción española: *Capitalismo, Socialismo y Democracia*, Folio, Barcelona, 1984.
- SMITH, K. (2005), "Measuring Innovation", capítulo 6 en FAGERBERG J.; MOWERY, D., y NELSON, R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press.
- TETHER, B. (2001), *Identifying Innovation, Innovators and Innovative Behaviours: A Critical Assessment of the Community Innovation Survey (CIS)*, *CRIC Discussion Paper*, n.º 48, CRIC, University of Manchester, diciembre.
- TETHER, B., y MILES I. (2001), "Surveying innovation in services - Measurement and policy interpretation issues", incluido en THURIEAUX, B.; ARNOLD, E., y COUCHOT, C. (eds.), *Innovation and enterprise creation: statistics and indicators*, European Commission (EUR, 17038), Luxemburgo.
- Transparencia International (2006), *Índice de Percepción de la Corrupción*, www.transparecy.org.
- VILLANUEVA, M. (1999), *Guía básica introductoria al Sistema Español de Ciencia, Tecnología, Empresa*, FEDIT, Madrid.
- WEI, S. (1996), "Intra-National versus International Trade: How Stubborn are Nations in Global Integration?", *NBER Working Paper*, 5531, National Bureau of Economic Research, Cambridge MA.
- ZUBIAURRE, A. (2000), *La innovación en las empresas de la Comunidad Autónoma del País Vasco*, Tesis Doctoral, ESTE-Universidad de Deusto, San Sebastián.

4. LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN EN ESPAÑA

Mikel Buesa y Joost Heijs

■ 4.1. INTRODUCCIÓN

Partiendo de los elementos conceptuales que se han expuesto en los capítulos precedentes, se pueden destacar tres ideas que son esenciales en la comprensión de los fenómenos tecnológicos y de la innovación dentro del marco de la economía. La primera se refiere a que la tecnología sólo adquiere existencia real en la producción. La tecnología no es exógena sino endógena al sistema económico y reside dentro de las actividades de obtención de bienes y servicios. Por ello, son las empresas los agentes esenciales de la innovación, aunque requieran los conocimientos desarrollados por los investigadores científicos y los tecnólogos académicos. La segunda alude a que la tecnología —definida como conocimiento— es el fruto de unos procesos de aprendizaje complejos en los que participan e interactúan los agentes económicos —productores y consumidores— y las organizaciones científicas. Unos procesos que aparecen encauzados y estimulados —o, en su caso, dificultados— por las instituciones y por las políticas, en especial las destinadas a corregir los fallos de mercado a los que está sujeta la asignación de recursos a la innovación; y también por la competencia. Y la tercera deja constancia de que, lejos de la homogeneidad, esos fenómenos se reflejan bajo una importante variedad en cuanto a las formas que adopta el comportamiento de los agentes innovadores.

Estas tres ideas se encuentran presentes en el estudio de los sistemas regionales de innovación, cuyo enfoque, producto de la escuela evolucionista, trata de aprehender dicho fenómeno con una perspectiva global de la economía y la sociedad. Un sistema regional de innovación se delimita por un conjunto de las organizaciones de naturaleza institucional y empresarial que, dentro del territorio correspondiente, interactúan entre sí con objeto de asignar recursos a la realización de actividades orientadas a la generación y difusión de los conocimientos sobre los que se soportan las innovaciones sobre las que se asienta el desarrollo económico. El inventario de esas organizaciones reúne, por un lado, a las que directamente se implican en la obtención del conocimiento —como los Organismos Públicos de Investigación

(OPI), las Universidades y las empresas innovadoras que asumen las funciones de I+D, diseño industrial e ingeniería con la finalidad de obtener resultados en los terrenos científico y tecnológico, así como en su aplicación productiva— y, por otro, a las que facilitan, mediante la provisión de servicios, la interacción de las primeras para favorecer los intercambios de información y la cooperación entre ellas —como son los centros y parques tecnológicos, las fundaciones universitarias o las agencias de fomento regional— y las que encauzan los recursos financieros hacia los proyectos de investigación o de inversión empresarial innovadora —como los gobiernos, a través de la política científica y tecnológica, o las entidades de capital-riesgo—. Entre todas ellas, desde la perspectiva del análisis económico, debe destacarse a las empresas innovadoras, pues son las que aseguran la imbricación del sistema de innovación en el sistema productivo y, de este modo, posibilitan el empleo de los nuevos conocimientos para la obtención, de una forma cada vez más eficiente, de bienes y servicios.

Desde una perspectiva empírica, el análisis de los sistemas de innovación se estructura a partir de la consideración, en primer lugar, de los elementos que delimitan el entorno económico y productivo en el que se inscriben las organizaciones que se ocupan en la creación de conocimientos. Las variables fundamentales de ese entorno son las que se refieren al tamaño del mercado y a su nivel de desarrollo relativo, así como a la estructura de las actividades de producción —pues al ser en éstas donde las tecnologías adquieren su realidad material, su configuración establece los límites del desarrollo tecnológico—. Por otra parte, ha de adentrarse en el estudio de las actividades de investigación científica realizadas por los OPI y las Universidades. Unas actividades que posibilitan el progreso del conocimiento abstracto y, partiendo de él, la mejora de la formación y cualificación de la fuerza de trabajo, así como la resolución de los problemas concretos asociados a la producción. En tercer lugar, tienen que tenerse en cuenta las empresas innovadoras y su papel en el desarrollo tecnológico, tanto desde la perspectiva de la creación de las tecnologías que se emplean en los procesos de producción, como desde la de su adopción y difusión. Y, finalmente, han de reunirse datos referentes a las políticas que corrigen los fallos de mercado que afectan a la asignación de recursos a las actividades de creación de conocimiento, considerando de una manera especial las instituciones que favorecen la apropiación de los resultados de la innovación o que coadyuvan a la interrelación y cooperación entre las organizaciones y agentes del sistema de innovación.

Como puede apreciarse, el enfoque que preside el análisis de los sistemas de innovación es de carácter holístico, da entrada a aportaciones de naturaleza interdisciplinar, subraya la importancia de las instituciones y de las regulaciones, y enfatiza en las interacciones que se producen entre todos sus elementos. Por ello, desde la perspectiva de la economía, se aparta del enfoque neoclásico al no buscar la formación de un equilibrio estático, sino más bien postular la existencia de un devenir, de una trayectoria histórica de cambio en las formas y resultados de la asignación de recursos.

Nuestro propósito en este capítulo es analizar los sistemas regionales de innovación en España mediante la aplicación de diferentes técnicas estadísticas y econométricas a los datos reunidos en una base de información que recoge un amplio elenco de indicadores referidos tanto a los recursos empleados en la producción de nuevos conocimientos, como a sus resultados, así como a los factores institucionales que envuelven los procesos científicos y tecnológicos. Con ello se pretenden tres objetivos: el primero es describir con precisión los diferentes modelos a los que se ajustan las diferentes Comunidades Autónomas, construyendo una tipología de los sistemas regionales de innovación y observando sus cambios; el segundo se refiere a la estimación de una función de producción de conocimientos científicos y tecnológicos con objeto de establecer qué factores son más relevantes en la determinación de la capacidad de innovación en las regiones; y el tercero se adentra en la medición de la eficiencia con la que, en las distintas regiones, se asignan los recursos que sostienen las actividades innovadoras.

■ 4.2. METODOLOGÍA

Para satisfacer los objetivos que se acaban de enunciar, se ha reunido en una base de datos la información referida a un extenso conjunto de variables e indicadores que permiten describir la actividad de los agentes e instituciones que participan en los sistemas de innovación, de acuerdo con las especificaciones que se describen en el recuadro 1. Esta información ha sido tratada mediante la aplicación de un *análisis factorial* para poder sintetizarla en unos pocos elementos. Como es sabido, este tipo de análisis es una técnica estadística multivariante que permite determinar un pequeño conjunto de variables hipotéticas —a las que se alude como factores— que resumen la capacidad explicativa del elenco de las variables originales, reduciendo el número de datos con los que se trabaja, a la vez que se mantiene el mayor nivel de capacidad explicativa y predictora (varianza) de ellas. La utilización de factores facilita la detección e interpretación de los determinantes y de la estructura subyacente al conjunto original de datos y además permite eliminar de antemano la aparición de problemas derivados de la colinealidad al llevar a cabo una regresión. En nuestro caso, se llevó a cabo un análisis factorial sobre las variables (análisis factorial) que permitió reducirlas a cinco factores que recogen el 89, 2 por 100 de la varianza original.

El resultado obtenido¹, que se recoge en el cuadro 1, muestra que el primero de los factores que se desprenden del análisis recoge un poco más del 22 por 100 de la varianza total,

¹ A fin de comprobar la pertinencia de la utilización de esta técnica multivariante (Hair *et al.* [1999, pág. 88]) se calcularon la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin y la prueba de esfericidad de Barlett, obteniéndose resultados satisfactorios. Por otra parte, los componentes de los factores que se muestran aquí, y su puntuación, son los que resultan después de llevar a cabo una rotación varimax sobre la matriz original de componentes principales obtenida.

RECUADRO 1

DESCRIPCIÓN DE LA BASE DE DATOS

Descripción de la base de datos: Para la realización del estudio se ha utilizado una serie de variables e indicadores que aluden a los distintos agentes e instituciones que forman parte de los sistemas regionales de innovación: las empresas innovadoras, las actuaciones públicas vinculadas a la innovación, las organizaciones generadoras de conocimiento y demás infraestructura de soporte, y el entorno regional y global de la innovación, así como las relaciones entre los mismos.

Se diseñaron 30 indicadores que se utilizaron originalmente, estableciéndose los datos anuales desagregados para las 17 Comunidades Autónomas Españolas durante el período 1994-2004.

Para construir la base de datos se recurrió a las estadísticas publicadas por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) sobre las *Actividades de I+D*, la *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas*, la *Enseñanza superior universitaria*, la *Contabilidad regional de España*, la población y el empleo. Asimismo, se ha contado con los datos proporcionados por el CDTI sobre sus actuaciones a nivel regional; con las estadísticas referidas a los centros tecnológicos asociados en la Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología (FEDIT); con las cifras de exportaciones ofrecidas por el Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales; y con las series regionales de capital-inversión que ofrece la *webcapitalriesgo.com*.

Además, con respecto a los resultados de la producción de conocimientos, se ha contado con la información que, acerca de las patentes solicitadas en la Oficina Europea de Patentes (EPO), elabora Eurostat, institución ésta que asigna las solicitudes a la región que corresponde al lugar de residencia de los inventores y que las distribuye temporalmente según la fecha de su prioridad. Y también se ha reunido los datos que sobre la producción de documentos científicos elabora anualmente el CINDOC.

reuniendo las variables expresivas del entorno regional de la innovación. Son éstas las que se refieren a la estructura productiva —que aquí se aborda teniendo en cuenta el empleo en los diferentes tipos de industrias, así como las exportaciones—, al tamaño del mercado regional y a la disponibilidad de recursos financieros privados y públicos para los proyectos de innovación —lo que se expresa en el volumen de capital-inversión— y en los proyectos que obtienen créditos del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

A su vez, el segundo de los factores en que se sintetizan las variables alude a las empresas innovadoras. La variabilidad que representa es un poco mayor que el 20 por 100 e incluye indicadores en términos relativos referentes a los recursos financieros y humanos que las empresas innovadoras destinan al proceso de innovación, así como el efecto acumulativo de esos recursos en la formación del *stock* de capital tecnológico empresarial.

El tercer factor, que se refiere a la Administración Pública y que capta también un 20 por 100 de la varianza, muestra el papel de los organismos de investigación dependientes del sector público en materia de innovación. Como en el caso precedente reúne variables alusivas a los recursos humanos y financieros utilizados por esas instituciones, todas ellas expresadas en términos relativos, así como *stock* de capital científico que resulta de la acumulación de esos recursos.

CUADRO 1

FACTORES DE LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN ESPAÑOLAS (1994-2004)*

FACTOR 1: ENTORNO REGIONAL (22,14 POR 100)	FACTOR 2: EMPRESAS INNOVADORAS (20,33 POR 100)
1. Estructura productiva: — Empleados industria baja tecnología (0,945) — Total exportaciones (0,923) — Empleados industria alta y media tecn. (0,884)	1. Recursos Humanos en I+D: — Personal de las empresas en I+D (0,853) — Investigadores de las empresas en I+D (0,848)
2. Acceso a la financiación pública y privada: — Proyectos nacionales CDTI (0,852) — Capital Inversión (0,545)	2. Gasto: — Gasto interno de las empresas en I+D (0,821) — Gasto en innovación (0,761)
3. Tamaño de la región: — PIB (0,847)	3. <i>Stock</i> Tecnológico: — <i>Stock</i> empresarial (0,773)
FACTOR 3: ADMINISTRACIÓN PÚBLICA (20,03 POR 100)	FACTOR 4: UNIVERSIDAD (18,50 POR 100)
1. Recursos Humanos en I+D: — Personal de la AAPP en I+D (0,955) — Investigadores de la AAPP en I+D (0,920)	1. Recursos Humanos en I+D: — Personal de las Universidades en I+D (0,932) — Investigadores de las Universidades en I+D (0,931)
2. Gasto: — Gasto interno de la AAPP en I+D (0,954)	2. Calidad: — Calidad investigadora de las Universidades (0,823)
3. <i>Stock</i> Científico: — <i>Stock</i> científico (0,802)	3. Alumnos: — Alumnos matriculados tercer ciclo (0,789) — Alumnos matriculados primer y segundo ciclo (0,512)
	4. Gasto: — Gasto interno de las Universidades en I+D (0,627)
FACTOR 5: INSTITUCIONES DE APOYO (8,27 POR 100)	
Distribución regional de los centros tecnológicos (0,822)	
Ingresos de los centros tecnológicos en Innovación (0,737)	

* Se indica entre paréntesis, para cada factor, el porcentaje de la varianza explicada; y, para cada variable, su saturación o carga factorial que corresponde a la correlación entre la variable y el factor.

El cuarto eje factorial, centrado en la Universidad, recoge un 18,5 por 100 de la varianza e incluye variables también en términos relativos sobre los recursos financieros y humanos que se destinan a la investigación científica, así como otras referidas a la formación de licenciados y doctores, y a la calidad de aquellas instituciones docentes.

Finalmente, el último factor, que captura en el modelo algo más del 8 por 100 de la varianza, se refiere a las instituciones de apoyo a la innovación, reuniendo datos expresivos de la actividad de los centros tecnológicos, considerando indicadores de recursos y resultados.

Partiendo de estos resultados y considerando las puntuaciones que obtienen los factores en las diferentes regiones españolas, mediante la aplicación de la técnica del *análisis cluster* o de conglomerados, se ha construido la tipología de los sistemas de innovación que se expone detalladamente en el tercer epígrafe de este capítulo. Este tipo de análisis es una técnica multivariante de carácter descriptivo que permite clasificar “individuos”, sin que se conozcan *a priori* los grupos que se formarán ni su número. Es por lo tanto, una técnica cuyo fin es la formación de agrupaciones o *clusters* de tal manera que, con respecto a la distribución de valores de un elenco de variables, cada una de ellas sea lo más homogénea posible, a la vez que, entre ellas, sean lo más distintas posible². En nuestro caso esos individuos son las Comunidades Autónomas; y esas variables son los cinco factores antes identificados cuyas puntuaciones se han tomado en consideración para el período 1994-2004.

Con relación al *análisis cluster* hay que tener presente que se trata de una técnica descriptiva, ateorica y no inferencial, donde la solución no es única³. Asimismo, debe destacarse que esta metodología cuantifica las características estructurales de un conjunto de observaciones en el que se destacan las propiedades matemáticas, pero no los fundamentos estadísticos, por lo que la exigencia de normalidad, linealidad y homocedasticidad tiene poca importancia⁴. Por ello, para que se comprendan mejor los resultados, deben explicarse los procedimientos que se emplean, singularmente con respecto a la medida de similitud adoptada, el método de formación de los *clusters* y la determinación del número de conglomerados.

En cuanto al primero de esos procedimientos, la similitud entre casos se cuantifica a través de una medida de distancia o índice que reflejan la mayor o menor semejanza entre los individuos que, en nuestro caso, es la euclídea al cuadrado, la más utilizada en este tipo de análisis. En cuanto a la regla de formación de los conglomerados, se ha optado por un *método jerárquico aglomerativo*, que consiste en la construcción de una estructura en forma de árbol, de manera que los resultados obtenidos en un paso previo siempre se ajustan dentro de los resultados del siguiente. Más en concreto, hemos considerado el que se conoce como del *vecino más lejano* o *encadenamiento completo*, que se basa en unir los individuos en función de la distancia máxima que se define como “la esfera más reducida que puede incluir todos los objetos en ambos conglomerados”⁵. De esta forma, dos objetos separados por la distancia máxima más corta se colocan en el primer conglomerado; posteriormente,

² Ferrán (2001, pág. 314).

³ Hair *et al.* (2001, pág. 493).

⁴ Hair *et al.* (2001, págs. 507-508).

⁵ Hair *et al.* (2001, págs. 512).

se busca nuevamente la distancia máxima más pequeña, uniéndose al conglomerado existente un nuevo caso, o bien formándose un nuevo *cluster*; y el proceso se repite hasta alcanzar un único conglomerado final. Finalmente, la determinación del número de conglomerados en la solución final adoptada se ha basado en la utilización de un método estadístico no paramétrico que garantiza la existencia de diferencias entre los grupos en función de los diferentes factores⁶, eligiéndose así una solución de cinco *clusters*.

Por otra parte, los factores antes determinados y sus puntuaciones se han utilizado también en los análisis de regresión que se presentan más adelante para la estimación de las funciones de generación de conocimientos que ponen en relación los resultados de las actividades de I+D e innovación —patentes y publicaciones científicas— con sus determinantes. Más en concreto, a partir de la idea seminal de Griliches (1979) en la que el flujo de nuevas ideas (K) depende del esfuerzo de asignación de recursos a la innovación en cada región, se han especificado varios modelos cuya forma general es la siguiente:

$$K = f(ENT, EMP, ADM, UNI, CT)$$

donde *ENT*, *EMP*, *ADM*, *UNI* y *CT* son, respectivamente, los cinco factores aludidos.

Finalmente, esos mismos factores se han tenido en cuenta como variables para el estudio de la eficiencia con la que, en las diferentes regiones, se asignan los recursos a la innovación. Dicho análisis pone en relación el *output* de las actividades de innovación —que, en nuestro caso, se miden por medio de las solicitudes de patentes europeas— con los *inputs* empleados en ellas —que se sintetizan en los cinco factores referidos—. La técnica empleada para ese estudio ha sido la del *análisis envolvente de datos* (DEA) que, siguiendo las propuestas de Charnes, Cooper y Rhodes (1978 y 1979), permite establecer una frontera eficiente formada por las regiones que utilizan la menor cantidad de *inputs* por unidad de *output* producida, y situar a las demás con respecto a esa frontera. Se define así un índice de eficiencia que toma el valor 100 en la frontera y otros entre 0 y 100 para las demás observaciones teniendo en cuenta su distancia con relación a ella.

Al utilizar esta técnica de análisis es preciso definir la orientación con la que se delimita el término de eficiencia, así como el tipo de rendimientos que presenta la función de

⁶ En concreto, se ha empleado la prueba no paramétrica conocida como análisis de la varianza de Kruskal-Wallis. Se contrasta aquí la hipótesis nula de que la distribución en muestras procedentes de k subpoblaciones —en este caso el número de grupos obtenidos por el análisis *cluster*— en la variable x medida sobre ellas —aquí, cada uno de los cinco factores— poseen la misma distribución. Para un análisis más detallado véase Ferrán (2001, págs. 83-87).

producción. En nuestro caso, la orientación escogida ha sido la que considera la minimización de los *inputs* para la obtención de una determinada cantidad de *output*, de manera que las regiones más eficientes son las que utilizan menos cantidad de factores por cada patente EPO solicitada. Y se ha considerado una función con rendimientos constantes de escala, pues con respecto a otra en la que se admiten rendimientos variables, se obtienen resultados de más fácil interpretación⁷.

■ 4.3. TIPOLOGÍA DE LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN

Teniendo en cuenta la metodología que se ha expuesto en el epígrafe precedente, a continuación se presentan los resultados de la aplicación del *análisis cluster* para la construcción de una tipología de los sistemas regionales de innovación que coexisten dentro de España y se identifican los aspectos que los caracterizan. Con esa técnica estadística se han determinado cinco tipos de sistemas, que a su vez se mantienen durante los once años del período 1994-2004 que ha sido objeto del estudio. La determinación de esta clasificación responde a los criterios de validación ya referidos que, por otra parte, han ratificado los resultados que se habían obtenido en estudios anteriores⁸.

En el cuadro 2 se recoge la clasificación por regiones y años, así como la composición de cada uno de los *clusters*. La solución elegida permite comprobar que existen cuatro tipos de sistemas regionales de innovación que se forman por una sola Comunidad Autónoma: Madrid, Cataluña, País Vasco y Navarra. A su vez, la agrupación restante reúne a las demás regiones españolas. Adicionalmente, interesa señalar que, en el caso de la Comunidad de Madrid, siempre se obtiene un patrón de comportamiento diferenciado con respecto a las demás regiones, de manera que siempre aparece como un conglomerado aislado, independientemente del número de agrupaciones que se fijen al seleccionar la solución del análisis.

Por otra parte, en el gráfico 1 se representa el promedio de las puntuaciones obtenidas para cada uno de los cinco factores —*Entorno regional, Empresas innovadoras, Administración Pública, Universidad e Instituciones de apoyo*— en cada conglomerado durante el período 1994-2004. Teniendo en cuenta estos resultados, se puede destacar lo siguiente:

⁷ Los resultados de una estimación con rendimientos variables señalan puntuaciones de eficiencia que se ubican en un rango entre 90 y 100, lo que dificulta el análisis comparativo entre las distintas Comunidades Autónomas en cuanto a la eficiencia de sus sistemas de innovación.

⁸ Véanse Martínez Pellitero (2002), Buesa, Martínez Pellitero, Heijs, y Baumert (2003), Buesa, Baumert, Heijs y Martínez Pellitero (2003) y Buesa, Heijs, Martínez Pellitero y Baumert (2006).

CUADRO 2

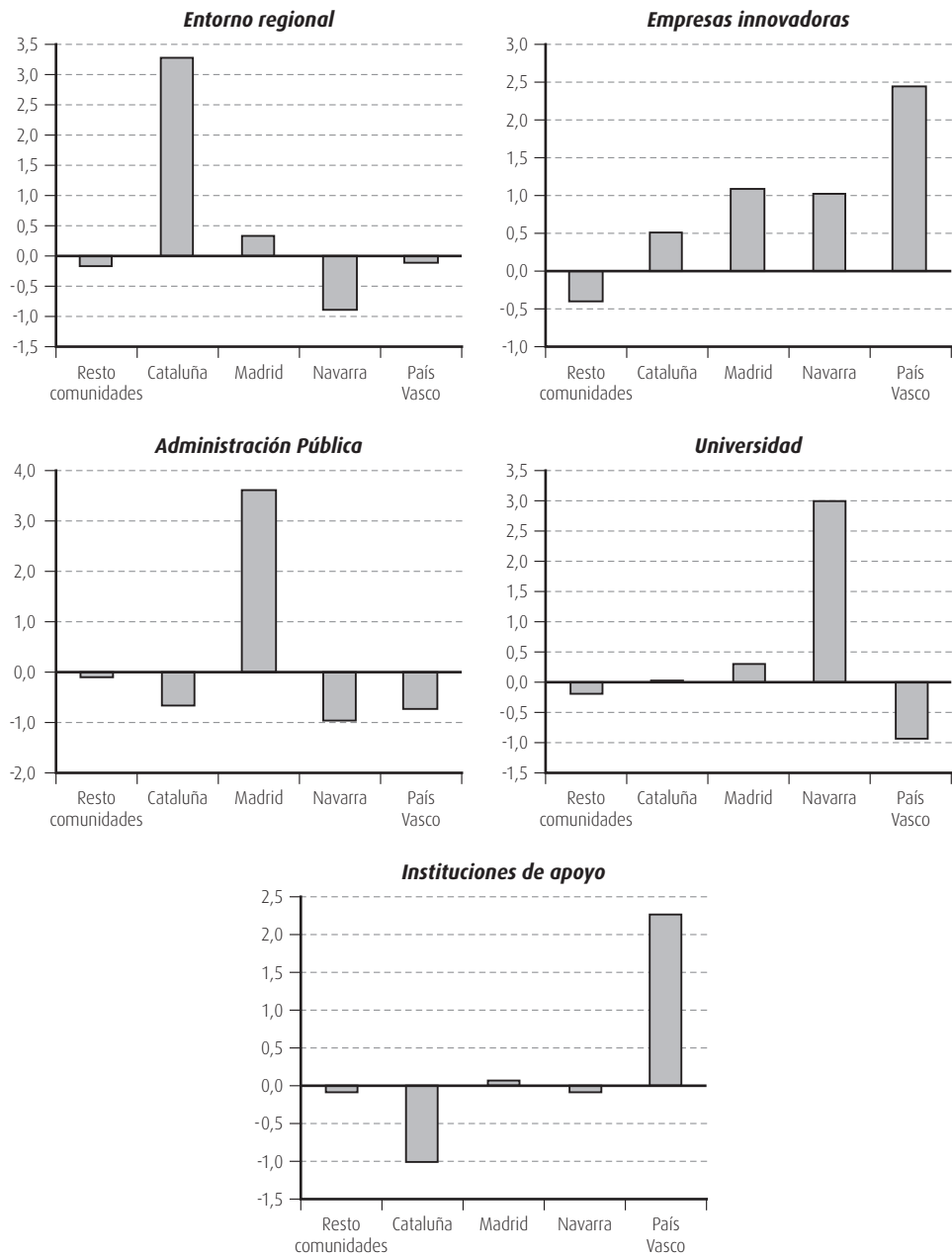
CONGLOMERADO DE PERTENENCIA DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS

REGIONES	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Andalucía	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aragón	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Asturias	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Baleares	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Canarias	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cantabria	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Castilla y León	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Castilla-La Mancha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cataluña	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
C. Valenciana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Extremadura	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Galicia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
La Rioja	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Madrid	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Murcia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Navarra	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
País Vasco	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

— Por lo que se refiere al primer factor —que alude al entorno productivo y de mercado de la innovación— la región que presenta un valor más alto es Cataluña, y en segundo lugar, con un valor superior al promedio, nos encontramos a la Comunidad de Madrid. Por su parte, todas las demás regiones muestran una puntuación inferior a la media, hecho éste que aparece con una mayor acentuación en el caso de Navarra. Este resultado refleja en buena medida las diferencias en el tamaño de los mercados regionales, pues no puede olvidarse que las variables originales se expresan en términos absolutos.

— En cuanto al segundo factor —en el que se representan las actividades de creación de conocimientos en las empresas innovadoras—, el sistema regional de innovación del País Vasco es el que anota un valor superior, seguido por el de la Comunidad de Madrid y, muy cerca de ésta, por Navarra. Cataluña, por su parte, también registra un comportamiento superior al de la media española, cosa que no ocurre con el *cluster* en el que se agrupan las demás regiones.

GRÁFICO 1
PUNTUACIONES FACTORIALES POR CLUSTER (1994-2004)*



* La puntuación media teórica del conjunto de regiones españolas sería el valor 0.

— En el tercer factor —que sintetiza las variables referidas a los organismos de investigación dependientes de la Administración Pública— los resultados son muy singulares al señalar a Madrid como la única región con una posición claramente superior al promedio nacional. En los demás casos —particularmente en los tres que configuran *clusters* singulares, es decir, el País Vasco, Navarra y Cataluña— se obtienen puntuaciones negativas.

— Por otra parte, también el factor relativo a la Universidad presenta unos resultados muy característicos. En este caso la región que más destaca sobre las demás es Navarra. En una segunda posición, con valores positivos se encuentra Madrid, y en tercer lugar, con una puntuación muy próxima a la media española, Cataluña. Las restantes regiones reflejan una posición rezagada si se tienen en cuenta los valores negativos que se observan.

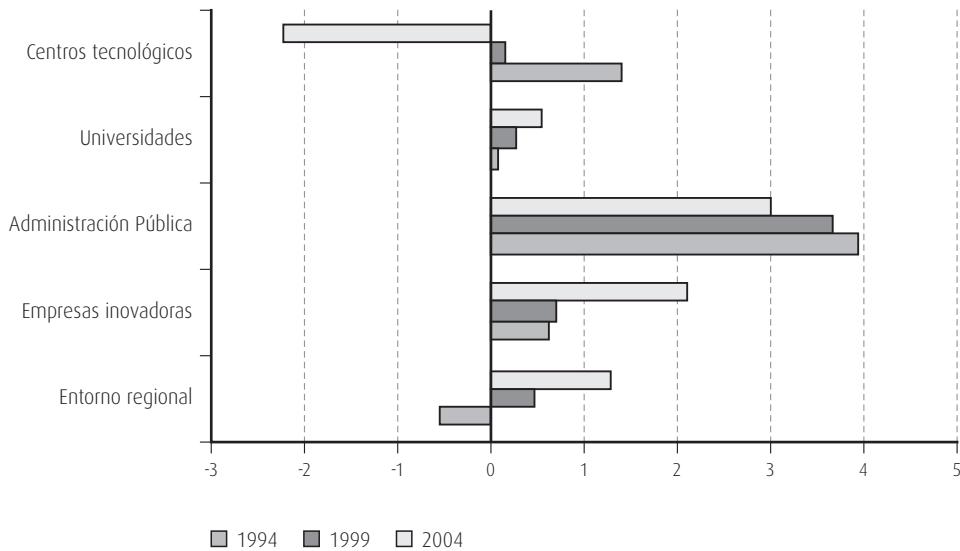
— Y finalmente, en cuanto al factor que reúne las variables que reflejan la actividad de las instituciones de apoyo a la innovación, nuevamente vuelve a destacar el País Vasco, mientras que, entre las demás regiones, tan sólo la Comunidad de Madrid registra un valor algo mayor que la media del conjunto español.

Teniendo en cuenta los resultados que se acaban de exponer, se puede concluir que la tipología que se ha desvelado mediante la aplicación del análisis *cluster* muestra un pequeño conjunto de regiones —Madrid, Cataluña, País Vasco y Navarra— que destacan entre las demás en al menos uno de los cinco factores en los que se sintetizan los indicadores que delimitan sus respectivos sistemas de innovación; y a él se añade una agrupación que reúne a las otras Comunidades Autónomas y forma así un conglomerado en el que todas las puntuaciones factoriales quedan por debajo del promedio nacional. De esta manera cada uno los *clusters* que se han delimitado muestra una configuración diferenciada y característica, tal como se espera de esta técnica de análisis. Importante es también el hecho de que tan sólo en el sistema de innovación de la Comunidad de Madrid los cinco factores presentan valores superiores al promedio nacional, además de sobresalir en uno de los ejes factoriales, en este caso el alusivo a las actividades científicas de la Administración Pública.

Para evidenciar mejor estos resultados, en los párrafos que siguen se hace una consideración específica de la configuración de cada uno de los tipos de sistemas de innovación regionales, teniendo en cuenta el comportamiento de los distintos factores y su cambio temporal, aspecto éste que se refleja en la evolución de las puntuaciones que les corresponden.

El sistema regional de innovación de Madrid es, tal como se muestra en el gráfico 2, el más equilibrado entre los cinco tipos delimitados en nuestro trabajo. Además, en su evolución se comprueba que existe una tendencia hacia el aumento de ese equilibrio.

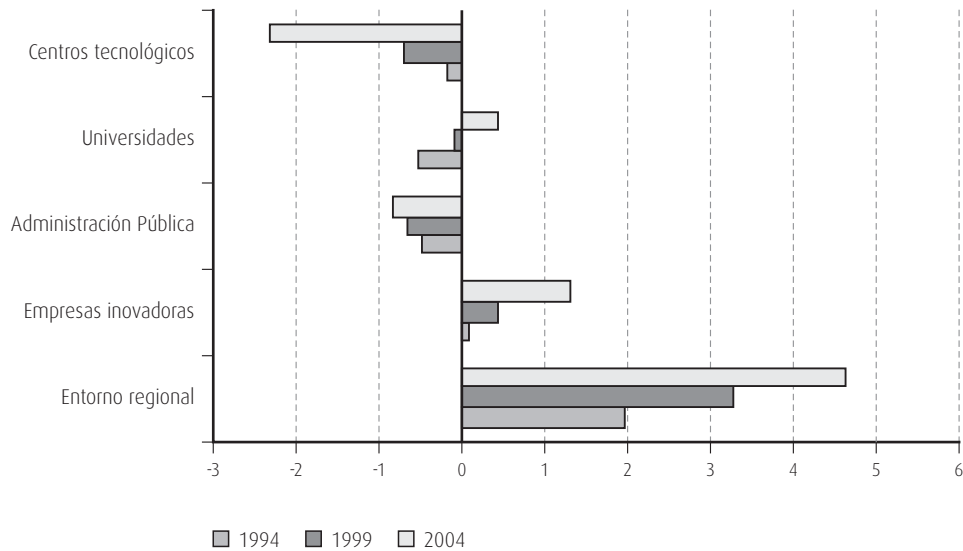
GRÁFICO 2
SISTEMA REGIONAL DE INNOVACIÓN DE MADRID



De esta manera, destaca el crecimiento experimentado por los factores referidos a las empresas innovadoras y al entorno regional, en este último caso pasando de una posición ubicada por debajo de la media nacional en el año 1994, a otra claramente superior a esa media una década más tarde. En el caso de la Universidad también se aprecia un incremento de la puntuación factorial, aunque de una forma más modesta que en el anterior. Con relación al principal eje factorial de la Comunidad de Madrid, la Administración Pública, éste ha visto reducido su peso en los once años analizados, aunque no por ello deja de tener una importancia grande y permanente en la configuración del sistema de innovación. Finalmente, se ha de señalar que, en el caso del factor alusivo a las instituciones de apoyo, la evolución registrada apunta a una disminución de su importancia, ocasionada por la caída en el valor de los indicadores agregados en él. Este hecho, que también se manifiesta en el resto de los sistemas de innovación, se debe a que la oferta privada de servicios tecnológicos desarrollados por empresas especializadas ha ido sustituyendo a la que realizan los centros tecnológicos promovidos por el sector público en cooperación con determinadas agrupaciones empresariales. En el caso de Madrid, esta sustitución ha dado lugar a la desaparición de algunas entidades que tuvieron importancia hasta mediados de los años noventa, dando lugar a la dinámica reseñada. Empero, ello no obsta para que, al finalizar el período de estudio, la Comunidad de Madrid se muestre con el sistema de

GRÁFICO 3

SISTEMA REGIONAL DE INNOVACIÓN DE CATALUÑA

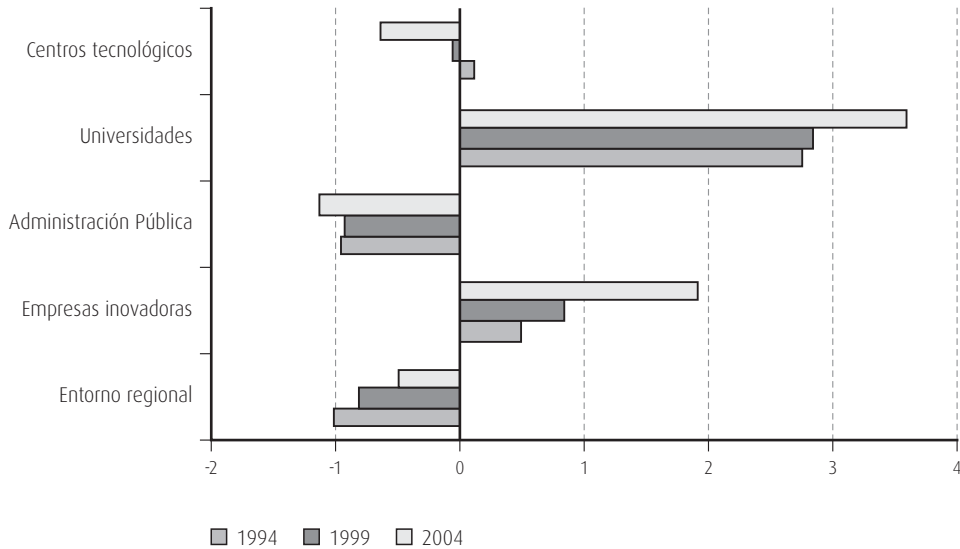


innovación que, en España, ha alcanzado el mayor desarrollo y equilibrio entre los elementos que lo delimitan.

Por otra parte, en el caso de *Cataluña*, cuyo sistema regional de innovación ha evolucionado tal como se muestra en el gráfico 3, se ha producido un aumento muy destacado del factor que reúne las variables alusivas al entorno regional, lo que en definitiva refleja no sólo el importante tamaño de su mercado, sino también el sostenimiento de su dimensión relativa dentro de España. También la puntuación del factor que recoge la actividad de las empresas innovadoras se ha ido situando en un nivel cada vez más alto, lo que señala la consolidación y extensión del relevante núcleo de este tipo de empresas existente en la región. Asimismo, con referencia a la Universidad, se anota una trayectoria de mejora, modesta aunque con el resultado de situar la correspondiente puntuación factorial en un nivel superior a la media española en el último año. Sin embargo, los valores del factor que toma en consideración las actividades científicas de la Administración Pública han disminuido durante el período de estudio, lo que denota, probablemente, el desinterés del Gobierno autonómico por allegar recursos a su sostenimiento. Este hecho, unido a la disminución, compartida con otras regiones, de la actividad de los centros tecnológicos, lleva a que el sistema catalán se caracterice por una importante asimetría en cuanto al desarrollo de los factores que lo componen.

GRÁFICO 4

SISTEMA REGIONAL DE INNOVACIÓN DE NAVARRA

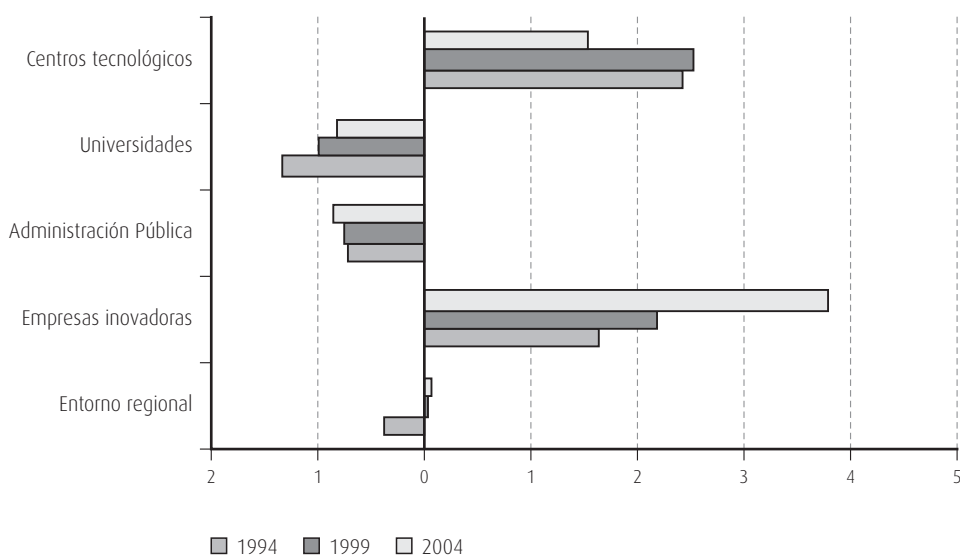


En cuanto al *sistema de innovación de Navarra*, según se recoge en el gráfico 4, cabe destacar la alta puntuación que, dentro de una senda creciente, alcanza el factor referido a la Universidad, de manera que éste se afianza cada vez más como el principal elemento estructural las actividades de generación de conocimiento en la región. Ello también se puede decir de las empresas innovadoras, cuyo factor ha experimentado un avance importante, aunque la puntuación obtenida en el último año se sigue encontrando a una distancia considerable de la del País Vasco. También en los indicadores que se agrupan en el factor alusivo al entorno de la innovación, existe cierto avance, aunque no se logra situar a la región a una posición por encima de la media española, lo que sin duda tiene que ver con el relativamente pequeño tamaño de su mercado interior. Finalmente, se puede señalar que tanto en el caso de las instituciones de apoyo como de la Administración Pública, las puntuaciones factoriales han disminuido y se sitúan, en el último año, en la zona negativa del gráfico.

Por su parte, en el *País Vasco*, según se muestra en el gráfico 5, es el factor que refleja la actividad de las empresas innovadoras el que se consolida en el tiempo como el principal elemento de su sistema de innovación. Le sigue a ese factor el que da cuenta de las instituciones de apoyo, que pese a perder relevancia sigue encontrándose en una posición por encima de la media nacional. En cuanto al entorno regional se observa una leve mejora

GRÁFICO 5

SISTEMA REGIONAL DE INNOVACIÓN DEL PAÍS VASCO

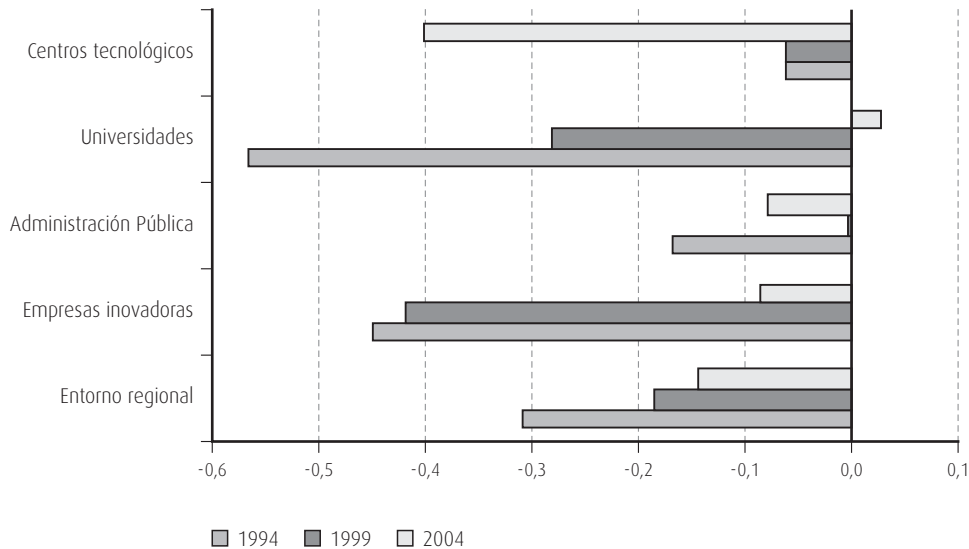


de la puntuación factorial que acaba situándose en la zona positiva. Pero, por el contrario, ello no ocurre ni con la actividad científica de la Universidad —aún cuando la puntuación factorial mejora— ni con la de los centros dependientes de la Administración Pública⁹ —elemento éste que muestra un cierto deterioro.

Por último, se mencionará que, como refleja el gráfico 6, el conjunto de las Comunidades Autónomas no singularizadas cuenta con unos sistemas regionales de innovación caracterizados por la debilidad en todos los ejes factoriales que aquí se han definido para delimitar sus dimensiones. Es cierto que las puntuaciones medidas han experimentado una evolución levemente positiva en todos los casos, con la excepción del factor referido a las Instituciones de apoyo. Destacan especialmente las progresiones experimentadas por los factores que aluden a la actividad de las empresas innovadoras y de la Universidad, que

⁹ Conviene señalar que, en el País Vasco, se da la singularidad de que los Centros Tecnológicos, con la ayuda de una generosa financiación de la Administración autonómica, desarrollan actividades de investigación básica y aplicada que, en otras regiones, se atribuyen a los OPI. Éstos, en el País Vasco, apenas se han desarrollado debido sobre todo al desinterés del Gobierno Vasco por su promoción. Por estos motivos, la singularidad organizativa de esta región no está del todo reflejada en las agrupaciones de indicadores que resulta de nuestro análisis. Sobre el sistema regional de innovación vasco, vid. Navarro y Buesa (2003).

GRÁFICO 6
SISTEMA REGIONAL DE INNOVACIÓN DE LAS DEMÁS
COMUNIDADES AUTÓNOMAS



ha conducido a que, en este último caso, se alcance una puntuación que supera ligeramente a la media nacional. Sin embargo, no hay que olvidar que la composición interna de estos sistemas sigue mostrando, en el momento actual, una deficiencia generalizada en todos sus componentes.

■ 4.4. LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTOS

De acuerdo con los objetivos ya expresados, en este epígrafe se determinan las variables explicativas de la producción de conocimientos en las regiones, teniendo en cuenta que esos conocimientos se expresan en las patentes solicitadas por los agentes regionales y en las publicaciones científicas elaboradas por sus investigadores. Por tanto, en el estudio que se expone a continuación, la unidad de análisis —los productores de innovaciones— son las regiones españolas y su *output* se mide por medio de las patentes y publicaciones académicas.

La mayoría de los trabajos empíricos que estudian los determinantes de la innovación tienen su cimiento teórico en la seminal función de generación de conocimientos

ideada por Griliches (1979), en la que el flujo de nuevas ideas depende del esfuerzo innovador llevado a cabo por una región (u otra unidad geográfica de análisis), de tal manera que:

$$K = f(R) \quad [1]$$

donde: K son los nuevos conocimientos económicamente valorables, y R los recursos destinados a la investigación.

Este planteamiento concuerda básicamente con el modelo de crecimiento tecnológico endógeno formulado por Romer (1990), en el que la generación de nuevos conocimientos no sólo depende del esfuerzo en I+D desempeñado, sino también del *stock* de conocimientos acumulados, es decir, de la disponibilidad de resultados de anteriores investigaciones. De ello se deriva una función de tipo:

$$A_t = \delta H_{A,t}^\lambda A_t^\varphi \quad [2]$$

donde: A_t es el flujo de nuevos conocimientos, $H_{A,t}$ el personal dedicado a I+D y A_t el *stock* de conocimientos acumulados (a largo plazo λ y $\varphi = 0$).

Un desarrollo más complejo de esta función se encuentra en el modelo ideado por Porter y Stern (1999). De acuerdo con estos autores, la generación de conocimientos resulta de combinar el esfuerzo innovador llevado a cabo con los *stocks* de conocimientos acumulados nacionales e internacionales, tal que:

$$A_{j,t} = \delta H_A^\gamma A_j^\phi A_{-j}^\psi \quad [3]$$

donde: $A_{j,t}$ designa la producción de ideas (patentes), H_A^λ es el esfuerzo innovador (recursos humanos dedicados a la innovación), A_j^φ expresa el *stock* de conocimientos propios del país j y A_{-j}^ψ hace lo propio con el *stock* de conocimientos descubiertos en países distintos al país j y aún no difundidos en éste.

Generalizando las funciones [2] y [3] se puede concluir, de acuerdo con el trabajo de Griliches (1990), que el flujo de nuevos conocimientos depende, por una parte, del esfuerzo innovador desempeñado y, por otra, de un conjunto de características propias de la región, que se englobarían en un vector Z_r , de manera que:

$$K_r = f(R_r, Z_r) \quad [4]$$

donde Z_r puede ser sustituido directamente por una combinación lineal de los indicadores regionales oportunos.

Los estudios mencionados han utilizado unas pocas variables o indicadores para medir el esfuerzo innovador y los resultados de este esfuerzo. El problema de las variables individuales es que sólo reflejan una parte de dicho esfuerzo y no son capaces de recoger la complejidad del sistema regional de innovación. Por ello, en nuestro caso, en vez de trabajar con variables individuales, definiremos el vector Z a partir de los factores en los que, como ya se ha visto en los epígrafes anteriores, se sintetizan las variables alusivas a las diferentes dimensiones de dicho sistema (véase cuadro 1)¹⁰. Estos factores se pueden considerar dentro del vector Z_r de la función [4], de manera que serían cinco los determinantes de la producción de innovaciones: las empresas innovadoras, las relaciones interempresariales y las estructuras de mercado (EMP), la actuación de la Administración Pública en materia de I+D (ADM), la Universidad (UNI), las instituciones de apoyo a la innovación o la infraestructura tecnológica (INSTA) y el entorno regional (ENT). Por tanto, la función de generación de conocimientos así modificada vendría definida por la siguiente ecuación:

$$K = f(EMP, ADM, UNI, INSTA, ENT) \quad [5]$$

Los cinco factores aludidos pueden emplearse directamente como variables explicativas en las ecuaciones que analizan la determinación de la producción de conocimientos. Como veremos a continuación, ello no sólo permite soslayar la mayor parte de los inconvenientes estadísticos a los que se veían enfrentados hasta ahora este tipo de estudios, sino que, además, los resultados obtenidos presentan una elevada bondad de ajuste, tanto desde una perspectiva teórica como empírica, gracias a que los factores recogen las variables que en los estudios precedentes se han considerado relevantes y permiten organizar la información disponible de acuerdo con la teoría de los sistemas regionales de innovación.

Calcular la regresión con factores conlleva importantes ventajas. Desde un punto de vista metodológico, el uso de factores implica una reducción del número de variables explicativas y se elimina así el riesgo de saturación del modelo por la inclusión de un número demasiado elevado de ellas (grados de libertad). Además, a medida que se incorporan más variables al modelo tiende a aumentar el riesgo de que surjan problemas derivados de la presencia de colinealidad. También este problema se minimiza utilizando factores, dado que, al haberse calculado las puntuaciones factoriales por el método Varimax, se maximiza la

¹⁰ Una explicación más amplia de este tipo de metodología se recoge en el capítulo 5. Véase también Buesa *et al.* (2003 y 2006), así como, de forma especial, la tesis doctoral de Thomas Baumert (2006).

ortogonalidad entre los factores y, por tanto, se elimina la colinealidad entre ellos. Asimismo, se puede señalar que los modelos de regresión calculados con factores resultan estadísticamente más robustos y más sólidos en su interpretación, porque se evitan saltos en una variable determinada —que pueden deberse a errores en la recogida de datos o una acentuada fluctuación en el tiempo, como es el caso del capital riesgo—, ya que éstos se ven suavizados por el resto de las variables incluidas en el factor. Y la regresión con factores resulta también más robusta, al poder incluir variables alternativas altamente correlacionadas de forma simultánea.

■ Estimación del modelo

Recuérdese que los factores no son más que unas nuevas variables hipotéticas que resumen la capacidad explicativa del conjunto de variables original. Es decir los factores permiten reducir la información del conjunto de variables a lo esencial. A continuación se presenta los resultados de la regresión con mínimos cuadrados ordinarios (MCO) que calcula la función de producción de conocimientos. Se han estimado la función para las innovaciones tecnológicas —patentes o patentes de alta tecnología— y de forma complementaria para la creación de conocimientos científicos reflejados por las publicaciones. Además se han estimado modelos separados para la creación de conocimientos en términos absolutos y en términos relativos —patentes o publicaciones per cápita.

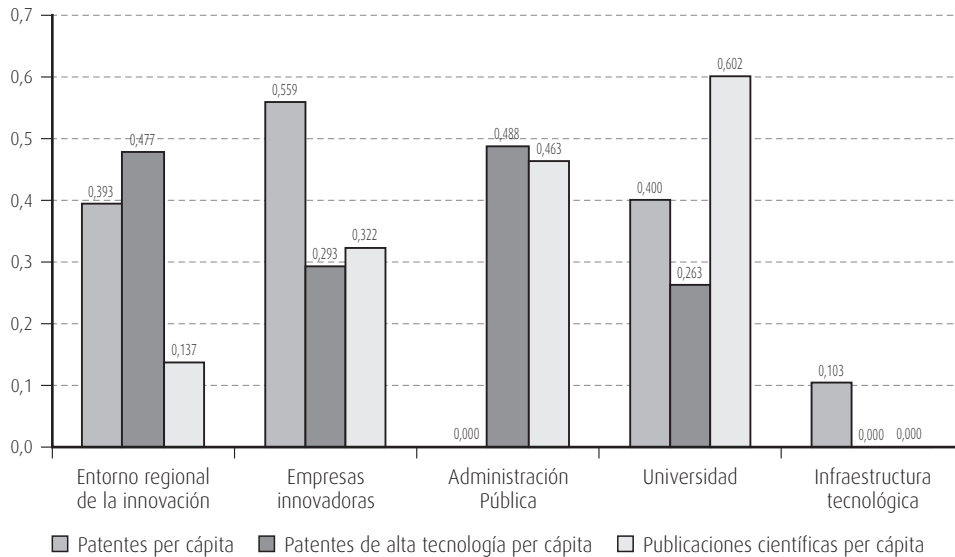
Los resultados obtenidos al emplear los factores en una función de regresión, contrastando debidamente los parámetros de viabilidad econométrica y robustez de los modelos, nos revelan los determinantes de la innovación del conjunto de las regiones españolas, que han de interpretarse como los coeficientes relativos a una hipotética región española *promedio*. Esos resultados se reflejan en los gráficos 7 y 8, y en el anexo.

Con respecto a la producción de conocimientos en términos absolutos —tanto para las innovaciones tecnológicas (patentes o patentes de alta tecnología) como para los conocimientos científicos (publicaciones)— el factor más importante es el *entorno regional de la innovación*, lo que no resulta sorprendente teniendo en cuenta que recoge en gran medida el tamaño de la región. En cuanto a la importancia de los otros factores se observan diferencias importantes comparando las tres modalidades de creación de conocimientos. Así, para el total de las patentes, el segundo factor más importante es el alusivo a las *empresas innovadoras*, con una beta de 0,27, seguido por el que recoge el papel de la *administración pública*, con una beta algo menor (0,21). Además, para la obtención de este tipo de conocimientos, la *universidad* tiene un papel pequeño y la *infraestructura tecnológica*

GRÁFICO 7

DETERMINANTES DE LA PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTOS:
VALORES RELATIVOS

(Betas estandarizadas de la regresión MCO)



Nota: Los valores "0" son coeficientes estadísticamente no significativos.

Fuente: Elaboración propia.

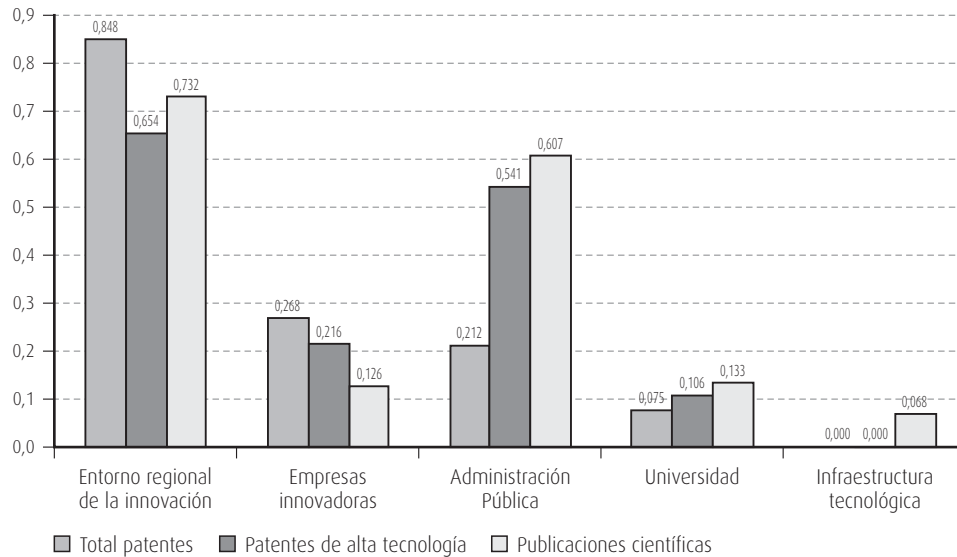
o instituciones de apoyo no aportan nada. En cambio, para la generación de las patentes de alta tecnología y las publicaciones científicas, la *administración pública* resulta ser el segundo factor más relevante, con coeficientes beta de 0,61 y 0,54. Estos valores son claramente superiores a los obtenidos para los demás factores (*empresas innovadoras, universidades e instituciones de apoyo*).

A partir de estos resultados, se puede resaltar la escasa importancia que tienen las instituciones de apoyo para la producción de conocimientos. Su existencia aparentemente no aumentaría la obtención de patentes, aunque sí se anota un impacto débil en la consecución de publicaciones académicas. Ello se debe, posiblemente, a que la infraestructura tecnológica en la mayor parte de las regiones españolas se dedica a actividades de difusión de tecnologías ya probadas y a la prestación de servicios de calibración, análisis, control de calidad, *software* y otras formas de asistencia técnica para las que existe una creciente oferta del sector privado.

GRÁFICO 8

DETERMINANTES DE LA PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTOS:
VALORES ABSOLUTOS

(Betas estandarizadas de la regresión MCO)



Nota: Los valores "0" son coeficientes estadísticamente no significativos.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la producción de conocimientos en términos relativos, el orden de la importancia de los factores y su peso relativo cambia con respecto a lo antes señalado. Así, se constata que el *entorno regional*, aún siendo relevante, pierde parte de su poder explicativo una vez que se divide el *output* por el número de habitantes, en tanto que los otros factores ganan en importancia. Si analizamos los determinantes de la obtención del total de patentes per cápita, el *factor empresa* resulta ser la variable con más poder explicativo (0,56), seguido por el *entorno regional* y la *universidad*, con betas estandarizadas muy parecidas (0,39 y 0,40). De las seis estimaciones presentadas en los gráficos 7 y 8, sólo en ésta la *administración pública* carece de poder explicativo. Una visión muy distinta se observa con respecto a los determinantes de las patentes per cápita de alta tecnología. Aquí el papel de la *I+D pública* (0,49) resulta ser el determinante más importante seguido muy de cerca por el *entorno regional* de la innovación (0,48). Los factores de *empresa innovadora* y *universidades* son variables explicativas con cierta importancia —con betas de 0,293 y 0,263, respectivamente—, mientras que en este caso la *infraestructura tecnológica* no juega ningún papel.

Analizando las publicaciones científicas per cápita como *output* del proceso de I+D+i se observa, como era de esperar, que la *universidad* (0,60) y la *administración pública* (0,46) son los determinantes más importantes; y siguen las *empresas innovadoras* (0,32). Destacable sería el papel marginal del *entorno regional*, pues el modelo recoge la beta más baja (0,137) de las seis estimaciones aquí presentadas. Y de nuevo se encuentra que las *instituciones en apoyo a la innovación* carecen de poder explicativo.

■ 4.5. LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN

En los epígrafes precedentes se ha elaborado una tipología de los sistemas regionales de innovación y se ha estudiado su comportamiento dinámico a lo largo del tiempo. Asimismo, se han analizado los determinantes de la producción de nuevas ideas estimando la correspondiente función de producción. Los resultados obtenidos, con ser relevantes, no agotan la consideración económica de la asignación de recursos a la innovación, pues queda por conocer el grado de eficiencia en la producción del conocimiento que se alcanza en cada uno de dichos sistemas. Este extremo ha sido generalmente ignorado por la economía de la innovación, pues se ha partido del supuesto implícito de que, por su papel en el desarrollo económico, cualquier gasto que se realizara en las actividades de obtención de conocimientos se encuentra justificado. Sin embargo, dado que nos encontramos ante un problema de escasez, resulta apropiado abordar la cuestión de la eficiencia.

Para su análisis en el ámbito de las regiones españolas, se deben tener en cuenta tanto los *inputs* del proceso de creación de conocimientos, como los resultados u *outputs* que se obtienen a partir de ellos. Conociendo esos *inputs* y *outputs*, mediante el empleo de la técnica del *Análisis Envolvente de Datos* (DEA) se puede establecer la frontera de la eficiencia relativa de los sistemas regionales de innovación, de manera que quede establecida cuál es la mejor combinación de recursos que conducen al mayor resultado relativo. De acuerdo con esa técnica, una vez definida la frontera, las regiones que mejor emplean los recursos quedarán situadas sobre ella y alcanzarán un índice de eficiencia igual a 100, mientras que las demás aparecerán más o menos alejadas de la misma, lográndose así una medida relativa de su eficiencia que se expresa como porcentaje del nivel establecido en la frontera¹¹. El DEA se aplica aquí a datos empíricos referidos a los períodos 1994/1997 y 1998/2001, que se han seleccionado en función de la calidad de la información disponible¹². Como

¹¹ Una explicación más detallada de los aspectos metodológicos de esta técnica de análisis se recoge en el capítulo 6.

¹² En concreto, la selección de estos períodos responde a la fiabilidad de las estadísticas disponibles sobre patentes. Ésta es aceptable en el caso de las cifras anteriores a 2002, mientras que para los años posteriores los datos son incompletos debido al largo proceso administrativo que media entre la solicitud de las patentes y su publicación.

variables de *input* se toman los cinco factores que determinan la capacidad de innovación de las regiones (véase cuadro 1); y como variable de *output* se utilizan las patentes solicitadas tanto en la Oficina Europea de Patentes (EPO) como en la Oficina Española de Patentes (OEPM).

Hay que tener siempre en cuenta que, como se ha discutido ampliamente en el capítulo anterior, las patentes, como medida del *output*, no están exentas de limitaciones, como las derivadas del hecho de que no todas las innovaciones se protegen por medio de esos títulos de propiedad industrial, o de que no todas las patentes se convierten en una innovación. Por contra, sin embargo, se puede decir que las tecnologías patentadas cuentan con un nivel mínimo de originalidad, que su probabilidad de convertirse en productos innovadores es elevada, que la disponibilidad de datos es exhaustiva y que éstos son plenamente comparables entre distintos ámbitos geográficos. Todo ello hace que las patentes sean una medida aceptable del *output* de la innovación¹³. Concretamente, en nuestro caso, se ha trabajado con cuatro indicadores de patentes, lo que ha llevado a que se presenten los resultados de cuatro modelos. Por un lado se ha operado con el número solicitudes de patentes realizadas en la Oficina Española de Patentes y en la Oficina Europea de Patentes (EPO). Por otro lado se ha trabajado con una medida de *output* en términos relativos a través del ratio entre el número de ambos tipos de patentes y la población de las regiones. A continuación se describen los resultados obtenidos (véase el anexo).

El gráfico 9 muestra la eficiencia relativa obtenida a partir de las patentes solicitadas en España. Como se puede observar Cataluña y Madrid son, en los dos períodos, las regiones que establecen la frontera de la eficiencia. Otras dos regiones con un índice aceptable son la Comunidad Valenciana y el País Vasco con valores de 67 y 52 puntos porcentuales, respectivamente. Además, se identifica otro grupo formado por las tres regiones —Andalucía, Navarra y Aragón— situadas entre el 45 y el 20 por 100 de la frontera. Y en el extremo de la ineficiencia se encuentran, por otra parte, Extremadura, Cantabria, La Rioja, Baleares y Asturias. Cuando se compara los índices obtenidos para los dos períodos, se observa que, además de haberse mantenido inalterada la frontera, todas las demás regiones han mejorado su eficiencia relativa aproximadamente de la misma manera.

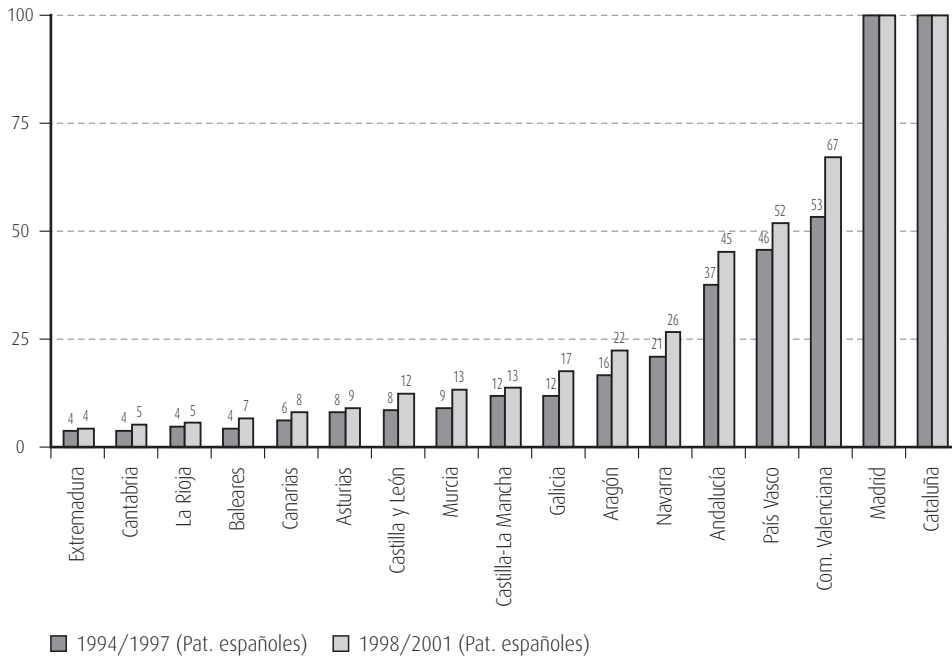
Utilizando como medida del *output* las patentes EPO, se puede destacar que, como refleja el gráfico 10, Cataluña es la región que, en solitario, ostenta el liderazgo de la eficiencia. Ciertamente le sigue muy cerca la Comunidad de Madrid con un índice muy elevado —95 y 93 puntos porcentuales para los períodos 1994-1997 y 1998-2001,

¹³ Vid. para un análisis formal, Griliches (1979).

GRÁFICO 9

NIVEL DE EFICIENCIA RELATIVA DE LA GENERACIÓN DE PATENTES REGISTRADAS EN ESPAÑA

(En porcentajes con respecto a la frontera de la región más eficiente 100 por 100)

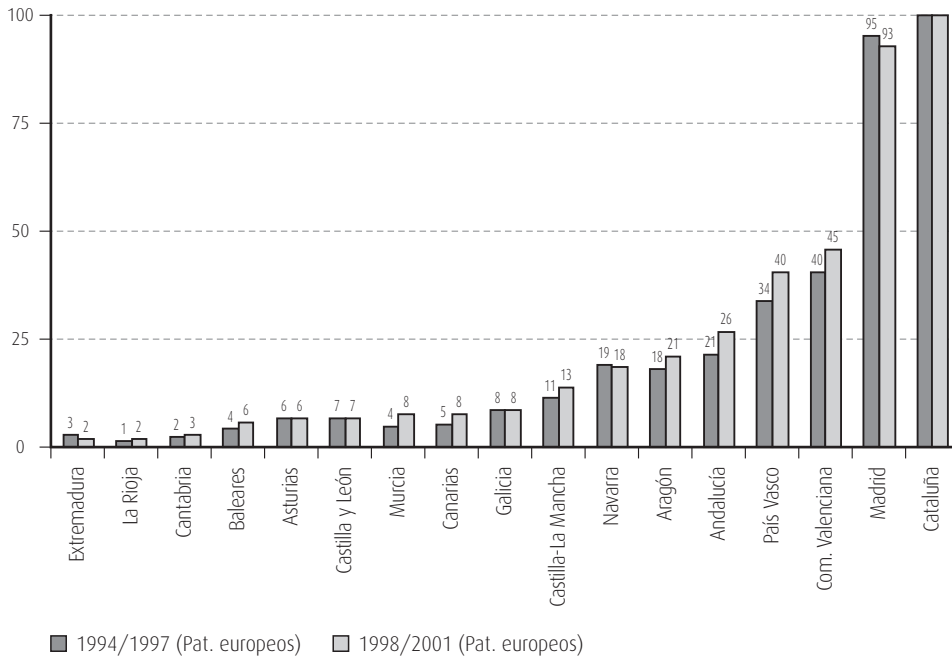


respectivamente—. A su vez, Valencia y el País Vasco ocupan de nuevo el tercer y cuarto puesto, aunque en este caso la distancia respecto a la frontera tecnológica resulta ser mayor que la antes obtenida. Y también en la cola se ubican las mismas regiones que con el indicador basado en las patentes OEPM, de modo que otra vez son Extremadura, Cantabria, La Rioja, Baleares y Asturias las que la ocupan. Sin embargo, a diferencia con el resultado expresado en el párrafo precedente, ahora no se registra una mejora generalizada en los niveles de eficiencia relativa. Por el contrario, algunas regiones han visto aumentada su distancia con respecto a la frontera, como es el caso de Extremadura y Navarra, o han mantenido el mismo nivel relativo, como en Asturias, Castilla León y Galicia. Finalmente, aunque no cabe duda de que la distancia relativa de las diferentes regiones a la frontera de eficiencia es mayor cuando el indicador se estima con las patentes europeas que cuando se calcula con las españolas, se observa que su ordenación es en los dos casos muy similar.

GRÁFICO 10

NIVEL DE EFICIENCIA RELATIVA DE LA GENERACIÓN DE PATENTES REGISTRADAS EN LA OFICINA EUROPEA DE PATENTES

(En porcentajes con respecto a la frontera de la región más eficiente 100 por 100)



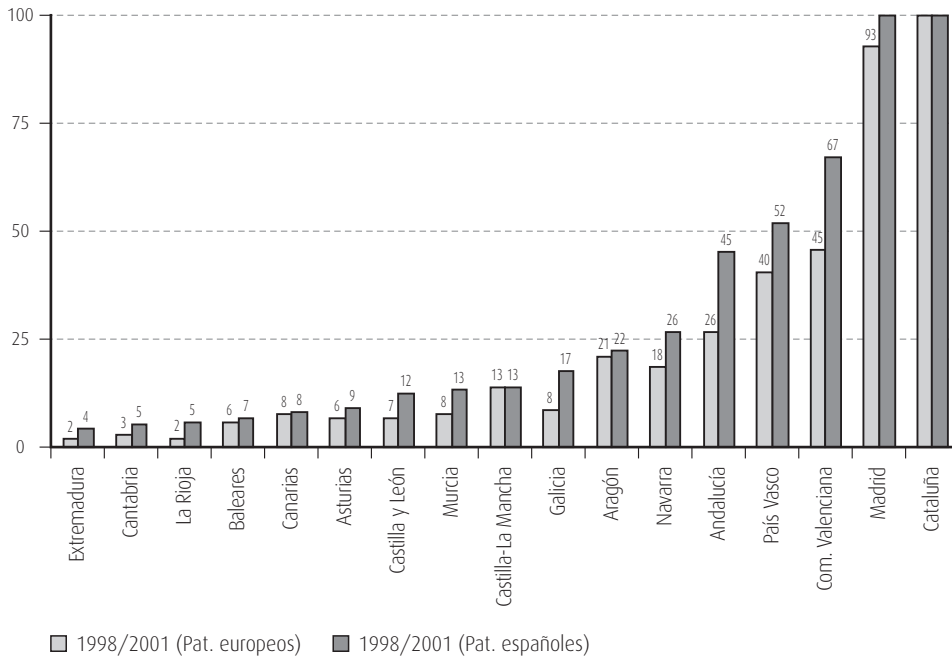
Esto último se puede observar mejor en el gráfico 11, en el que se comparan los resultados obtenidos para el período de 1998-2001 con los dos tipos de patentes. Como ya se ha indicado, las diferencias interregionales en el nivel de eficiencia es mayor cuando se mide con las patentes europeas que cuando ello se hace con las españolas. Por lo general, las regiones alcanzan una eficiencia relativa más alta con estas últimas, siendo la excepción los casos de Canarias y Castilla-La Mancha, en los que ambos indicadores coinciden.

Una vez descritos los índices de eficiencia, conviene aludir a los resultados alcanzados para cada uno de los tipos de sistemas regionales de innovación que se han identificado en un epígrafe anterior. A este respecto, se puede señalar que de los cuatro *clusters* que contienen a una sola Comunidad Autónoma, dos se encuentran en la frontera de eficiencia o muy cerca de ella. Se trata de Cataluña y Madrid, donde la configuración del sistema de innovación es bastante equilibrada. En un tercer caso, el del País Vasco, el índice

GRÁFICO 11

NIVEL DE EFICIENCIA RELATIVA DE LAS CC.AA. EN LA PRODUCCIÓN DE PATENTES EN EL PERÍODO 1998 A 2001

(En porcentajes con respecto a la frontera tecnológica de la región más eficiente 100 por 100)



de eficiencia se encuentra alrededor del 50 por 100 de la frontera, lo que seguramente se debe al sesgo de su sistema de innovación hacia el entorno empresarial. Y, en cuanto a Navarra, se aprecia un nivel de eficiencia mucho más reducido que se sitúa entre un quinto y un cuarto de la frontera. En este caso, aunque la región cuenta con un segmento de empresas innovadoras apreciable, su elemento de mayor fortaleza está en el factor referente a la Universidad que, como se ha visto, incide poco en la obtención de tecnologías patentadas.

Por otra parte, hay tres regiones que, aún formando parte del *cluster* en el que se agrupan las Comunidades Autónomas cuyos sistemas de innovación están menos desarrollados, reflejan un nivel de eficiencia mayor a la que se podría esperar. Son Andalucía, Aragón y la Comunidad Valenciana. Esta última cuenta con una eficiencia bastante alta, lo que seguramente refleja su especialización industrial en bienes de consumo y en bienes intermedios,

con empresas muy competitivas y con una clara vocación exportadora. El caso de Aragón se podría explicar debido a una alta presencia del sector de automovilístico, mientras que el de Andalucía se debe posiblemente al gran tamaño de la región y a que en ella se ubican algunas empresas grandes de sectores de alta tecnología.

■ 4.6. CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación que se ha presentado en las páginas precedentes permiten establecer algunas conclusiones de interés tanto en el plano analítico como en el descriptivo, así como derivar de ellas elementos que sirven de orientación para la política científica y tecnológica. Lo primero que se debe señalar al respecto es que el enfoque teórico que aquí se ha seguido constituye una buena base para el análisis regional, de manera que las variables empíricas que se derivan de él son en su mayor parte válidas para representar y caracterizar los sistemas de innovación. Asimismo, el enfoque empírico, basado en el empleo de técnicas estadísticas multivariantes, se ha mostrado suficientemente potente para abordar el caso de las Comunidades Autónomas españolas y establecer con ellas una tipología de los sistemas de innovación, analizar su capacidad de producción de nuevos conocimientos y estudiar su nivel de eficiencia en la asignación de recursos.

Por lo que se refiere a la identificación de los distintos sistemas regionales de innovación, nuestro análisis ofrece un resultado que señala la singularidad de Madrid, Cataluña, el País Vasco y Navarra, así como la agrupación de las demás regiones en un solo *cluster*. Entre todos estos sistemas existe una gran desigualdad derivada de su diferente configuración productiva, de su distinta aportación de recursos para la creación de conocimientos y de su peculiar configuración institucional. La variedad es una nota que caracteriza a los sistemas de innovación en el plano regional.

A su vez, la capacidad innovadora de las regiones —medida por sus resultados en la creación de conocimientos aplicables a la producción o por sus resultados científicos— depende de los elementos que describen la configuración de su sistema de innovación. Y la aportación de esos elementos es también desigual, debiéndose poner el énfasis en la estructura productiva y el tamaño del mercado que se reflejan en el que hemos denominado factor de entorno, por una parte, y en la actividad de las empresas innovadoras, por otra. Empero, ello no excluye que, sobre todo en lo referente a las patentes de alta tecnología, la actividad de las entidades de investigación científica dependientes de las Administraciones Públicas sea relevante. Y, lógicamente, lo mismo cabe decir de esas mismas entidades y de las Universidades en lo que concierne a las publicaciones académicas.

Finalmente, la eficiencia con la que se asignan los recursos a la innovación es muy desigual. La frontera de la eficiencia establecida mediante la aplicación del análisis envolvente de datos la establece, en España, el sistema de innovación de Cataluña cuando el *output* se mide por el número total de patentes. Cerca de esa frontera, con un nivel casi siempre superior al 90 por 100, aparece el caso de Madrid; y con una eficiencia próxima al 50 por 100, los de la Comunidad Valenciana y el País Vasco. Todas las demás regiones se sitúan por debajo de un tercio del máximo nivel de eficiencia, siendo muchos los que ni siquiera alcanzan un 10 por 100. Esta heterogeneidad se atenúa si el *output* se mide en términos per cápita. En tal caso, la frontera de la eficiencia se ubica en Cataluña y Navarra; se aproximan a ella el País Vasco, Madrid y, algo más alejados, la Comunidad Valenciana y Aragón, cuya trayectoria es muy irregular. Y otra vez las demás regiones se sitúan en niveles bajos de eficiencia.

Por otra parte, en la perspectiva del diseño de las políticas referentes al impulso de la ciencia y la tecnología, del análisis de los sistemas de innovación se desprende la relevancia de todos los elementos que entran en su configuración para la obtención de los nuevos conocimientos. Pero no lo son ni de la misma manera ni con la misma intensidad. Los resultados que se han expuesto señalan a este respecto que, desde un punto de vista cuantitativo es el factor de entorno el que más incide sobre la obtención de innovaciones; y que, con menos relieve, le siguen los factores que expresan el papel de las empresas innovadoras y las Administraciones Públicas, siendo inferior el de las Universidades. Por tanto, cabe inferir que las políticas de innovación no sólo deben tomar en consideración los aspectos de la generación del conocimiento científico y tecnológico a través de la investigación u otras actividades innovadoras —como el diseño, la ingeniería, la difusión de las tecnologías—, sino también los de la producción. Éstos se refieren a la composición de las actividades económicas —y, por tanto, se justifican políticas sectoriales sobre todo si se refieren a actividades emergentes—, a las condiciones de rivalidad o competencia en las que se desenvuelve la producción —lo que remite a las políticas de fomento del mercado— y a la reasignación de recursos entre los sectores declinantes y emergentes como consecuencia de la innovación —lo que ha de plasmarse en políticas que favorezcan la aparición de emprendedores y la dinámica empresarial¹⁴.

Asimismo, en lo referente a los procesos de creación de nuevos conocimientos científicos y tecnológicos importa tanto la actividad interna de los agentes como sus relaciones externas. El énfasis excesivo en estas últimas, particularmente a través del fomento de la cooperación, puede hacer olvidar que aquellas están en la base de la obtención de capaci-

¹⁴ En el trabajo de la OCDE (2001) se hacen numerosas sugerencias en este sentido. Vid. especialmente los capítulos 3 y 5.

dades para el aprovechamiento de las interacciones dentro del sistema de innovación. Y, por tanto, la canalización de ayudas financieras hacia la cooperación no debe ser sustitutiva, sino complementaria, de los programas de fomento de la I+D u otras actividades innovadoras de corte o inspiración neoclásica, tanto orientados hacia las empresas como hacia las Universidades o instituciones de investigación científica.

Si las interacciones entre los elementos del sistema de innovación son relevantes, se justifican los arreglos institucionales y la provisión pública de infraestructuras para favorecerlas. Pero esa justificación abstracta no valida cualquier actuación concreta. En particular, creaciones institucionales como los Centros Tecnológicos, los Parques Científicos y Tecnológicos los Viveros de empresas u otras deben someterse, en cada caso, a evaluaciones permanentes que justifiquen su existencia por sus resultados concretos y de las que pueda derivarse su modificación o su suspensión. Y, en todo caso, los recursos en ellas empleados deben ser complementarios de los utilizados para solventar los fallos del mercado en la asignación de recursos a las actividades internas de creación de conocimiento.

Finalmente, previniendo los intereses corporativos que muchas veces impregnan la formulación y la gestión de las políticas científicas y tecnológicas, cabe recordar que el centro de los procesos innovadores está en las empresas. Son éstas las que conducen el crecimiento y el cambio estructural en el que se plasma el proceso del desarrollo económico; y lo hacen aprovechando las diversas fuentes del conocimiento —entre ellas las científicas— y las capacidades de aprendizaje que residen en la cualificación del capital humano. En este sentido, la ciencia y la educación superior importan para la innovación; pero no por su inmediata aplicación a determinados problemas productivos, sino por constituir el fondo de conocimientos que, en algún momento, cercano o lejano, podrán iluminar esos problemas. Por ello, en la política científica no debería ser esencial el dirigismo hacia determinados objetivos productivos concretos, sino más bien la provisión de recursos para que los investigadores gocen de libertad para orientar su actividad hacia cualquier camino que, inesperado o no, ensanche los horizontes del género humano, pues “la historia de los siglos anteriores permite suponer que lo más apasionante de los próximos años surgirá de las respuestas a preguntas que aún no podemos plantearnos porque no sabemos lo suficiente”¹⁵.

■ BIBLIOGRAFÍA

BAUMERT, T. (2006), *Los determinantes de la innovación. Un estudio aplicado sobre las regiones de la Unión Europea*, Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid. (Recuperable en <http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif>).

¹⁵ Cfr. Maddox (1999, pág. 13).

- BUESA, M.; BAUMERT, T.; HEJIS, J., y MARTÍNEZ PELLITERO, M. (2003), "Los factores determinantes de la innovación: un análisis econométrico sobre las regiones españolas", *Economía Industrial*, n.º 347, 2002/V, págs. 67-84.
- BUESA, M.; MARTÍNEZ PELLITERO, M.; HEJIS, J., y BAUMERT, T. (2003), "Los sistemas regionales de innovación en España: una tipología basada en indicadores económicos e institucionales de las Comunidades Autónomas", *Economía Industrial*, n.º 347, 2002/V.
- BUESA, M.; HEJIS, J.; MARTÍNEZ PELLITERO, M., y BAUMERT, T. (2006), "Regional Systems of innovation and the knowledge production function: The Spanish case", *Technovation*, n.º 26.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W., y RHODES, E. (1978), "Measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operational Research*, n.º 2.
- (1979), "Short communication: measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operational Research*, n.º 34 (4).
- FERRÁN, M. (2001), *SPSS para Windows, Análisis Estadístico*, McGraw-Hill, Madrid.
- GRILICHES, Z. (1979), "Issues in assessing the contribution of R&D productivity growth", *Bell Journal of Economics*, número 10.
- (1990), "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey", *Journal of Economic Literature*, vol. 28, páginas 1661-1707.
- HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAN, R., y BLACK, W. C. (1999), *Análisis Multivariante*, Prentice Hall, Madrid.
- MADDOX, J. (1999), *Lo que queda por descubrir. Una incursión en los problemas aún no resueltos por la ciencia, desde el origen de la vida hasta el futuro de la humanidad*, Debate, Madrid.
- MARTÍNEZ PELLITERO, M. (2002), "Recursos y resultados de los sistemas de innovación: elaboración de una tipología de sistemas de innovación en España", *Documento de trabajo*, n.º 35, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense de Madrid, [recuperable en: www.ucm.es/bucm/cee/iaif].
- NAVARRO, M., y BUESA, M. (2003), *Sistema de innovación y competitividad en el País Vasco*, Eusko Ikaskuntza-Sociedad de Estudios Vascos, San Sebastián.
- OCDE (2001), *Perspectives de la science, de la technologie et de l'industrie. Les moteurs de la croissance: technologies de l'information, innovation et entrepreneuriat*, París.
- PORTER, M. E., y STERN, S. (1999), *Measuring the "Ideas" Production Function: Evidence from the International Patent Output*, NBER Working Paper 7891.
- ROMER, P. (1990), "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, vol. 98, págs. 72-102.



ANEXO AL CAPÍTULO 4

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE PATENTES PARA LAS REGIONES ESPAÑOLAS, 1994-2002

(Output: patentes; Input: factores españoles)

	ENT.	EMP.	ADM.	UNI.	INSTA.	R _a ²
Total patentes	0,848 (0,000)	0,268 (0,000)	0,212 (0,000)	0,075 (0,012)		0,838
Patentes de alta tecnología	0,654 (0,000)	0,216 (0,000)	0,541 (0,000)	0,106 (0,003)		0,774
Publicaciones científicas	0,732 (0,000)	0,126 (0,000)	0,607 (0,000)	0,133 (0,000)	0,068 (0,002)	0,942
Patentes per cápita	0,393 (0,000)	0,559 (0,000)		0,400 (0,000)	0,103 (0,022)	0,630
Patentes de alta tecnología per cápita	0,477 (0,000)	0,293 (0,000)	0,488 (0,000)	0,263 (0,000)		0,612
Publicaciones científicas per cápita	0,137 (0,005)	0,322 (0,000)	0,463 (0,000)	0,602 (0,000)		0,683

ENT: Entorno regional de la innovación; EMP: Empresas innovadoras; ADM: Administración Pública; UNI: Universidad; INSTA Instituciones de apoyo.

Fuente: Elaboración propia.

ÍNDICES DE EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS REGIONALES
DE INNOVACIÓN ESPAÑOLES.
VARIABLE *OUTPUT*: PATENTES SOLICITADAS EN ESPAÑA

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Andalucía	33,75	33,88	36,09	46,07	40,90	44,96	45,72	49,11
Aragón	11,63	17,50	17,91	18,53	18,34	18,89	23,71	27,23
Asturias	8,51	7,89	7,38	7,01	7,98	7,04	10,50	10,60
Baleares	2,31	2,90	4,67	7,34	6,81	7,66	7,37	4,80
Canarias	2,73	6,90	6,22	7,35	8,05	9,97	6,96	5,64
Cantabria	3,13	5,54	2,52	3,32	4,36	5,15	5,50	5,18
Castilla y León	4,51	7,60	6,69	14,71	10,59	9,45	13,44	14,96
Castilla-La Mancha	9,78	15,16	11,17	11,35	11,80	10,73	15,16	16,05
Cataluña	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
C. Valenciana	51,90	48,12	54,27	57,51	57,93	61,13	67,33	81,32
Extremadura	2,67	2,87	3,74	5,43	4,12	5,09	2,69	4,34
Galicia	8,03	10,38	12,78	15,02	15,17	12,32	21,33	20,53
La Rioja	5,94	4,94	3,96	3,07	4,81	7,25	4,22	5,66
Madrid	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Murcia	6,28	10,79	5,90	12,71	11,25	14,62	12,97	13,47
Navarra	22,12	18,28	15,45	27,10	24,53	19,57	34,39	26,56
País Vasco	48,28	40,08	46,72	47,80	48,25	45,65	58,95	53,94

ÍNDICES DE EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS REGIONALES
DE INNOVACIÓN ESPAÑOLES
VARIABLE *OUTPUT*: PATENTES SOLICITADAS EN EUROPA

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Andalucía	14,03	17,37	25,24	28,18	21,12	26,39	24,13	34,31
Aragón	11,98	13,28	26,63	19,99	28,41	15,74	22,49	15,47
Asturias	6,92	6,29	5,40	6,37	5,75	6,11	6,83	7,29
Baleares	3,07	2,94	6,26	4,59	4,74	3,94	9,26	4,53
Canarias	3,16	3,13	7,55	5,75	6,23	6,79	12,45	4,98
Cantabria	1,42	3,07	0,97	3,62	2,23	3,25	1,65	3,72
Castilla y León	5,17	5,35	8,76	7,14	10,73	2,78	6,71	5,93
Castilla-La Mancha	10,11	8,37	13,05	13,12	9,86	14,35	15,07	14,28
Cataluña	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
C. Valenciana	46,00	36,53	40,54	38,68	42,96	46,28	45,14	47,18
Extremadura	0,93	2,04	2,22	5,45	1,70	1,85	2,23	1,44
Galicia	2,48	10,31	10,77	9,02	12,08	7,19	3,96	10,03
La Rioja	2,99	0,52	1,02	0,74	2,90	1,49	1,21	1,68
Madrid	100,00	93,30	98,56	87,49	100,00	93,37	81,44	95,33
Murcia	4,79	5,67	0,31	7,09	8,29	6,75	8,59	6,67
Navarra	12,61	25,52	19,93	17,76	18,05	20,29	17,66	17,54
País Vasco	24,17	24,95	48,02	37,87	32,97	40,19	40,81	47,18

5. LOS FACTORES DETERMINANTES DE LA INNOVACIÓN REGIONAL

Thomas Baumert

■ 5.1. INTRODUCCIÓN

La innovación tecnológica es uno de los retos fundamentales a los que se enfrenta la economía española (Velarde, 2004: 15), constatación ésta que, de forma matizada, puede hacerse extensiva los demás estados que configuran la Unión Europea. Ciertamente, la capacidad innovadora resulta un factor crítico para el crecimiento económico y la competitividad de la Unión, máxime si tomamos en consideración que una parte importante del crecimiento productivo de las naciones avanzadas —medido en términos del Producto Interior Bruto¹—, corresponde a la innovación (Freeman, 1994), por lo que podemos considerarla uno de los factores claves de la competitividad, crecimiento y empleo (Cooke, Boekholdt y Tödtling, 2000: 1), además de un aspecto crucial para la capacidad competitiva y, por ende, de supervivencia de las empresas (OCDE, 1999: 3). De acuerdo con este estudio de la OCDE, el 85 por 100 de las empresas estadounidenses pertenecientes a industrias caracterizadas por un fuerte imperativo tecnológico, siguen en pie tras diez años de funcionamiento, en tanto que un 80 por 100 de las empresas que recurren a tecnologías convencionales desaparecen tras sólo dos años de existencia.

En definitiva, podemos concluir que hoy en día la innovación resulta el principal factor competitivo y de crecimiento (cf. Cooke, 1998: vii), por lo que resulta especialmente relevante averiguar qué componentes de un sistema de I+D resultan más decisivos como impulsores de la innovación y cuáles son los factores que determinan la capacidad innovadora de los sistemas. Como señala Edquist (2005: 201), “dado nuestro limitado conocimiento sistemático acerca de los factores determinantes de la innovación [...] tienen gran potencial los estudios de caso que comparen distintos tipos de sistemas de innovación y los determinantes de los procesos innovadores que tienen lugar en ellos”. En consecuencia, estas cuestiones han acaparado especialmente la atención de los investigadores académicos

¹ Véanse, entre otras, las aportaciones de Romer (1990), Jones, (1995), de la Fuente (2003) y Myro y Pérez (2005).

—y de los responsables políticos— a lo largo de las últimas décadas², dando lugar a una serie de importantes estudios, tanto de corte teórico como empírico³. Y son estas preguntas a las que tratamos de dar respuesta en el presente trabajo para el caso de las regiones europeas, partiendo para ello de un enfoque sincrético, similar al seguido por Furman, Porter y Stern (2002), y desarrollando un procedimiento novedoso en este tipo de investigaciones, al combinar la regresión propia de la *función de generación de conocimientos* desarrollada por Griliches (1979), con el análisis factorial, en línea con el antecedente de Bania, Calkins y Dalenberg (1992).

Una revisión de los estudios anteriormente enumerados⁴, muestra mejores ajustes al trabajar con unidades de análisis agregadas (naciones, regiones o sectores), que al emplear micro-datos empresariales (Audretsch, 1998: 20). Por otro lado, y como afirma Fritsch (2002: 20): “[...] la función de generación de conocimientos es una herramienta potente para comparar la calidad de los sistemas regionales de la innovación. [...] Sin embargo, los procesos de innovación son relativamente complejos y no pueden ser medidos de forma comprensiva a través de un único indicador. Es por ello, por lo que no se debería recurrir a una única variable, sino a un conjunto de medidas a la hora de comparar la actividad innovadora entre regiones”. Por lo tanto, en el presente estudio trabajaremos con datos agregados —regionales— y con un número amplio de variables explicativas, que agruparemos a través de un análisis factorial.

■ 5.2. FORMULACIÓN DEL MODELO

En el presente capítulo nos proponemos modelizar la función de generación de conocimientos de manera que nos permita establecer cuáles son los factores determinantes de

² Así, encontramos un interesante antecedente en Ewers y Wettmann, quienes ya en 1980 dedican un epígrafe de su estudio a los “Determinantes del potencial innovador regional”. Los autores resaltan como significativos dos factores: el potencial de acción de las unidades económicas de la región —que dependerá de sus características internas— y la interacción de estas unidades con su entorno y entre sí. Véase Ewers y Wettmann (1980: 167).

³ Básicamente podemos distinguir entre dos conjuntos de estudios empíricos: aquellos que han tomado como unidad de análisis los sistemas nacionales de innovación (véanse, entre otros, Griliches, 1990; Stern, Porter y Furman, 1999 y 2000; Furman, Porter y Stern, 2002; Faber y Hesen, 2004) y aquellos aplicados a los sistemas regionales de innovación. De entre estos últimos podemos diferenciar los que centran su estudio sobre las regiones estadounidenses (Jaffe, 1989; Acs *et al.*, 1992; Feldman, 1994; Anselin *et al.*, 1997 y Acs *et al.*, 2002); las europeas (Fritsch, 2002; Botazzi y Peri, 2003; Greuz, 2003; Karkalakos, 2004 y Moreno Serrano, Paci y Usai, 2004; Baumert, 2006) y aquellos que lo hacen para las regiones españolas (Gumbau, 1996; Coronado y Acosta, 1997; García Quevedo, 2002; Buesa, Baumert, Heijs y Martínez Pellitero, 2002; Buesa, Heijs, Martínez Pellitero y Baumert, 2005), por no mencionar la multitud de trabajos aplicados a otros países de la Unión Europea. Para una revisión exhaustiva de estos trabajos, véase Baumert (2006).

⁴ Vid la nota 3.

la innovación, así como el impacto relativo de los mismos sobre el resultado tecnológico de las regiones europeas. Recurrimos para ello a una modelización basada en la función de generación de conocimientos, desarrollada inicialmente por Griliches (1979), y que desde entonces ha sido aplicada con éxito a toda una serie de trabajos empíricos, tanto en el plano nacional como regional.

De acuerdo con Griliches (1990), el flujo de nuevos conocimientos depende, por una parte, del esfuerzo innovador desempeñado y, por otra, de un conjunto de características propias de la región, que se englobarían en un vector Z_r , de manera que:

$$K_r = f(R_r, Z_r) \quad [1]$$

donde Z_r puede ser sustituido directamente por una combinación lineal de los indicadores regionales oportunos (Siendo la ecuación conocida como la función de Griliches-Jaffe).

Ahora bien, la pregunta acerca de cuáles son, en concreto, estos indicadores, no ha recibido una respuesta unánime por parte de los distintos autores que se han enfrentado a ella. Al contrario, las diferentes “escuelas” y enfoques teóricos han enfatizados aspectos diversos —hasta el punto de poder ver en ello parte de su “hecho diferencial”—, lo que no obsta a que las distintas aportaciones resulten complementarias entre sí (Grupp, 1997: 49).

En este sentido, el estudio de Furman, Porter y Stern (2002) acerca de los determinantes de la capacidad innovadora nacional, implica un avance notable, al desarrollar un modelo que aúna las contribuciones de distintas escuelas y autores. También en el trabajo presente partimos de un enfoque hasta cierto punto sincrético, tratando de conjugar las distintas perspectivas teóricas, y los estudios empíricos previos (véase para el detalle Baumert, 2006: 14-78), que más adelante conjugamos para formar el vector Z_r .

Nuestro objetivo consiste, por lo tanto, en detectar los factores determinantes de la innovación y su grado de incidencia, partiendo —de acuerdo con los postulados teóricos— de la hipótesis, de que todos los elementos del sistema de innovación deberán influir positivamente en los resultados del mismo, si bien con intensidades distintas.

Tratando de resumir las principales aportaciones teóricas y empíricas en este campo, podemos concluir que el *output* innovador depende en primer lugar del esfuerzo en la asignación de recursos llevado a cabo, independientemente de que éste se mida a través del

gasto o del personal en I+D. En cuanto al resto de elementos a ser tomados en consideración, cabe destacar los siguientes⁵:

- El capital humano (nivel educativo de los RR.HH.)⁶.
- El tamaño y la distribución de las empresas innovadoras⁷.
- El rol de las Universidades⁸ y de la Administración Pública⁹ como agentes de I+D.
- El grado de sofisticación de la demanda¹⁰.
- El sistema financiero (disponibilidad de capital inversión)¹¹.
- La cultura (innovadora) nacional y/o regional¹².
- La estructura de mercado¹³.
- Las políticas de I+D¹⁴.
- El grado de protección de la propiedad intelectual¹⁵.
- La existencia de redes de cooperación¹⁶.

De entre estos indicadores, algunos, como la cultura innovadora, resultan imposibles de medir, por lo que sólo pueden ser incorporados a un modelo a través de variables *proxy*,

⁶ Entre otros OCDE (1995) y Amable y Petit (2001).

⁷ Lazonick (2005), Beadry y Breschi (2003) y Porter (1990) de forma general.

⁸ Mowery y Sampot (2005), OCDE (2003). Laursen y Sattler (2004) y Mansfield (1995) estudian qué empresas recurren a las universidades como fuentes de innovación.

⁹ Véase, entre otros, OCDE (2003), Guellec y van Pottelsberghe (2003), Strenberg (1995), Hicks y Lee (1993) y Gregeren (1992).

¹⁰ Furman, Porter y Stern (2002), Bottazzi y Peri (2001).

¹¹ O'Sullivan (2005), Lamoreaux y Sokoloff (2004), Perez (2002) y Christensen (1992) para la financiación de la innovación. Lessat, Hemer, Kulicke *et al.* (1999) para el capital riesgo.

¹² Talalay, Farrands y Tooze (1997), Dienell (1999) y Sempf (1997), así como Audretsch (1998: 24).

¹³ Kamien y Schwartz (1989), Cohen y Levin (1989), Symeonidis (1996) y Carree y Thurik (1999). Véase Athreye y Keeble (2002), para un estudio aplicado a las regiones del Reino Unido.

¹⁴ Lundvall y Borrás (2005).

¹⁵ Granstrand (2005).

¹⁶ Koschatzky (2002), Fritsch y Lukas (1999) y Gelsing (1992).

mientras que otros, como la cooperación, se ven restringidos en su utilización a causa de la escasa disponibilidad de datos estadísticos¹⁷.

Partiendo de la anterior enumeración, y del esquema presentado por Heijs (2001: 9) —véase el esquema 1 del primer capítulo de este libro— que agrupa los principales aspectos que inciden en la innovación en cuatro factores, podemos considerar, que el vector Z_t debe recoger al menos cuatro determinantes, a saber: las empresas innovadoras, las relaciones interempresariales y las estructuras de mercado (EMP), la actuación de la Administración Pública en materia de I+D (ADM), las infraestructuras de soporte a la innovación y la Universidad (INF), así como el entorno regional y nacional (ENT). De manera que la función de generación de conocimientos modificada vendría definida por la siguiente ecuación:

$$K = f(EMP, ADM, INF, ENT) \quad [2]$$

El presente estudio enlaza directamente con el trabajo de Buesa, Heijs, Martínez Pellitero y Baumert (2005), —la función inicial [2] coincide esencialmente con la obtenida por estos autores— dado que consideramos que la metodología empleada no sólo permite soslayar la mayor parte de los inconvenientes estadísticos a los que se veían enfrentados hasta ahora este tipo de estudios, sino que, además, los resultados obtenidos presentan una elevada bondad de ajuste, tanto desde una perspectiva teórica como empírica, gracias a que los factores recogen las variables que en los estudios precedentes se han considerado relevantes y permiten organizar la información disponible de acuerdo con la teoría de los sistemas regionales de innovación.

■ 5.3. LAS PATENTES COMO MEDIDA DE LA INNOVACIÓN

■ ¿Son las patentes una medida apropiada de la innovación?

Siguiendo en línea con nuestros anteriores estudios sobre el tema¹⁸, hemos optado por utilizar como variable dependiente —es decir, como medida de la innovación— el número de patentes registradas en la Oficina Europea de Patentes (EPO), tal y como se recogen en la base de datos REGIO de EUROSTAT, dado que —frente a lo que ocurre en las oficinas nacionales de patentes— las patentes registradas por la EPO tienen la ventaja evitar el efecto

¹⁷ Para una revisión monográfica acerca de las formas de medir la innovación, véase capítulo 3.

¹⁸ Véanse Baumert y Heijs (2002) y Buesa, Baumert, Heijs y Martínez Pellitero (2002) y Buesa, Heijs, Martínez Pellitero y Baumert (2005).

“sede” al asignar las mismas al lugar de residencia del inventor¹⁹. A pesar de que una amplia gama de estudios empíricos avala una elevada correlación entre una medida del *input* innovador, como el gasto en I+D, y del número de patentes como medida del *output*²⁰, no es infrecuente toparse en la literatura con actitudes críticas hacia la utilización de las patentes como medida del *output* tecnológico equivalente a la innovación²¹.

Este debate ha encontrado su reflejo en diversos estudios, en los que los autores señalan los límites —y con ello implícitamente también los ámbitos de validez— de las patentes como proxy de la innovación²². A continuación resumimos estas aportaciones y sopesamos los distintos argumentos, llegando a la conclusión de que, a pesar de los inconvenientes que entrañan, las patentes son por el momento la mejor medida de la capacidad innovadora regional de la que disponemos.

Comenzando por la definición del término, la palabra *patente* define un derecho de la propiedad industrial relativo a una invención en el campo tecnológico. Puede ser otorgada a personas físicas o jurídicas, debiendo cumplir los siguientes requisitos: “la invención debe ser novedosa, implicar un avance sustancial y ser aplicable industrialmente”²³. La legislación prevé, que la protección de las patentes (normalmente por un período de veinte años) tenga su contrapartida en la publicidad de la misma. Subyace aquí la convicción de que la publicación de la patente servirá como incentivo a nuevas investigaciones, impulsando así el progreso tecnológico (Schmoch, 1999: 113 y Griliches, 1990: 1663)²⁴.

¹⁹ No existe efecto sede, dado que Eurostat con datos la EPO, asigna las patentes en función de la residencia del inventor o de los inventores, es decir, dependiendo del lugar donde se ha llevado a cabo la investigación y no en función del lugar de residencia de la empresa (o de su central), titular de los derechos de propiedad industrial. Ello hace que, además, las patentes puedan asignarse como fracciones cuando los inventores residan en regiones distintas.

²⁰ Griliches (1990: 1673), sitúa la correlación media por encima de $R^2 = 0,9$. Por su parte el “Manual de patentes” de la OCDE (1994a: 55), afirma que: “La relación entre I+D y patentes —medida a través de indicadores del gasto, del número de investigadores, [...]— y el número patentes es importante”. Cf. también Trajtenberg (1990) y Patel y Pavitt (1994).

²¹ Así, recientemente, Kleinknecht, van Montfort y Brouwer (2002: 113): “Tomando en consideración los recientes descubrimientos acerca de la propensión a patentar, se puede concluir que este indicador sea probablemente peor que su imagen. En este sentido es una buena noticia que comiencen a estar disponibles medidas alternativas [ventas debidas a productos innovadores]”. Y “las patentes tienen más (y mayores) inconvenientes que lo que comúnmente se asume. En muchos casos es preferible recurrir a una medida directa del output innovador”, (ibid: 119).

²² Entre ellos el propio Griliches (1990). Cf. también los trabajos de Pavitt (1985) y (1988), Mansfield (1986), Trajtenberg (1990), Archibugi (1992), Schmoch (1999) Comisión Europea (2001: 38) y Smith (2005: 158-160).

²³ “The invention must be novel, involve a (non-obvious) incentive step and be capable of industrial application”. Convención Europea sobre patentes del 5 de octubre de 1973, art. 52 (1). Cf. Dernis, Guellec y van Pottelsberghe. (2001: 130).

²⁴ De hecho, etimológicamente, la palabra patente hace referencia a la publicidad y no a la protección, dado que ésta sólo se consideraría un incentivo a la primera, siendo así que el término patente proviene del latín *patens*, *patensis*, que tiene su origen en *patere*, y significa “estar descubierto, o manifiesto”. Diccionario de la RAE, vigésimo primera edición. Grandstrand (2005: 268) data la primera codificación legal de una “patente” en 1474 en Venecia, y distingue cuatro épocas desde entonces: la época de las patentes *nacionales* (s. XV-XVIII), la de las patentes *multinacionales* (s. XVIII-XIX), la de las patentes *internacionales* (s. XIX-XX) y la época *pro-patentes* en la que nos encontramos actualmente.

Ahora bien, si las patentes no resultan satisfactorias para algunos autores como medida de la innovación ¿cuál es la alternativa que se ofrece a esta variable?

A priori, se diría que la medida óptima de la innovación viene dada por el número de innovaciones propiamente dichas, entendiendo por tales aquellas novedades que han llegado a ser comercializadas y que, por tanto, han resultado exitosas desde el punto de vista empresarial. De momento, la principal limitación a esta variable viene impuesta por la casi total indisponibilidad de datos, aunque las sucesivas encuestas CIS (*Community Innovation Survey*) incluyen preguntas acerca de las “cifras de ventas debidas a productos nuevos para el mercado y nuevos para la empresa”. No obstante, también esta medida presenta una serie de inconvenientes que no deben ignorarse²⁵. Así, en primer lugar, los datos resultan de una encuesta, por lo que son muy sensibles a la tasa de respuesta, a la interpretación que las empresas hagan del término innovación y al ciclo de vida medio de los productos de las empresas consultadas (Kleinknecht *et al.*, 2002: 114-115). Frente a ello, las patentes y su proceso de evaluación resultan “objetivas”. Otra desventaja a tener en cuenta, es que la introducción de un nuevo producto en el mercado se produce en la última fase del proceso de innovación, momento éste que puede estar muy alejado de aquel en el que ha tenido lugar el insumo, medido habitualmente a través del esfuerzo en I+D (Schmoch, 1999: 113). En el caso de las patentes, en cambio, la relación con la I+D es casi contemporánea (OCDE, 2004a: 139).

A su vez, y frente a otras medidas alternativas del *output* tecnológico, las patentes garantizan un nivel mínimo de originalidad, además de presentar una elevada probabilidad de convertirse en un producto innovador, dado el elevado coste en tiempo y en dinero que implica el proceso de patentar (Buesa, Navarro *et al.*, 2001: 16). De ello se deriva, que la mayor parte de las solicitudes de patentes sean realizadas por empresas industriales, y sólo en menor medida por las Universidades u otros organismos públicos de investigación, como tendremos ocasión de ver más adelante (Schmoch, 1999: 114). Ahora bien, ¿cuál es la relación exacta entre patentes e innovaciones, y en cuánto se cifra la probabilidad de que una patente se convierta en innovación?

Son varios los autores que han intentado dar respuesta a esta pregunta, obteniendo resultados dispares. Acs y Audretsch (1988) calcularon que la ratio entre patentes e innovaciones podía variar substancialmente en función del sector industrial, desde una media del 49 al 0,6 por 100. Posteriormente la Oficina Europea de Patentes estimó que sólo el 50 por 100 de las innovaciones era patentadas (OEP, 1994: 25), aunque autores como Schmoch (1999: 114)

²⁵ Para una revisión crítica de la Encuesta europea de innovación como fuente estadística para medir la innovación empresarial véase el capítulo 3, sección 4.

señalaron que este valor resultaba demasiado bajo. Más recientemente, Arundel y Kabla han estimado un porcentaje medio de patentes/innovaciones del 33 por 100 en el caso de productos y del 20,1 por 100 en el caso de servicios (Arundel y Kabla, 1998: 133), detectando fuertes oscilaciones entre los distintos sectores industriales. Así, en el sector farmacéutico el 79,2 por 100 de las innovaciones de productos son patentadas, en tanto que en el caso del sector textil este porcentaje no pasa del 8,1 por 100. También en esta ocasión resulta válida la crítica que Schmoch hiciera a la estimación de la Oficina Europea de Patentes: los valores reales deben situarse por encima los estimados, dado que éstos se calculan sobre el total de innovaciones, cuando sólo deberían calcularse sobre aquella parte de las mismas que por su nivel pudieran resultar *potencialmente* patentables.

Frente a las innovaciones —al menos para el tipo de datos de los que disponemos en la actualidad—, la utilización de las patentes como medida del *output* innovador presenta una serie de notables ventajas. Ya hemos señalado dos: las patentes garantizan un nivel mínimo de originalidad, y tienen, debido a su coste relativamente elevado, una alta probabilidad de convertirse en innovación. A éstas se le suma el hecho, de que las patentes mantienen un estrecho —aunque no perfecto— vínculo con las invenciones: muy pocos grandes inventos de los dos últimos siglos no han sido objeto de una patente (OCDE, 2004a: 136). Un cuarto factor a tener en cuenta es que las patentes cubren prácticamente todos los campos tecnológicos (salvedad hecha del *software*, que generalmente está amparado por las leyes del *copyright*, y que sólo puede ser objeto de patente si es integrado en un producto o proceso productivo)²⁶. Finalmente, una nada desdeñable ventaja de las patentes frente a otras medidas del *output* innovador radica en la disponibilidad de datos para distintos planos de desagregación territorial y sectorial (ibid).

A su vez, cabe señalar, que en los pocos estudios empíricos conocidos hasta el momento en los que han trabajado alternativamente con patentes e innovaciones, no se han detectado grandes diferencias en los resultados al utilizar como *output* una u otra variable²⁷. En el más reciente de ellos, los autores concluyen al respecto, que “la evidencia empírica indica que las patentes proporcionan una medida bastante fiable de la actividad innovadora. Con respecto al grado de regresión, la sensibilidad de los parámetros ante cambios en la estructura de variables o al tipo de dependencia espacial, ambas medidas proporcionan resultados muy similares” (Acs *et al.*, 2002: 1080).

²⁶ OCDE (1994: 16). Consideramos que no es este el lugar para debatir la cuestión acerca de las patentes de *software*, por lo que remitimos al lector interesado en el tema a Blind, Edler, Nack *et al.* (2002).

²⁷ Véanse Jaffe (1989), Acs, Audretsch y Feldman (1992) y, más recientemente, Acs, Anselin y Varga (2002). Se detectan cambios en la elasticidad de algunas variables (especialmente las referidas a la Universidad), pero el modelo permanece prácticamente inalterado en lo que a variables significativas/no-significativas y signos se refiere.

No obstante, la utilización de patentes como medida de la innovación también presenta algunos inconvenientes²⁸: en primer lugar, no todas las innovaciones encuentran su reflejo en una patente, ya que las empresas pueden optar por otras formas de protección de sus descubrimientos como, por ejemplo, el secreto industrial, un pronto lanzamiento al mercado, o un precio bajo (OCDE, 1994: 15). Sin embargo, muchos de estos mecanismos de protección —a excepción del primero— se emplean de forma complementaria y no alternativa a la patente (Schmoch, 1999: 114).

En segundo lugar, aunque las patentes —por su propia definición— garanticen un determinado nivel de novedad y originalidad, también es cierto, que ese valor es heterogéneo, no quedando reflejadas las diferencias de calidad existentes entre ellas (Kleinkecht *et al.*, 2002: 112). Ahora bien, “se trata de una restricción a tener en cuenta, pero con matices: el primero se refiere a que el mismo problema se presenta con cualquier otra forma de medir la actividad tecnológica; el segundo tiene que ver con la ley de los grandes números, pues si [en el caso de] las patentes [...], como ocurre en la práctica, se emplean datos de miles de ellas, es posible suponer que su calidad se distribuye de una manera similar para cualquier tipo de agregación, probablemente siguiendo una curva normal” (Buesa, Navarro, *et al.*, 2001: 16-17; Griliches, 1990: 1669)²⁹. A esto se añade, que no todas las patentes reflejan una tecnología utilizada en la actividad productiva, sólo recogen elementos parciales de una innovación, o simplemente implican conocimientos que abren la posibilidad a innovaciones futuras (ibid: 18).

Otra importante restricción a tener en cuenta, es la distinta propensión a patentar que presentan diferentes países, sectores y empresas (OCDE, 1994: 15; 2001: 136-137 y 2004a: 7). En cuanto al primer aspecto, señalaremos, que al trabajar con las patentes registradas en la Oficina Europea de Patentes, quedan descartados los problemas debidos a las diferencias entre los regímenes legales para la protección de la propiedad industrial de los distintos países, además de evitarse el “efecto sede”³⁰. En cuanto a la disparidad en las propensiones a patentar entre empresas y sectores, se trata nuevamente de un factor a tener cuenta a la hora de interpretar los resultados por regiones, especialmente en aquellos casos en los que la región presente una concentración sectorial destacada.

²⁸ Para una contraposición sistemática de ventajas e inconvenientes de las patentes como indicador de la innovación, véanse, entre otros, Griliches (1990); Buesa, Navarro, *et al.* (2001), Dernis, Guellec y van Pottelsberghe (2001), OCDE (1994 y 2004a), Schmoch (1999), Kleinkecht, van Montfort y Brower (2002) y Baumert y Heijs (2002).

²⁹ Señalemos al respecto, que este inconveniente se está soslayando en gran medida gracias a la utilización de las citas de patentes como medio de representar la calidad de las mismas, aunque este procedimiento no está exento de críticas, máxime cuando se emplea como mecanismo para determinar los flujos de conocimiento. Cf. al respecto Bottazzi y Peri (2003: 689).

³⁰ Véase la nota 19.

CUADRO 1

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS PATENTES COMO MEDIDA DE LA INNOVACIÓN

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Garantizan un nivel mínimo de originalidad	No todas las innovaciones son patentadas. Reflejan el éxito tecnológico pero no necesariamente un éxito o impacto económico
Presentan una elevada probabilidad de convertirse en producto innovador dado el alto coste que entraña el proceso de patentar	A su vez, no todas las patentes se convierten en innovaciones
Disponibilidad de datos (series temporales largas)	No se recogen las diferencias en la calidad individual de cada patente
Detalle por agentes, campos tecnológicos y a distintos niveles de desagregación territorial	Distinta propensión a patentar entre países, regiones, sectores y empresas
Reflejo de la obtención de tecnologías nuevas y de las innovaciones incrementales	Su significatividad es menor en los ámbitos territoriales en los que el número de patentes es bajo y las variaciones relativas resultan más bruscas
Comparabilidad internacional	
Cubren prácticamente todos los campos tecnológicos	
Mantienen un estrecho vínculo con las invenciones	
Se producen en las fases iniciales del proceso de innovación, presentando una relación más contemporánea con el esfuerzo en I+D	
En comparación con las innovaciones, resultan “objetivas”, al tener que pasar por un proceso de evaluación neutral	

Fuente: Baumert (2006: 94).

En definitiva, las patentes, lejos de ser una medida perfecta del *output* tecnológico son, por el momento, la mejor y más completa medida de la que disponemos³¹. Los inconvenientes que presentan, únicamente conllevan una serie de restricciones que deberán ser tenidas en cuenta a la hora de interpretar los resultados de nuestro modelo. Por eso, aunque el debate académico en torno a las patentes y las innovaciones seguirá abierto —máxime cuándo las sucesivas encuestas CIS permitan disponer en un futuro de series más sólidas de estas últimas— cabe concluir este epígrafe con algunas citas, de distintas fechas y autores, que evidencian la adecuación de las patentes para el tipo de estudios que aquí nos proponemos realizar.

³¹ La adecuación de una variable es independiente de la existencia de otras alternativas que, de haberlas, también podrían resultar adecuadas, incluso en mayor medida que la primera. Además, es discutible la visión defendida por algunos autores de que es mejor la información de las encuestas CIS, por distintos motivos: En primer lugar, no existen series fiables, dada la discontinuidad en los planteamientos de las tres encuestas CIS en lo que se refiere al diseño de los cuestionarios y, muy importantemente, del diseño muestral. En segundo lugar, como consecuencia del diseño muestral, los datos regionalizados no son fiables, debido a un problema de tamaño muestral. Y, por último, las encuestas CIS no contienen propiamente datos acerca del *output*, sino únicamente acerca de cómo incide éste sobre las ventas.

Así, el propio Griliches (1990: 1702) señala como “a pesar de todas las dificultades, las estadísticas de patentes siguen siendo una fuente única para analizar el proceso de cambio tecnológico. Ninguna otra medida se le aproxima siquiera en cuanto a la disponibilidad de datos, la accesibilidad y al potencial detalle industrial, organizacional y tecnológico”, en tanto que Trajtenberg (1990: 183) afirma que las patentes “representan la única manifestación observable de la capacidad inventiva que puede reclamar validez universal”. A su vez, la OCDE, en su *Manual de Patentes* (1994: 17) pone de relieve que: “en conjunto, las patentes contienen tanta información detallada acerca del proceso de innovación no disponible por otras vías, que su uso para el análisis económico resulta muy provechoso. No obstante, es necesario aplicar un procedimiento metodológico riguroso para superar el sesgo”. En un sentido similar se expresa Schmoch (1999: 123), al observar que “de llevar a cabo una aplicación reflexionada, los indicadores de patentes pueden ofrecer resultados importantes, cuya medida a través de otros métodos solo sería posible —en todo caso— con un esfuerzo notablemente mayor”. Por su parte, Acs, Anselin y Varga (2002: 1080) al trabajar alternativamente con innovaciones y patentes, aseguran haber “demostrado [...], que las invenciones patentadas ofrecen una medida bastante exacta, aunque no perfecta, de la actividad innovadora. Este hecho reafirma el uso de las patentes en estudios que analicen el cambio tecnológico”. En resumen, podemos concluir, de acuerdo con la OCDE (2004a: 8), que “en cualquier caso, y en ausencia de un indicador «perfecto» del *output*, las patentes resultan el mejor indicador disponible del *output* innovador”.

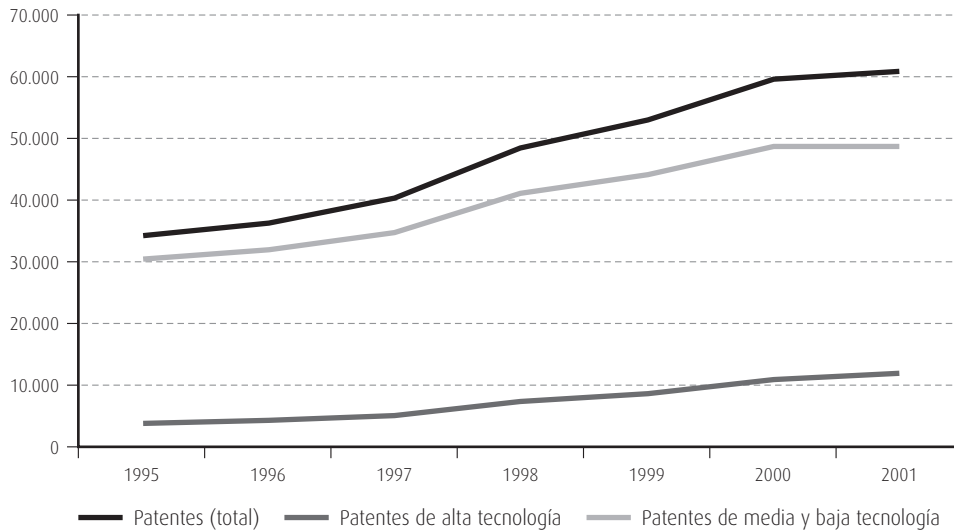
■ Evolución del comportamiento patentador durante los años noventa

Una vez comprobada la adecuación de las patentes como medida del *output* innovador de las regiones, conviene detenerse a analizar brevemente cuál ha sido la evolución de esta variable durante el período 1995-2001, dado que el modelo de regresión será especialmente sensible en cualquier “salto” de la variable dependiente, y el conocimiento de su comportamiento nos puede ser de ayuda a la hora de interpretar los resultados de nuestro análisis.

El gráfico 1 recoge la evolución del número de patentes registradas en la OEP entre 1995 y 2001, pudiéndose apreciar un notable crecimiento de la variable a lo largo del período estudiado. En concreto, el número total de patentes ha pasado de 34.185 en 1995 a 60.685 en 2001, lo que implica un aumento del 77 por 100. El crecimiento resulta aún más notable en el caso de las patentes de alta tecnología, que en el mismo período prácticamente se han triplicado, pasando de 3.856 a 11.871 registros.

GRÁFICO 1

NÚMERO DE PATENTES REGISTRADAS EN LA OFICINA EUROPEA DE PATENTES (1995-2001)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de EUROSTAT.

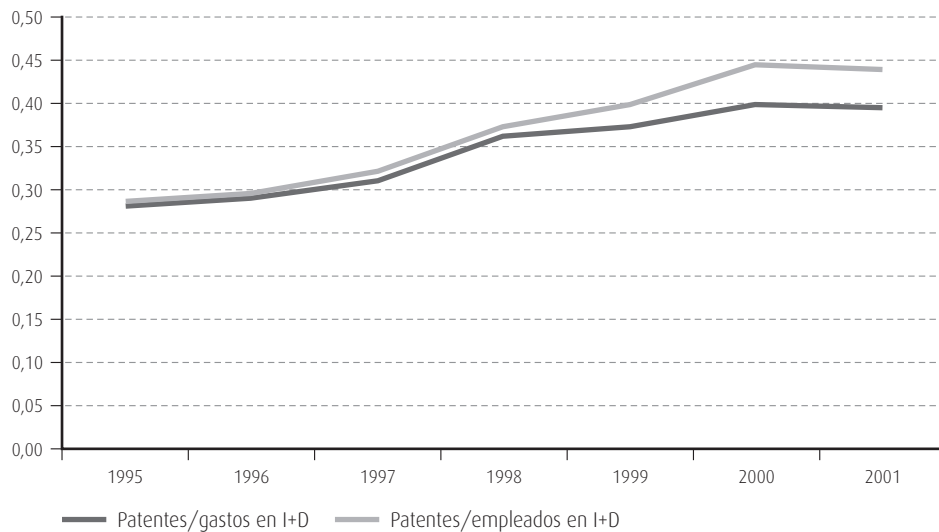
Algo menos acentuado, aunque igualmente importante, resulta el crecimiento del número de patentes de media y baja tecnología registradas durante el mismo período. En este caso parece evidenciarse una desaceleración en el ritmo de crecimiento al aproximarse a las 50.000 patentes. Probablemente nos encontremos aquí ante una frontera tecnológica, que conllevará un nuevo equilibrio en la eficiencia tecnológica, hasta que nuevos sectores en expansión tomen el relevo.

La evolución del número de patentes por cada millón de euros de gasto en I+D se recoge en el gráfico 2. En él se aprecia claramente un crecimiento del mismo entre 1995 y 2000, de forma más marcada a partir de 1997. Una evolución análoga se obtiene al analizar el número de patentes con respecto al personal en I+D, aunque en este caso el crecimiento a partir de 1999 resulta aún más acentuado. En ambos casos se evidencia un estancamiento del mismo a partir de 2000, lo que confirmaría nuestra hipótesis del acercamiento a una frontera tecnológica.

Ahora bien, lo que parece obvio, es que este crecimiento del rendimiento patentados no puede contabilizarse únicamente a cuenta de un mayor rendimiento del esfuerzo en I+D,

GRÁFICO 2

NÚMERO DE PATENTES POR CADA MILLÓN DE EUROS DE GASTO EN I+D Y POR CADA MIL PERSONAS EMPLEADAS EN I+D, 1995-2001



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de EUROSTAT.

sino que apuntan hacia un aumento de la propensión a patentar de los agentes del sistema de innovación, tal y como ha sido constatado recientemente por distintos autores.

Así, Blind, Edler, Frietsch y Schmoch (2003: ix-xii), en un informe para el Ministerio alemán de Educación y Ciencia, detectan los siguientes cambios en el comportamiento patentador de las empresas alemanas —y que, con matices, consideramos pueden hacerse extensivas al resto de la Unión Europea— durante la década de los noventa:

- Una mayor orientación al extranjero de las empresas patentadoras (que ha pasado del 50 por 100 en 1990 al 60 por 100 en 1999).

- En todos los sectores salvo el químico, se detecta una mayor concentración de las patentes en empresas muy grandes, siendo estas y las muy pequeñas las que más han aumentado su número de patentes.

- Más de dos tercios de las empresas grandes han registrado un aumento de su número de patentes (frente al 50 por 100 del resto de la muestra), pero únicamente las pequeñas

y medianas empresas estiman que este crecimiento se mantendrá durante los próximos años. Probablemente nos encontremos aquí ante un fenómeno de frontera tecnológica de las grandes empresas, válido para todos los países de la Unión Europea.

— En cuanto a los motivos estratégicos señalados por las empresas a la hora de patentar, destacan los siguientes: protección ante la imitación por la competencia, bloqueo de la competencia, función de intercambio frente a los socios cooperadores y los inversores, aumento del prestigio y la reputación (y por tanto del valor) de la empresa, además de actuar como incentivo motivacional³².

En definitiva, para estos autores la dinámica patentadora de los últimos años resulta básicamente de un aumento de la competencia y de la cooperación, especialmente entre las grandes empresas (ibid: xi-xiii), gracias a los cuales las patentes han dejado de percibirse únicamente como un instrumento de protección, para convertirse en un instrumento estratégico de intercambio y en un activo de las mismas.

Una perspectiva más amplia se ofrece en el informe de la OCDE *Patents and Innovation* (2004b: 5-18), en el que se analizan los motivos que han inducido la mayor propensión a patentar registrada entre los países de la OCDE durante la última década. Según los autores de este informe, el crecimiento en el registro de patentes responde, en primer lugar, a la implantación de un modelo de investigación menos centrado en la empresa individual, y más imbricado en redes de conocimiento y en el mercado.

En segundo lugar, cabe destacar, que son dos sectores los que presentan el mayor aumento en el número de patentes, corriendo a su cargo más de la mitad del crecimiento total del registro de las mismas: el sector de la biotecnología, y el de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Especialmente en el sector biotecnológico, la tenencia de patentes adquiere una especial relevancia como instrumento de atracción de capital inversión. En tercer lugar, a medida que ha avanzado la cooperación en I+D, las patentes han ido adquiriendo mayor importancia como instrumento de protección pero también de intercambio entre los entes colaboradores. En cuarto lugar, el desarrollo de las nuevas tecnologías de comunicación, ha acelerado la disponibilidad de información y la difusión de nuevos conocimientos, dificultando el mantenimiento del secreto industrial, que resulta así una alternativa cada vez menos atractiva frente a las patentes.

³² Antonelli (2004) propone una lectura alternativa de las patentes como instrumento reductor de los costes de transacción, al señalar la calidad de los conocimientos de una determinada empresa u organismo de investigación.

Como último punto podemos señalar, que la mayor propensión a patentar también se ha visto beneficiada por una serie de sucesivos cambios en la legislación encaminados a flexibilizar el sistema de patentes (por ejemplo, incluyendo el *software*)³³.

Resumiendo, podemos afirmar, que a lo largo de la década de los noventa se ha visto modificada la relación entre el gasto en I+D y el número de patentes registradas, debido a la interacción de toda una serie de factores que acabamos enumerar. Ahora bien, todo apunta a que el crecimiento en el registro de patentes se verá frenado, volviendo a estabilizarse la *ratio* entre patentes y gasto en I+D, si bien este nuevo punto de equilibrio se situará a un nivel superior al conocido hasta ahora (ibid: xiv). Esto significa, que si bien no hay ningún inconveniente a la hora llevar a cabo comparaciones intersectoriales o interterritoriales, a la hora de efectuar análisis intertemporales, sí deberá tomarse en consideración esta evolución.

■ 5.4. EL ANÁLISIS FACTORIAL

El análisis factorial es un nombre genérico que se da a un método estadístico multivariante, cuyo propósito principal es definir la estructura subyacente en una matriz de datos. Este procedimiento se efectúa en dos pasos: en el primero, se identifican las dimensiones separadas de la estructura; en el segundo, se determina el grado en el que se justifica cada variable por dimensión, lográndose así los dos objetivos principales del análisis factorial, el resumen y la reducción de datos³⁴. Nótese, que ambas funciones —la de resumen y la de reducción de datos— no son idénticas, y el que se enfatice uno u otro aspecto dependerá del objeto perseguido en cada caso³⁵.

Dicho en otros términos, el análisis factorial permite crear una serie de variables hipotéticas —no observables— que resumen la capacidad explicativa del conjunto de variables original, reduciendo el número de datos con los que se trabaja, a la vez que se mantiene el mayor nivel de capacidad explicativa y predictora (varianza) de las mismas (Martínez Pellitero, 2002: 26). Aparte de permitir eliminar de antemano la aparición de problemas derivados de la co-

³³ La posibilidad de facilitar las patentes de *software* esta siendo estudiada también en el seno de la Unión Europea. Véase para un análisis exhaustivo Blind, Edler, Nack *et al.* (2002).

³⁴ Hair *et al.* (1999: 80). A lo largo de este epígrafe sigo básicamente la exposición de estos autores.

³⁵ Así, persiste la idea de que tanto al llevar a cabo el análisis factorial como el de regresión se debe procurar trabajar con el menor número posible de variables. Esto es cierto si lo que se persigue es la obtención de una función *estimadora*. En cambio si de lo que se trata es de reflejar en el mayor grado posible la complejidad de los múltiples componentes de un sistema —en este caso de innovación— lo importante es que encuentren cabida en el modelo el mayor número posible de variables significativas, siempre y cuando no se incumpla ninguno de los criterios de validación de los mismos.

RECUADRO 1

LA BASE DE DATOS IAIF-RIS (EU)

La presente investigación se ha llevado a cabo empleando la información contenida en la base de datos IAIF-RIS (EU), elaborada por Instituto de Análisis Industrial y Financiero de la Universidad Complutense de Madrid a partir de REGIO de EUROSTAT.

No obstante, REGIO presenta una serie de inconvenientes que hubieron de ser subsanados. Así, se da la situación de que para determinadas regiones no se dispone de datos para un año concreto, en cuyo caso los datos de ese año han sido calculados como media aritmética de los años vecinos. Si el año en cuestión se situaba al principio o al final de la serie, se ha aplicado una tasa de crecimiento interanual. A su vez, en aquellos casos en los que los datos no estaban disponibles para algunas de las regiones a nivel NUTS2, se han estimado estos valores a partir del nivel territorial inmediatamente superior, en proporción a aquella macromagnitud que resultase más procedente. Salvo raras excepciones, esta situación sólo se da en determinadas regiones de la periferia griega y en algunas regiones austríacas.

En otros casos, como el de Irlanda, los datos de los tres últimos años de la serie se encontraban desglosados en dos regiones, por lo que hubieron de ser sumados.

Por último, cabe señalar, que no es infrecuente que datos regionalizados no contenidos en REGIO, si estén, en cambio, disponibles en las respectivas Oficinas de Estadística nacionales, en cuyo caso esta información se ha incorporado a la base de datos.

Como resultado de esta labor disponemos de una base de datos —que hemos denominado IAIF-RIS(EU)— que consta de alrededor de 60 variables numéricas (más cinco definitorias de los casos) para 146 regiones y una serie de siete años (1995-2001), de lo que resulta una matriz de 60 variables por 1.022 casos.

linealidad al llevar a cabo la regresión, la utilización de factores facilita la detección e interpretación de los determinantes y de la estructura subyacente al conjunto original de datos.

En el presente trabajo partimos de un conjunto de sesenta variables referidas a las características económicas y al esfuerzo de I+D de las regiones europeas³⁶ para el período comprendido entre 1995 y 2001, y que configuran la base de datos IAIF-RIS (EU) (véase el recuadro 1). De estas variables, a través de un proceso de *prueba y error* se han mantenido finalmente 26 en el análisis factorial. Las restantes, muchas de ellas combinaciones o transformaciones de las anteriores, no añaden un valor significativo al modelo³⁷.

A la hora de proceder al análisis factorial³⁸, es necesario definir el criterio por el que se determina el número de factores a extraer. Los criterios a aplicar son varios, pero en nuestro

³⁶ Para una exposición detallada del procedimiento seguido a la hora de seleccionar el plano de análisis regional más adecuado para cada estado miembro de la Unión, véase Baumert (2006: 79-88 y 234-247).

³⁷ La lista completa de variables que configuran la base de datos IAIF-RIS (EU) puede consultarse en Baumert (2006: 232).

³⁸ Aunque omitimos aquí por falta de espacio los resultados detallados, tanto la medida de Kaiser-Meyer-Olkin como la *Prueba de esfericidad de Barlett* muestran la adecuación de llevar a cabo el análisis factorial.

caso hemos optado por el método denominado de *raíz latente*, que extrae aquella combinación de las variables que permite explicar la mayor parte de la varianza.

El cuadro 2 muestra los resultados obtenidos al extraer cinco factores de acuerdo con el método de *Componentes Principales*³⁹. El método de componentes principales es un procedimiento para la extracción del espacio factorial cuyo objetivo es obtener proyecciones de las nubes de puntos sobre un número de ejes de manera tal que los factores resultantes sean perpendiculares entre sí. Es decir, se trata de pasar de un conjunto de variables correladas entre sí, a un nuevo conjunto de variables, combinaciones lineales de las originales, que estén incorreladas.

Como se puede apreciar, las comunalidades (correlación de cada variable con respecto al conjunto de las demás variables que forman ese factor) de las variables son relativamente altas, la mayoría de ellas superiores a 0,750⁴⁰, lo que garantiza la fiabilidad de los resultados e indica el alto grado de conservación de la varianza de las mismas. En concreto, y tal y como se desprende del cuadro 3, al pasar de las veintiséis variables originales a cinco factores, se mantiene el 88,61 por 100 de la varianza original, es decir, que apenas se pierde un 11 por 100 de la información inicialmente contenida en las variables.

Consideramos, por tanto, que el modelo con cinco factores viene avalado por dos hechos: en primer lugar, resulta de un procesamiento objetivo (el análisis de componentes principales). A esto se suma, que el modelo permite una fácil interpretación (al no estar las variables saturadas más que en un factor), los factores obtenidos encajan con los postulados teóricos, y que el modelo resulta sumamente robusto, además de mantener un elevado porcentaje de la varianza original.

Un último aspecto a tener en cuenta es la rotación de los factores, procedimiento que permite obtener factores más interpretables, además de otras ventajas de tipo estadístico, como el predeterminar el ángulo entre ejes. Existen distintos procedimientos de rotación —los de

³⁹ Hair *et al.* (1999, pág. 91) señalan al respecto: “Específicamente, con el análisis de componentes principales, se insertan las unidades en la diagonal de la matriz de correlación, para que se traiga la varianza completa en la matriz de factores. Por el contrario, en el análisis factorial común —método alternativo al de componentes principales— se incorporan las varianzas compartidas en la diagonal. La discusión acerca de cuál de los modelos factoriales es más apropiado, sigue abierta. Sin embargo, la investigación empírica ha mostrado resultados similares en muchos casos. En la mayoría de las aplicaciones, tanto el análisis de componentes principales como los análisis factoriales comunes llegan a resultados esencialmente idéntico si el número de variables excede de 30, o las varianzas compartidas exceden de 0,60 para la mayoría de las variables”. Esta situación se da en nuestro modelo.

⁴⁰ A excepción del *gasto en I+D de las universidades con respecto al PIB* (0,741), el *capital inversión de arranque* (0,731), y el *número de alumnos de tercer ciclo con respecto a la población* (0,542).

CUADRO 2
COMUNALIDADES

	INICIAL	EXTRACCIÓN
Población media anual	1,000	,935
RR.HH. en CyT - Servicios (edu)	1,000	,934
RR.HH. en CyT - Servicios intensivos en tecnología (ocu)	1,000	,981
RR.HH. en CyT - Alta tecnología (total)	1,000	,929
RR.HH. en CyT - Servicios (ocu)	1,000	,880
RR.HH. en CyT - Servicios intensivos en tecnología (edu)	1,000	,906
RR.HH. en CyT - Servicios (core)	1,000	,957
RR.HH. en CyT - Servicios intensivos en tecnología (core)	1,000	,930
Producto Interior Bruto	1,000	,973
Formación Bruta de Capital Fijo	1,000	,779
Remuneración (salarios)	1,000	,973
Valor Añadido Bruto	1,000	,969
Personas empleadas	1,000	,959
Gasto en I+D de empresas respecto al PIB (por mil)	1,000	,932
Gasto en I+D de la AA.PP. respecto al PIB (por mil)	1,000	,861
Gasto en I+D de la Universidad respecto al PIB (por mil)	1,000	,740
Personal de las empresas en I+D (HC) respecto al empleo total (por mil)	1,000	,964
Personal de las empresas I+D (FTE) respecto empleo total (por mil)	1,000	,978
Personal de la AA.PP. en I+D (HC) respecto al empleo total (por mil)	1,000	,928
Personal de la AA.PP. en I+D (FTE) respecto al empleo total (por mil)	1,000	,955
Personal de la Universidad en I+D (HC) respecto al empleo total (por mil)	1,000	,853
Personal de la Universidad en I+D (FTE) respecto al empleo total (por mil)	1,000	,861
Capital inversión semilla y arranque respecto al PIB (porcentaje)	1,000	,783
Capital inversión desarrollo respecto al PIB (porcentaje)	1,000	,730
Alumnos de tercer ciclo respecto a la población	1,000	,542
Penetración de las TICs	1,000	,807

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Nota: CyT: Ciencia y Tecnología; HC: *headcount* (n.º de personas); FTE: *full time equivalent* (dedicación a tiempo completo).

CUADRO 3

VARIANZA TOTAL EXPLICADA

COMPONENTE	AUTOVALORES INICIALES			SUMAS DE LAS SATURACIONES AL CUADRADO DE LA EXTRACCIÓN			SUMA DE LAS SATURACIONES AL CUADRADO DE LA ROTACIÓN		
	Total	Porcentaje de la varianza	Porcentaje acumulado	Total	Porcentaje de la varianza	Porcentaje acumulado	Total	Porcentaje de la varianza	Porcentaje acumulado
1	12,995	49,980	49,980	12,995	49,980	49,980	12,029	46,267	46,267
2	3,992	15,356	65,336	3,992	15,356	65,336	2,986	11,486	57,753
3	2,444	9,399	74,735	2,444	9,399	74,735	2,889	11,112	68,865
4	2,102	8,083	82,818	2,102	8,083	82,818	2,764	10,630	79,495
5	1,507	5,797	88,615	1,507	5,797	88,615	2,371	9,120	88,615
...						
26	4,931E-04	1,897E-03	100,000						

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

rotación ortogonal y los de rotación oblicua— aunque para nuestro caso sólo tomamos en consideración los primeros, ya que mantienen un ángulo de 90 grados entre los ejes, garantizando así la ortogonalidad entre los factores. En concreto hemos llevado a cabo una rotación de tipo VARIMAX, ya que el patrón factorial obtenido por este procedimiento tiende a ser más robusto al obtenido por métodos alternativos⁴¹.

Como podemos apreciar en el cuadro 4, la adscripción de cada variable a un único factor resulta inequívoca, pudiendo distinguirse cinco factores claramente interpretables, y que equivalen al *Entorno regional de la innovación* —que mide el tamaño del sistema y la experiencia productiva de forma global—, las *Empresas* (innovadoras) —que recoge la actividad específica de creación de conocimiento tecnológico—, las *Instituciones de enseñanza superior* (*Universidad*), la *Administración Pública* —ambas reflejan la generación específica de conocimiento científico— y el *Entorno nacional* —que aglomera el conjunto de variables no regionalizadas referidas a la disponibilidad de fuentes de financiación de la innovación y el grado de penetración de las nuevas tecnologías de la comunicación— (las variables que configuran cada factor se recogen en el esquema 1).

⁴¹ Este inconveniente se solventa mediante la rotación de los factores, que consiste en girar los ejes en el origen hasta alcanzar una determinada posición, de manera que se maximice la carga o saturación de las variables en un solo factor, minimizándolas simultáneamente en los restantes, facilitando así la interpretación de la solución.

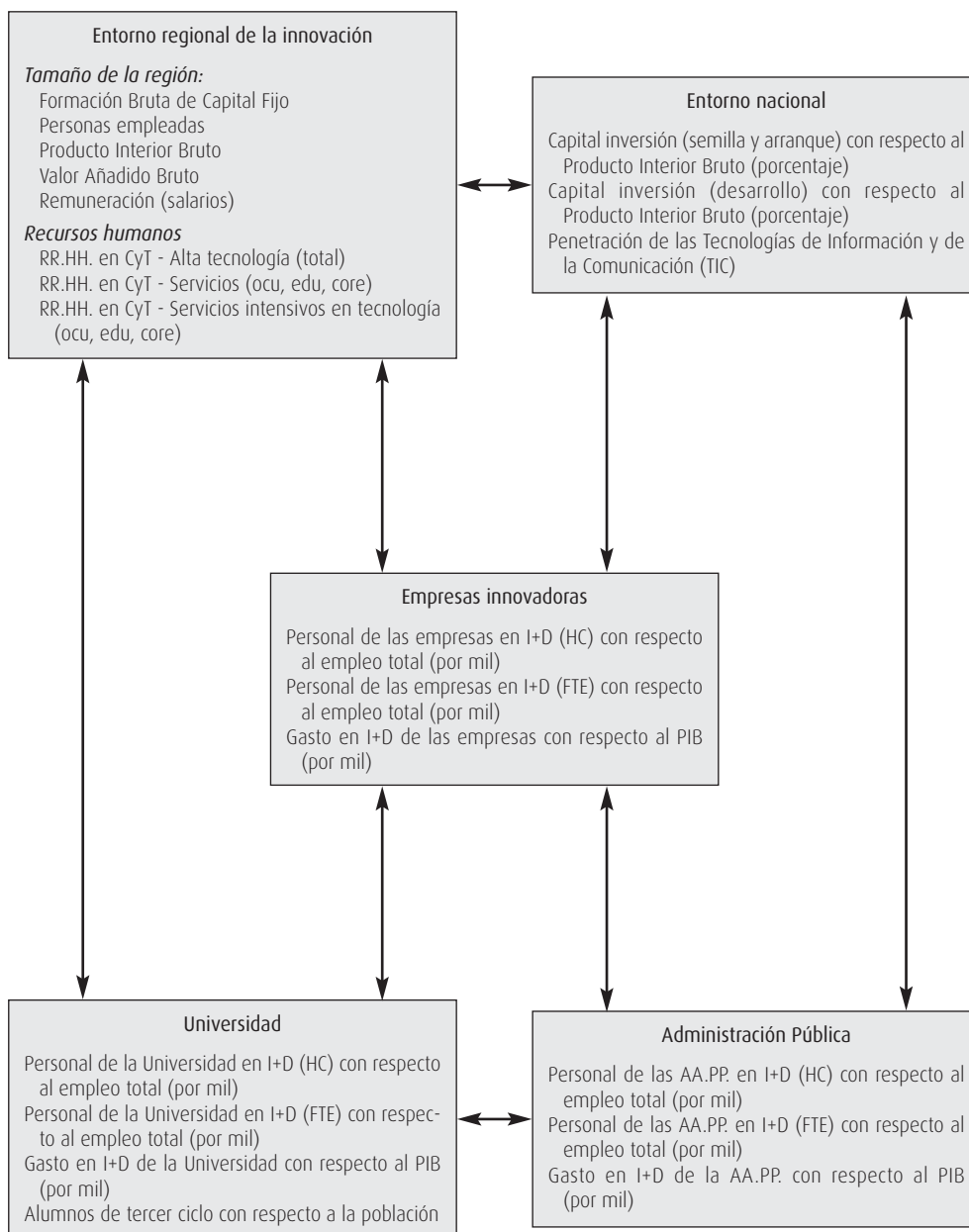
CUADRO 4
MATRIZ DE COMPONENTES ROTADOS

COMPONENTE	1	2	3	4	5
Personas empleadas	,976				
Producto Interior Bruto	,975				
RR.HH. en CyT - Servicios intensivos en tecnología (ocu)	,974				
Valor Añadido Bruto	,972				
Remuneración (salarios)	,972				
Población media anual	,966				
RR.HH. en CyT - Servicios (core)	,958				
RR.HH. en CyT - Servicios (edu)	,947				
RR.HH. en CyT - Servicios intensivos en tecnología (core)	,943				
RR.HH. en CyT - Servicios intensivos en conocimiento (edu)	,929				
RR.HH. en CyT - Alta tecnología (total)	,929				
RR.HH. en CyT - Servicios (ocu)	,925				
Formación Bruta de Capital Fijo	,858				
Personal de la Universidad en I+D (HC) respecto al empleo total (por mil)		,909			
Personal de la Universidad en I+D (FTE) respecto al empleo total (por mil)		,897			
Gasto en I+D de la Universidad respecto al PIB (por mil)		,830			
Alumnos de tercer ciclo respecto a la población		,722			
Personal de las empresas en I+D (HC) respecto al empleo total (por mil)			,908		
Personal de las empresas en I+D (FTE) respecto al empleo total (por mil)			,907		
Gasto en I+D de las empresas respecto al PIB (por mil)			,892		
Personal de las AA.PP. en I+D (HC) respecto al empleo total (por mil)				,946	
Personal de las AA.PP. en I+D (FTE) respecto al empleo total (por mil)				,944	
Gasto en I+D de la AA.PP. respecto al PIB (por mil)				,912	
Capital inversión semilla y arranque respecto al PIB (porcentaje)					,865
Capital inversión desarrollo respecto al PIB (porcentaje)					,850
Penetración de las TICs					,839

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser. La rotación ha convergido en cinco iteraciones.

ESQUEMA 1
FACTORES RESULTANTES



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos a través del análisis factorial coinciden por tanto básicamente con los determinantes apuntados por la teoría —específicamente con el concepto restringido de sistema de innovación (Asheim y Gertler, 2005: 300)—, si bien el *Entorno regional de la innovación* se distingue del *Entorno nacional*. Nuestra función de generación de conocimientos queda, por lo tanto, definida por los cinco factores anteriormente enumerados de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$K = f(ENT, UNI, EMP, ADM, NAC) \quad [3]$$

donde:

K = nuevos conocimientos económicamente valorables (patentes).

ENT = entorno regional y productivo de la innovación.

UNI = universidad.

EMP = empresas innovadoras.

ADM = administración pública.

NAC = entorno nacional.

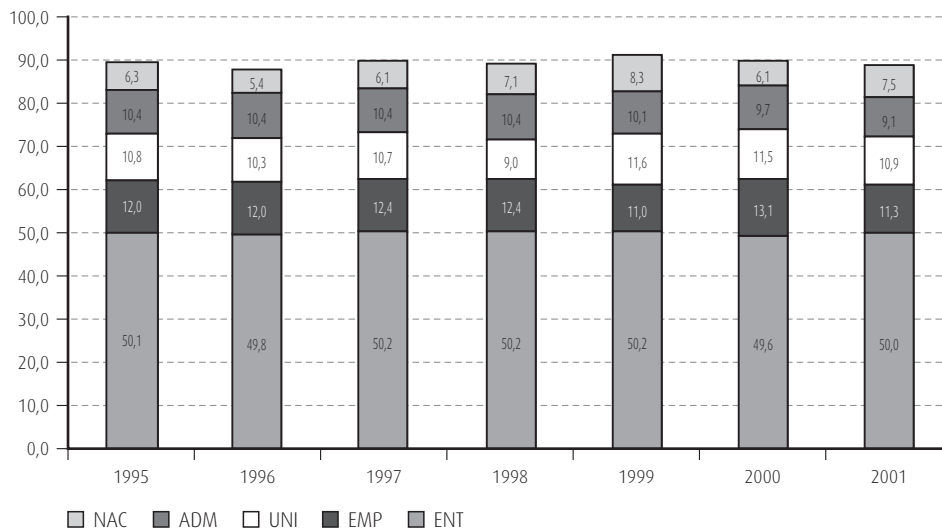
Empleando las puntuaciones factoriales correspondientes a cada uno de estos factores, en el siguiente epígrafe estimamos la anterior función [3] a través de diferentes procedimientos de regresión.

Finalmente, hemos creído conveniente llevar a cabo un análisis factorial por años, que nos permita detectar si los factores han experimentado cambios significativos durante el período estudiado. Dado que a lo largo del texto se llevarán a cabo las regresiones para el conjunto de todos los años, conviene comprobar si los factores se comportan de forma homogénea entre 1995 y 2001, ya que, de lo contrario, sería preferible trabajar con una serie menor. El gráfico 3 permite apreciar un comportamiento bastante constante de los factores durante el período a estudiar. La composición de los mismos apenas varía (excepción hecha de la variable *penetración de las TICs*, que hasta 1997 se agrupa en el factor *Empresas innovadoras*⁴², y del *capital inversión de arranque*, que en 2000 se satura, además de en el factor nacional, en el *Entorno regional y productivo de la innovación*). Tampoco el porcentaje de la varianza total explicada por cada factor presenta cambios que permitan concluir una variación significativa del peso relativo los mismos, por lo que podemos afirmar, que no se aprecian inconvenientes en analizar de forma conjunta los siete años de la muestra.

⁴² Lo que no es de extrañar, si tenemos en cuenta que las TICs se extendieron primero por las empresas, y sólo después penetraron, de forma generalizada, en los demás ámbitos (hogares, escuelas, etcétera).

GRÁFICO 3

VARIANZA EXPLICADA POR CADA FACTOR Y AÑO (1995-2001)



ENT: Entorno regional de la innovación; EMP: Empresas innovadoras; UNI: Universidad; ADM: Administración Pública; NAC: Entorno nacional.
Fuente: elaboración propia.

5.5. ESTIMACIÓN DEL MODELO

En el presente apartado llevamos acabo la estimación de la función empleando como variables explicativas las puntuaciones factoriales correspondientes a los cinco factores anteriormente calculados: *Entorno regional y productivo de la innovación, Universidad, Empresas innovadoras, Administración Pública y Entorno nacional*.

Ventajas de la regresión con factores

El procedimiento al llevar a cabo regresiones con factores es idéntico al caso en el que trabajamos con variables reales. Recordemos que los factores no son más que unas nuevas variables hipotéticas que resumen la capacidad explicativa del conjunto de variables original. Calcular la regresión con factores conlleva una serie de importantes ventajas que apuntamos a continuación. En primer lugar, al reducir el número de variables explicativas —cinco factores en lugar de las 26 variables originales— se elimina el riesgo de saturación del modelo por la inclusión de un número demasiado elevado variables (a medida que se incorporan más

variables al modelo tiende a aumentar el riesgo de que surjan problemas derivados de la presencia de colinealidad) (Hair *et al.*, 1999: 152). Este problema se minimiza al llevarse a cabo la regresión con los factores, dado que, al haberse calculado las puntuaciones factoriales por el método Varimax, se maximiza la ortogonalidad entre los factores (Hartung y Elpelt, 1999: 515) lo que implica la ausencia de colinealidad entre ellos. Por ende, podemos señalar que los modelos de regresión calculados con factores resultan estadísticamente más robustos y más sólidos en su interpretación, por los siguientes motivos:

1. El modelo resulta menos sensible a “saltos” en una variable determinada (que puede deberse, por ejemplo, a un error en la recogida de datos), ya que éstos se ven “suavizados” por el resto de las variables incluidas en el factor⁴³.
2. La regresión con factores resulta más robusta, al poder incluir variables alternativas de forma simultánea. Al trabajar con variables, los modelos suelen cambiar notablemente en función de la variable que se utiliza, aunque estas sean alternativas (por ejemplo, PIB y VAB o Recursos Humanos medidos en *HC* o *FTE*).
3. Permiten reducir la información del conjunto de variables a lo esencial. Los factores, de ser claros, pueden resultar incluso más nítidos en su interpretación que determinadas variables.
4. Los factores no sólo toman en consideración la correlación de cada variable con el factor con el que presenta un mayor grado de saturación, sino también con todos los demás factores, de manera de, aunque no se incluya explícitamente en el modelo, éste toma en consideración la interacción entre variables/factores.

■ Procedimientos de estimación

A la hora de contrastar la nuestra función de generación de conocimientos hemos aplicado distintos procedimientos de estimación, cuyas características pasamos a esbozar sucintamente. La exposición de estos métodos sigue el mismo orden que la presentación los resultados en los cuadros 5 y 6⁴⁴. En primer lugar hemos llevado a cabo la estimación por el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) robustos. El término robusto hace referencia, a que los distintos casos son ponderados por la inversa de la raíz cuadrada los

⁴³ La comprensión visual de este fenómeno se ve facilitada si nos imaginamos cada factor como un “haz” de variables.

⁴⁴ Para una excelente exposición de los diferentes procedimientos de estimación véase Verbeek (2004).

CUADRO 5

RESULTADOS ESTIMACIÓN

OUPUT: PATENTES Y PATENTES DE ALTA TECNOLOGÍA

	MCO ROBUSTOS		PANEL INTER-GRUPOS		PANEL INTRA-GRUPOS		PANEL EFECTOS ALEATORIOS		TOBIT EFECTOS ALEATORIOS	
	Patentes	Pat. alta tecnología	Patentes	Pat. alta tecnología	Patentes	Pat. alta tecnología	Patentes	Pat. alta tecnología	Patentes	Pat. alta tecnología
Entorno regional	601,07 (0,000)	90,80 (0,000)	593,27 (0,000)	88,27 (0,000)	1.181,39 (0,000)	371,41 (0,000)	699,83 (0,000)	115,37 (0,000)	723,38 (0,000)	113,08 (0,000)
Universidad	-15,04 (0,107)	2,68 (0,197)	-23,44 (0,412)	1,75 (0,778)	13,13 (0,390)	8,74 (0,074)	-9,30 (0,503)	-0,02 (0,995)	20,37 (0,004)	-1,40 (0,679)
Empresas innovadoras	220,80 (0,000)	48,79 (0,000)	235,83 (0,000)	51,35 (0,000)	276,8 (0,000)	89,23 (0,000)	210,06 (0,000)	49,41 (0,000)	213,72 (0,000)	41,31 (0,000)
Administración Pública	4,73 (0,669)	7,72 (0,000)	12,54 (0,650)	9,61 (0,112)	80,46 (0,003)	26,12 (0,002)	15,52 (0,428)	4,40 (0,404)	16,80 (0,015)	4,27 (0,083)
Entorno nacional	27,1 (0,008)	16,81 (0,000)	-84,57 (0,056)	-4,08 (0,670)	83,86 (0,000)	24,87 (0,000)	87,66 (0,000)	27,50 (0,000)	89,08 (0,000)	27,43 (0,000)
Constante	324,95 (0,000)	51,18 (0,000)	324,95 (0,000)	51,18 (0,000)	324,95 (0,000)	51,18 (0,000)	324,95 (0,000)	51,18 (0,000)	365,16 (0,000)	57,66 (0,000)
Sigma u					681,38	294,81	321,69	68,86	278,85	78,61
Sigma i					145,64	45,83	145,64	45,83	159,70	52,34
Rho					0,956	0,976	0,829	0,692	0,753	0,692
F test	79,59 (0,000)	53,43 (0,000)	111,45 (0,000)	60,28 (0,000)	132,41 (0,000)	126,47 (0,000)				
Wald test							1.029,24 (0,000)	586,47 (0,000)	12.796,98 (0,000)	2.914,31 (0,000)
Log-likelihood									-6.581,14	-5.435,54
Hausman							78,34 (0,000)	213,09 (0,000)		
R ²	0,759	0,598								
R _{within}			0,001	0,003	0,431	0,420	0,405	0,319		
R _{between}			0,799	0,682	0,770	0,628	0,776	0,657		
R _{overall}			0,736	0,573	0,744	0,554	0,752	0,590		

Patentes A (Necesidades corrientes de la vida); Patentes B (Técnicas industriales diversas, Transporte); Patentes C (Química y Metalurgia); Patentes D (Textil, Papel); Patentes E (Construcciones fijas); Patentes F (Mecánica, Iluminación, Calefacción, Armamento y Voladura); Patentes G (Física); Patentes H (Electricidad).

Entre paréntesis el p-valor. En cursiva los coeficientes no significativos al 95 por 100.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 6

RESULTADOS ESTIMACIÓN

OUPUT: PATENTES PER CÁPITA Y PATENTES DE ALTA TECNOLOGÍA PER CÁPITA

	MCO ROBUSTOS		PANEL INTER-GRUPOS		PANEL INTRA-GRUPOS		PANEL EFECTOS ALEATORIOS		TOBIT EFECTOS ALEATORIOS	
	Patentes	Pat. alta tecnología	Patentes	Pat. alta tecnología	Patentes	Pat. alta tecnología	Patentes	Pat. alta tecnología	Patentes	Pat. alta tecnología
Entorno regional	33,78 (0,000)	4,91 (0,000)	33,15 (0,000)	4,58 (0,000)	93,23 (0,000)	39,30 (0,000)	41,45 (0,000)	7,85 (0,000)	36,70 (0,000)	
Universidad	9,36 (0,000)	6,41 (0,000)	8,96 (0,042)	6,24 (0,001)	9,55 (0,000)	7,42 (0,000)	9,16 (0,000)	6,15 (0,000)	6,28 (0,000)	
Empresas innovadoras	76,78 (0,000)	20,36 (0,000)	78,00 (0,000)	20,65 (0,000)	61,98 (0,000)	29,07 (0,000)	69,08 (0,000)	21,50 (0,000)	63,69 (0,000)	
Administración Pública	4,86 (0,000)	5,07 (0,000)	5,24 (0,217)	5,44 (0,000)	8,47 (0,099)	4,80 (0,058)	4,61 (0,156)	3,72 (0,011)	5,17 (0,000)	
Entorno nacional	30,99 (0,000)	8,71 (0,000)	26,05 (0,000)	5,57 (0,055)	30,09 (0,000)	10,33 (0,000)	32,55 (0,000)	10,41 (0,000)	31,98 (0,000)	
Constante	94,52 (0,000)	15,27 (0,000)	94,52 (0,000)	15,27 (0,000)	94,52 (0,000)	15,27 (0,000)	94,52 (0,000)	15,27 (0,000)	103,84 (0,000)	
Sigma u					79,11	41,55	48,92	20,75	48,68	
Sigma i					28,12	13,89	28,12	13,89	29,23	
Rho					0,88	0,89	0,75	0,69	0,73	
F test	179,47 (0,000)	51,89 (0,000)	88,86 (0,000)	33,70 (0,000)	134,85 (0,000)	70,13 (0,000)				
Wald test							1050,67 (0,000)	462,0 (0,000)	3.071,33 (0,000)	
Log-likelihood									-4.881,82	
Hausman							24,65 (0,000)	220,13 (0,000)		
R ²	0,721	0,484								
R _{within}			0,380	0,217	0,436	0,287	0,418	0,260		
R _{between}			0,760	0,546	0,543	0,319	0,746	0,529		
R _{overall}			0,719	0,476	0,526	0,290	0,711	0,476		

Patentes A (Necesidades corrientes de la vida); Patentes B (Técnicas industriales diversas, Transporte); Patentes C (Química y Metalurgia); Patentes D (Textil, Papel); Patentes E (Construcciones fijas); Patentes F (Mecánica, Iluminación, Calefacción, Armamento y Voladura); Patentes G (Física); Patentes H (Electricidad).

Entre paréntesis el p-valor. En cursiva los coeficientes no significativos al 95 por 100.

Fuente: Elaboración propia.

RECUADRO 2

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTIMACIÓN DE DATOS DE PANEL

Dado que la base de datos presenta una estructura de panel —disponemos de información referida a distintas unidades de análisis (i), en distintos momentos temporales (t)— no es posible descartar una eventual dependencia del término de error, hecho éste que implicaría que los coeficientes obtenidos, aun continuando siendo insesgados, no resultarían eficientes —es decir, no presentarían mínima varianza— pudiendo conllevar una sobrevaloración del parámetro de ajuste (R^2 o F). Es por ello, por lo que a continuación llevamos a cabo la estimación de cuatro modelos aplicando técnicas de panel, cuya empleo permite soslayar este inconveniente, incorporando explícitamente posibles correlaciones intertemporales y/o entre unidades al término error —que se descomponen en una parte constante y otra variable—, de manera que los estimadores a obtener resulten, además de fiables (consistentes), eficientes, es decir, no sesgados y de mínima varianza. De forma adicional, la regresión por datos de panel permite distinguir entre dependencias reales y espurias, al tomar en consideración el “historial” individual de cada caso.

En términos generales se puede afirmar, que las estimaciones de datos de panel se caracterizan por “corregir” los valores individuales de una unidad (i) y/o (t) con respecto a la(s) correspondiente(s) media(s). Así el modelo denominado inter-grupos (*between estimator*) explota las diferencias *entre* individuos, en tanto que el modelo intra-grupos (*within estimator*) toma en consideración las diferencias *en* cada individuo (a lo largo del período de observación). Por su parte, el modelo denominado de efectos aleatorios (o mínimos cuadrados generales) explora simultáneamente ambas dimensiones (inter-grupos e intra-grupos). En este caso, los coeficientes resultantes se obtienen de la suma ponderada (con respecto a la varianza relativa) de los correspondientes coeficientes inter- e intra-grupos. Si se cumplen todas las condiciones, el modelo de efectos aleatorios presenta la combinación lineal óptima entre los dos tipos de modelos anteriores, resultando así más eficiente que el estimador inter- o intra-grupos por separado.

Los resultados obtenidos al emplear uno u otro tipo de modelo (intra-grupos frente a efectos aleatorios) pueden dar pie a diferencias notables, especialmente cuando el panel presenta muchos individuos (i) frente a un número relativamente pequeño de años (t). De acuerdo con la teoría, el modelo intra-grupos resulta más apropiado en aquellos casos en los que (i) denota individuos de un mismo tipo, tales como países, regiones, sectores, o grandes empresas (Verbeek, 2004: 351).

elementos diagonales de la matriz de White, a fin de garantizar la homocedasticidad (varianza constante) de la muestra, uno de los requisitos —junto a la distribución normal de la misma, y la independencia en el término de error— indispensables para garantizar que los coeficientes obtenidos sean los mejores estimadores lineales no sesgados (*BLUE* por su acrónimo inglés), o, dicho en otros términos, para asegurar que éstos, además de consistentes, sean eficientes. En un segundo paso hemos llevado a cabo la estimación de cuatro modelos aplicando técnicas de datos de panel (véase el recuadro 2) comenzando con un modelo inter-grupos, que explora las diferencias entre individuos. En tercer lugar, calculamos un modelo intra-grupos que toma en consideración las desviaciones de un individuo con respecto a la media del período. En un cuarto paso, llevamos a cabo los mismos análisis empleando técnicas de regresión de datos de panel de efectos aleatorios (mínimos cuadrados generales). Finalmente, estimamos en modelo TOBIT de datos de panel (efectos aleatorios), que permite censurar la variable dependiente para valores menores de cero.

Por último, cabe señalar, que aunque no trabajemos con transformaciones logarítmicas de las variables (recordemos que se trata de puntuaciones factoriales) y, por lo tanto,

los coeficientes no puedan interpretarse en términos de elasticidades, el hecho de que las puntuaciones factoriales estén estandarizadas permite una comparación directa de los distintos coeficientes.

■ Resultados

Los resultados obtenidos al estimar nuestra función por los procedimientos anteriores se recogen en los cuadros 5 y 6. Ambos presentan la misma estructura, si bien el primero de ellos lo hace para el *output* en términos absolutos (patentes totales y patentes de alta tecnología), en tanto que el segundo lo hace para las mismas variables relativizadas (con respecto a la población activa). Centrando nuestra atención primeramente en el cuadro 5 —recuérdese que muestra los resultados obtenidos al trabajar con las variables dependientes en términos absolutos— y al estimar los coeficientes por el procedimiento de MCO robustos, se observa que el factor de mayor importancia resulta el *Entorno regional* (con un coeficiente de 601,07), seguido de las *Empresas innovadoras* (220,80) y del *Entorno nacional* (27,01), en tanto que la *Universidad* y la *Administración Públicas* no resultan estadísticamente significativas. Por el contrario, al trabajar con las patentes de alta tecnología, esta última variable sí parece inferir positivamente en la producción de patentes, si bien con una magnitud relativamente baja (7,72), frente al 90,80 del *Entorno regional*, el 48,79 de las *Empresas innovadoras* y el 16,81 del *Entorno nacional*. Cabe señalar, que este modelo presenta un ajuste algo más reducido que el anterior (R^2 de 0,598 frente a 0,759) hecho este, que como tendremos ocasión de ver, se repite en todos los modelos.

En cuanto a los modelos obtenidos por métodos de datos de panel —y refiriéndonos en primer lugar a los no censurados— el modelo inter-grupos para el total de patentes únicamente presenta dos variables significativas (el *Entorno regional*, con un coeficiente de 593,27, y las *Empresas innovadoras*, con un coeficiente de 235,83), al igual que ocurre en el caso de las patentes de alta tecnología, si bien en este caso con coeficientes de 88,27 y 51,35, respectivamente.

Por su parte, el modelo de intra-grupos las variables presentan el mismo orden de importancia tanto al trabajar con el número total de patentes, como con las patentes de alta tecnología. En el primer caso el factor de mayor incidencia es el *Entorno regional* (1181,39) seguido de las *Empresas innovadoras* (276,8), el *Entorno nacional* (83,86) y la *Administración Pública* (80,46), en tanto que en el segundo se dan los siguientes coeficientes: *Entorno regional* (371,41) seguido de las *Empresas innovadoras* (89,23), el *Entorno nacional* (26,12) y la *Administración Pública* (24,86).

A su vez, el modelo de efectos aleatorios muestra los siguientes resultados: en el caso de las patentes totales, los factores significativos son, en orden decreciente de importancia, el *Entorno regional* (699,83), las *Empresas innovadoras* (210,06), y el *Entorno nacional* (87,66). La misma configuración se detecta al tomar como variable *output* las patentes de alta tecnología: *Entorno regional* (115,37), las *Empresas innovadoras* (49,41), y el *Entorno nacional* (27,50).

Como señalábamos anteriormente, el supuesto de eficiencia exige que los residuos estén incorrelados. A estos efectos, la mejor adecuación del modelo de efectos aleatorios frente al modelo intra-grupos, se puede determinar a través del test de Hausman, cuya hipótesis nula supone que ambos modelos son consistentes, pero sólo el de efectos aleatorios resulta eficiente, en tanto que la hipótesis alternativa supone que sólo el modelo intra-grupos resulta consistente. Como se desprende de los valores del test de Hausman del cuadro 5, en este caso podemos rechazar la hipótesis nula —podemos descartar que los coeficientes de ambos modelos sean los mismos, o, dicho en otros términos, constatamos la existencia de diferencias sistémicas entre ambos—, por lo que hemos de considerar como modelo preferido —por eficiente— el modelo intra-grupos, resultado este que coincide con el postulado teórico arriba descrito.

Finalmente, las dos últimas columnas recogen los resultados referidos a un modelo TOBIT de efectos aleatorios (modelo TOBIT de panel). A la hora de trabajar con el total de patentes, resultan estadísticamente significativas todas las variables de modelo, con los siguientes coeficientes: *Entorno regional* (723,38), *Empresas innovadoras* (213,72), *Entorno nacional* (89,08), *Universidad* (20,37), *Administración Pública* (16,80). Por el contrario, al trabajar con las patentes de alta tecnología únicamente presentan una incidencia estadísticamente significativa el *Entorno regional* (113,08), las *Empresas innovadoras* (41,31) y el *Entorno nacional* (27,43).

El cuadro 6 presenta los resultados obtenidos al tomar como *output* el número de patentes y el número de patentes de alta tecnología con respecto a la población activa. Llevamos a cabo este segundo tipo de análisis a fin de considerar la posible existencia de un efecto “tamaño”. Una primera comparación con los resultados del cuadro 5 evidencia una mayor relevancia del factor Universidad, así como ajustes levemente más bajos. En el caso de la regresión por MCO robustos se obtienen los siguientes resultados: para las patentes per cápita: *Empresas innovadoras* (76,78), *Entorno regional* (33,78), *Entorno nacional* (30,99), *Universidad* (9,36) y *Administración Pública* (4,86); para las patentes de alta tecnología per cápita: *Empresas innovadoras* (20,36), *Entorno nacional* (8,71), *Universidad* (6,41), *Administración Pública* (5,07) y *Entorno regional* (4,91). Se evidencia que en el primer caso las

Empresas innovadoras adelantan al Entorno regional como factor de mayor importancia, al igual que ocurre al trabajar con las patentes de alta tecnología per cápita, si bien en este último caso el impacto relativo de los factores difiere de los obtenidos anteriormente. Nótese, sin embargo, que este hecho se ve acompañado de una notable reducción de la diferencia entre coeficientes.

Al estimar el modelo de efectos inter-grupos para las patentes per cápita, los coeficientes obtenidos presentan un orden similar al del modelo anterior: *Empresas innovadoras* (78,00), *Entorno regional* (33,15), *Entorno nacional* (26,05) y *Universidad* (8,96). Por el contrario, al emplear como *output* las patentes de alta tecnología per cápita, observamos los siguientes resultados: *Empresas innovadoras* (20,65), *Universidad* (6,24), *Administración Pública* (5,44) y *Entorno regional* (4,58).

A diferencia de lo que ocurre con los demás modelos del cuadro 6, al estimar la función de generación de conocimientos por el modelo intra-grupos, el factor de mayor importancia vuelve a ser el *Entorno regional*, seguido de las *Empresas innovadoras* y del *Entorno nacional*. En concreto los coeficientes estimados son (patentes per cápita): *Entorno regional* (93,23), *Empresas innovadoras* (61,98), *Entorno nacional* (30,09), y *Universidad* (7,42). Los coeficientes correspondientes al trabajar con las patentes de alta tecnología per cápita son: *Entorno regional* (39,30), *Empresas innovadoras* (29,07), *Entorno nacional* (10,33) y *Universidad* (9,16). Como se evidencia de la comparación con el cuadro 5, estos resultados coinciden esencialmente con los descritos anteriormente para el mismo modelo referido a las patentes y patentes de alta tecnología en términos absolutos.

Por su parte, el modelo de efectos aleatorios muestra los siguientes resultados: en el caso de las patentes totales per cápita, los factores significativos son, en orden decreciente de importancia, las *Empresas innovadoras* (69,08), el *Entorno regional* (41,45), el *Entorno nacional* (32,55), y la *Universidad* (9,16). Una configuración que difiere levemente de la anterior se detecta al tomar como variable *output* las patentes de alta tecnología: *Empresas innovadoras* (21,50), *Entorno nacional* (10,41), *Entorno regional* (7,85), *Universidad* (6,15) y *Administración Pública* (3,72).

No obstante, se observa que el test de Hausman indica nuevamente que el modelo de efectos aleatorios no permite descartar la existencia de diferencias sistémicas entre con respecto al modelo de efectos intra-grupos, por lo que deberemos considerar nuevamente como modelo preferido este último. Cabe señalar, que tanto los modelos intra-grupos referidos a las patentes en términos absolutos como en términos relativos coinciden esencialmente en sus resultados. En ambos caso, e independiente de que nos refiramos a las patentes totales

o a las patentes de alta tecnología el factor de mayor importancia resulta el *Entorno regional*, secundado por las *Empresas innovadoras* (si bien la diferencia entre el primer y el segundo coeficiente en importancia resulta algo más matizada al trabajar con las patentes de alta tecnología) y el *Entorno regional* (en el caso de las patentes de alta tecnología per cápita esta variable obtiene un coeficiente prácticamente igual al de la *Administración Pública*). Únicamente se evidencia una leve discrepancia en el cuarto factor de importancia, ora la *Administración Pública* (*output* en términos absolutos), ora la *Universidad* (*output* en términos relativos).

Finalmente, el modelo TOBIT de panel (efectos aleatorios) —y que por motivos estadísticos en esta ocasión sólo se puede efectuar para las patentes de alta tecnología— vierte los siguientes resultados: *Empresas innovadoras* (63,69), *Entorno regional* (36,70), *Entorno nacional* (31,98), *Universidad* (6,28) y *Administración Pública* (5,17). Se pone de relieve que los modelos TOBIT de efectos aleatorios referidos al total de patentes se caracterizan en ambos casos por la significatividad de todos los factores.

■ 5.6. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Iniciábamos estas páginas señalando la crucial importancia de la innovación como factor de desarrollo y crecimiento, así como la consiguiente necesidad de estudiar cuáles son los determinantes que rigen e impulsan este proceso. Para ello hemos modelizado en el presente trabajo una función de generación de conocimientos cuyas variables explicativas, a diferencia de lo que ocurre otros trabajos previos, no hemos medido a través de indicadores individuales, sino por medio de factores (variables “virtuales” obtenidas por un análisis factorial). Estos factores —en concreto el *Entorno regional y productivo de la innovación*, la *Universidad*, las *Empresas innovadoras*, la *Administración Pública* y el *Entorno nacional*— además de soslayar numerosos problemas estadísticos, entre los que destaca el poder descartar de antemano la presencia de multicolinealidad en los modelos, permiten capturar y reflejar mejor el conjunto del sistema (los agentes, las instituciones y la interrelación entre ellos), además de facilitar la interpretación de los resultados.

Los resultados obtenidos al emplear estos factores en una función de regresión sobre las regiones de la Unión Europea, permiten apuntar las siguientes conclusiones: el *Entorno regional y productivo de la innovación* —que mide el tamaño del sistema y la experiencia productiva— resulta el factor de mayor incidencia sobre el *output* tecnológico de las regiones (o de lo que podríamos considerar una región europea *tipo* o *media*), tanto en el caso de las patentes como en el de las patentes per cápita, e independientemente de que trabajemos

con ellas en términos absolutos o relativos. Igualmente se detecta una incidencia positiva del *Entorno nacional*, que incluye variables referidas al capital inversión y a la penetración de las nuevas tecnologías de la comunicación, y que recoge aquellos aspectos vinculados al sistema de innovación nacional. A su vez, se aprecia que las *Empresas innovadoras*, la *Universidad* y la *Administración Pública* coadyudan a la creación de nuevos conocimientos con intensidades acordes al hecho de que las dos últimas se ocupan esencialmente del conocimiento científico abstracto —investigación básica—, en tanto que las *Empresas innovadoras* se dedican al conocimiento tecnológico vinculado a la producción. Este hecho se refleja en la importancia notablemente mayor de este último factor —el segundo en importancia— frente a los otros dos agentes del sistema de innovación. En este sentido, cabe resaltar, que nuestros resultados encajan esencialmente con los postulados del enfoque evolucionista, al resultar en principio significativos todos los elementos que configuran el sistema de innovación así como la interacción entre ellos, confirmando así la hipótesis inicial de este estudio. Esta situación se evidencia especialmente en las estimaciones del modelo TOBIT de panel, en tanto que en el caso de las estimaciones de modelos intra-grupos, no obtenemos resultados inequívocos, puesto que, dependiendo de que empleemos la variable dependiente en términos absolutos o relativos, ora resulta estadísticamente significativo el factor *Administración Pública*, ora lo hace el factor *Universidad*.

Estas evidencias permiten extraer algunas ideas que pueden orientar la política tecnológica regional en el ámbito de la Unión Europea. Ya hemos señalado, que todos los elementos del sistema de innovación —y su interacción— resultan relevantes, si bien de nuestra investigación se desprende con claridad que su importancia es de distinta intensidad dependiendo del factor del que se trate. En concreto, el factor que engloba las variables del *Entorno regional y productivo de la innovación* es el que más incide sobre la obtención de innovaciones, seguido por el referido a las *Empresas innovadoras* y, en menor medida, por el que alude al *Entorno nacional*, resultando complementarios los factores que corresponden a la *Universidad* y a la *Administración Pública*.

Por consiguiente, una política que se oriente a la promoción de la innovación, deberá centrar su atención principalmente en las empresas (innovadoras), generando un entorno favorable a sus iniciativas y sus inversiones, por una parte, e incentivando sus actividades de I+D, diseño e ingeniería, por otra, pues son éstos los agentes decisivos para el impulso de la introducción en el mercado de nuevos productos y procesos.

Los demás agentes, si bien coadyuvan en este proceso, lo hacen con un impacto relativo notablemente menor. Aunque debemos tomar en consideración la posibilidad de que nuestros resultados presentasen, a este respecto, un cierto sesgo —dada la menor propensión a

patentar de la *Administración Pública* y de la *Universidad*—, de lo anterior se derivaría la necesidad evitar un excesivo énfasis en los programas de fomento a la cooperación. Como señala Buesa (2005: 305), “la canalización de ayudas financieras hacia la cooperación no debe ser sustitutiva, sino complementaria, de los programas de fomento de la I+D u otras actividades innovadoras de corte o inspiración neoclásica, tanto orientados hacia las empresas como hacia las Universidades o instituciones de investigación científica”.

Así, por ejemplo, el papel desempeñado por la Universidad no radicaría primariamente en la creación de nuevos conocimientos, sino en la preparación de un capital humano cualificado, cuya importancia ha sido puesto de relieve a través del factor *Entorno regional y productivo de la innovación*⁴⁵. A su vez, el destacado papel desempeñado por este factor, indicaría también la importancia del tamaño, tanto económico como poblacional, para los procesos de innovación. A efectos de la política tecnológica, que centra aquí nuestra atención, este hecho podría interpretarse como la necesidad de alcanzar una masa crítica que actúe como catalizador de la interacción entre los distintos agentes del sistema.

Finalmente, y con respecto a la importancia relativa del *Entorno nacional*, ésta confirma la creciente incidencia que la disponibilidad de financiación —tanto de capital inversión semilla como de capital inversión desarrollo— desempeña como impulsor de la innovación. Por último, las políticas tecnológicas deberían tomar también en consideración la necesidad de fomentar la penetración de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación, pues sus externalidades favorecen un incremento de la eficiencia.

En definitiva, podemos concluir que, de acuerdo con nuestro estudio, los determinantes de la innovación regional de la Unión Europea son principalmente las empresas (innovadoras) y el entorno en el que éstas se encuentran ubicadas (tanto el *Entorno regional y productivo de la innovación* como el *Entorno nacional*). En este proceso las empresas se ven apoyadas —si bien generalmente de forma indirecta— por los demás agentes del sistema de I+D, como la *Administración Pública* y la *Universidad*⁴⁶.

⁴⁵ Este ha sido básicamente el modelo seguido —con notable éxito— en Irlanda, donde las ayudas comunitarias no se destinaron a la financiación de las infraestructuras de transporte, sino en infraestructuras tecnológicas que pudieron metabolizarse por la severa política educativa seguida (Velarde, 2004: 11).

⁴⁶ En vista de los resultados obtenidos, coincidimos con la afirmación de Buesa (2005: 305), según la cual “el centro de innovación está en las empresas. Son éstas las que conducen el crecimiento y el cambio estructural en el que se plasma el proceso del desarrollo económico; y lo hacen aprovechando las diversas fuentes del conocimiento —entre ellas las científicas— y las capacidades de aprendizaje que residen en la calificación del capital humano. Por ello la ciencia y educación (superior) importan para la innovación. Pero no por su inmediata aplicación a determinados problemas productivos, sino por constituir el fondo de conocimientos que, en algún momento, cercano o lejano, podrán iluminar esos problemas”.

■ BIBLIOGRAFÍA

- ABDIH, Y., y JOUNTZ, F. (2005), *Relating the Knowledge Production Function to Total Factor Productivity: An Endogenous Growth Puzzle*, IMF Working Paper WP/05/74, <http://www.imf.org>.
- ACS, Z. J., y AUDRETSCH, D. B. (1988), "Innovation in large and small firms: an empirical analysis", *The American Economic Review*, vol. 78: 678-690.
- ACS, Z.; ANSELIN, L., y VARGA, A. (2002), "Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge", *Research Policy*, 31: 1069-1085.
- ACS, Z.; AUDRETSCH, D., y FELDMAN, M. (1992), "Real Effect of Academic Research: Comment", *The American Economic Review*, vol. 82-1: 363-367.
- AMABLE, B., y PETIT, P. (2001), *The diversity of Social Systems of Innovation and Production during the 1990s*, Paper presented at the DRUID Conference, Aalborg, June, 2001.
- ANSELIN, L.; VARGA, A., y ACS, Z. (1997), "Local Geographic Spillovers between University Research and High Technology Innovations", *Journal of Urban Economics*, n.º 42: 422-448.
- ANTONELLI, C. (2004), "The economics of governance: The role of localized technological change in the interdependence among transaction", en: GREEN *et al.* (eds.) (2004).
- ARCHIBUGI, D. (1992), "Patenting as an Indicator of Technological Innovation: A Review", *Science and Public Policy*, 19: 357-368.
- ARUNDEL, A., y KABLA, I. (1998), "What percentage of innovations are patented? Empirical estimates for European firms", *Research Policy*, 27: 127-141.
- ASHEIM, B., y GERTLER, M. (2005), "The Geography of Innovation: Regional Innovation Systems", en: FAGERBERG, MOWERY y NELSON (eds.) (2005).
- ATHREY, S., y KEEBLE, D. (2002), "Specialized Markets and Behaviour of Firms: Evidence from the United Kingdom's Regional Economies", *Internacional Regional Science Review*, 25 (1): 38-62.
- AUDRETSCH, D. (1998), "Agglomeration and the Location of Innovative Activity", *Oxford Review of economic policy*, volumen 14-2: 18-29.
- BANIA, N.; CALKINS, L. N., y DALENBERG, D. R. (1992), "The Effects of Regional Science and Technology Policy on the Geographic Distribution of Industrial R&D Laboratories", *Journal of Regional Science*, vol. 32-2: 209-228.
- BAUMERT, T. (2006), *Los determinantes de la innovación. Un Estudio aplicado sobre las regiones de la Unión Europea*, Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid. [Recuperable en: <http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif>].
- BAUMERT, T., y HEIJS, J. (2002), *Los determinantes de la capacidad innovadora regional: Una aproximación econométrica al caso español: Recopilación de estudios y primeros resultados*, Documento de trabajo, n.º 33. Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense Madrid. <http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif> y <http://www.madrimasd.org>.
- BEAUDRY, C., y BRESCHI, S. (2003), "Are firms in clusters really more innovative?", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 12: 325-342.
- BLIND, K.; EDLER, J.; FRIETSCH, R., y SCHMOCH, U. (2003), *Erfindungen kontra Patente. Schwerpunktstudie "Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands"*, Enderbericht für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe.
- BLIND, K.; EDLER, J.; NACK, R. *et al.* (2002), *Software Patente. Eine empirische Analyse aus ökonomischer und juristischer Perspektive*, Heidelberg.
- BOCH, R. (ed.) (1999), *Patentschutz und Innovation in Geschichte und Gegenwart*, Frankfurt am Main *et al.*
- BOTTAZZI, L., y PERI, G. (2001), *Innovation, Demand and Knowledge Spillovers: Theory and Evidence from European Regions*, IGIER Working Paper, n.º 153. <http://www.igier.uni-bocconi.it>.
- (2003), "Innovation and Spillovers in Regions: evidence from European Patent Data", *European Economic Review*, número 47: 687-710.
- BUESA, M. (2005), "Innovación", en MUÑOZ (dir.) (2005).
- BUESA, M.; BAUMERT, T.; HEIJS, J., y MARTÍNEZ PELLITERO, M. (2003), "Los factores determinantes de la innovación: un análisis econométrico sobre las regiones españolas", *Economía Industrial*, n.º 347 - 2002/V: 67-84.

- BUESA, M.; HEJIS, J.; MARTÍNEZ PELLETERO, M., y BAUMERT, T. (2005), "Regional systems of innovation and the knowledge production function: the Spanish case", *Technovation*, vol. 26: 436-472.
- BUESA, M.; MARTÍNEZ PELLETERO, M.; HEJIS, J., y BAUMERT, T. (2003), "Los sistemas regionales de innovación en España: una tipología basada en indicadores económicos e institucionales de las Comunidades Autónomas", *Economía Industrial*, n.º 347 - 2002/V: 15-32.
- BUESA, M.; NAVARRO, M. *et al.* (2001), "Indicadores de la ciencia, la tecnología y la innovación: metodología y fuentes para la CAPV y Navarra", *Azkoaga Cuadernos de ciencias sociales y económicas*, n.º 9.
- CARREE, M., y THURIK, R. (1999), "Industrial structure and economic growth", en: AUDRETSCH y THURIK (1999).
- CHRISTENSEN, J. L. (1992), "The Role of Finance in national Innovations Systems", en: LUNVALL (ed.) (1992).
- COHEN, W. M., y LEVIN, R. (1989), "Empirical Studies of Innovation and Market Structure", en: SCHMALENSEE y WILLIG (1989).
- Comisión Europea (2001), *Recherche et développement: statistiques annuelles*, Luxembourg.
- COOKE, P. H. (1998), "Introduction: origins of the concept", en: BRACZYK, COOKE y HEIDENREICH (eds.) (1998).
- COOKE, P. H.; BOEKHOLT, P., y TÖDTLING, F. (2000), *The Governance of Innovation in Europe. Regional Perspectives on Global Competitiveness*, London, New York.
- CORONADO GUERRERO, D., y ACOSTA SERRÓ, M. (1997), "Spatial Distribution of Patents in Spain: Determining factors and Consequences on Regional Development", *Regional Studies*, vol. 31-34: 381-390.
- CRESPI, F. (2004), *Notes on the Determinants of Innovation: a Multi-Perspective Analysis*, Fondazione Eni Enrico Mattei Note di Lavoro 42.2004.
- DE LA FUENTE, A. (2003), "Convergence Equations and Income Dynamics: The Source of OECD Convergence, 1970-1995", *Economica*, 70: 655-671.
- DERNIS, H.; GUELLEC, D., y VAN POTTELSBERGHE, B. (2001), "Using Patent Counts for Cross-country Comparisons of Technology Output", *STI Review*, n.º 27, OECD, Paris.
- DIENEL, H. L. (1999), "Systeminnovationen durch interkulturelle Vergleiche", en: MEYER-KRAHMER y LANGE (eds.) (1999).
- EDQUIST, C. H. (2005), "Systems of Innovation: Perspectives and Challenges", en: FAGERBERG, MOWERY y NELSON (eds.) (2005).
- EWERS, H. J., y WETTMANN, R. W. (1980), "Innovation-oriented Regional Policy", *Regional Studies*, vol. 14: 161-179.
- FABER, J., y HESEN, A. B. (2004), "Innovation capabilities of European nations. Cross-national analyses of patents and sales of product innovations", *Research Policy*, vol. 33: 193-207.
- FAGERBERG, J.; MOWERY, D., y NELSON, R. (eds.) (2005), *The Oxford handbook of Innovation*, Oxford, New York.
- FELDMAN, M. (1994), *The Geography of Innovation*, Dordrecht.
- FREEMAN, C. H. (1994b), "Innovation and growth", en: DODGSON y ROTHWELL (eds.) (1994).
- FRITSCH, M. (2002), "Measuring the quality of regional innovation systems: a knowledge production function approach", *International Regional Science Review*, 25-1: 86-101.
- FRITSCH, M., y LUKAS, R. (1999), "Innovation, cooperation, and the region", en: AUDRETSCH y THURIK (1999).
- FURMAN, J. L.; PORTER, M. E., y STERN, S. (2002), "The Determinants of National Innovative Capacity", *Research Policy*, n.º 31: 899-933.
- GARCÍA QUEVEDO, J. (2002), "Universidades e infraestructura tecnológica en la localización de las innovaciones", *Economía Industrial*, n.º 346; 2002/IV: 127-134.
- GELSING, L. (1992), "Innovation and the Development of Industrial Networks", en: LUNVALL (ed.) (1992).
- GRANDSTRAND, O. (2005), "Innovation and Intellectual Property Rights", en: FAGERBERG, MOWERY y NELSON (eds.) (2005).
- GREGERSEN, B. (1992), "The Public Sector as a Pacer in National Systems of Innovation", en: LUNVALL (ed.) (1992).
- GREUZ, L. (2003), "Geographically and technologically mediated knowledge spillovers between European regions", *Annals of Regional Science*, n.º 37: 657-680.
- GRILICHES, Z. (1979), "Issues in assessing the contribution of R&D productivity growth", *Bell Journal of Economics*, número 10: 92-116.
- (1990), "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey", *Journal of Economic Literature*, vol. 28: 1661-1707.
- GRUPP, H. (1997), *Messung und Erklärung des Technischen Wandels. Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik*, Berlin, Heidelberg *et al.*

- GUELLEC, D., y VAN POTTELSBERGHE, B. (2003), "The impact of public R&D expenditure on Business R&D", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 12: 225-243.
- GUMBAU, M. (1996), *La dimensión regional de la innovación tecnológica*, Working Paper EC 1996-08, Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, <http://www.ivie.es>.
- HAIR, J. F.; ANDERSON, R.; TATHAM, R., y BLACK (2004), *Análisis multivariante de datos*, Madrid.
- HARTUNG, J., y ELPELT, B. (1999), *Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik*, München, Wien.
- HEJS, J. (2001), *Sistemas nacionales y regionales de innovación y política tecnológica: una aproximación teórica*, Documento de Trabajo, n.º 24, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense Madrid. <http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif>.
- HICKS, D., y LEE, S. (1993), "Regional Economic Impacts of Federal R&D by Funding Source and Performer Type", *Regional Studies*, vol. 28: 619-632.
- JAFFE, A. (1989), "Real Effects of Academic Research", *American Economic Review*, vol. 79-5: 957-970.
- JONES, C. H. (1995), "R&D Based Models of Economic Growth", *Journal of Political Economy*, 103: 759-784.
- KABLA, I. (1996), "The patent as indicator of innovation", *INSEE Studies Econ. Stat.*, 1, pp. 56-71.
- KAMIEN, M., y SCHWARTZ, N. (1989), *Estructura de Mercado e innovación*, Madrid.
- KARKALAKOS, S. (2004), *The Spatial Boundaries of Regional Technological Productivity in European Union. A Spatial Econometrics Analysis*. Seminar held on 27th of October 2004 at the Department of Economics, University of Cyprus.
- KLEINKNECHT, A.; VAN MONTFORT, K., y BROUWER, E. (2002), "The non-trivial choice between innovation indicators", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 11 (2): 109-121.
- KOSCHATZKY, K. (2001), *Räumliche Aspekte in Innovationsprozess. Ein Beitrag zur neuen Wirtschaftstheorie aus Sicht der regionalen Innovationsforschung*, Münster, Hamburg, London.
- (2002), "Fundamentos de la Economía de Redes. Especial enfoque a la innovación", *Economía Industrial*, número 346 - 2002/V: 15-26.
- LAMOREAUX, N., y SOKOLOFF, K. (eds.) (2004), *The Financing Innovation in Historical Perspective*, Cambridge.
- LAZONIC, W. (2005), "The Innovative Firm", en: FAGERBERG, MOWERY y NELSON (eds.) (2005).
- LESSAT, V.; HEMER, J.; ECKERLE, T.; KULICKE, M. et al. (1999), *Beteiligungscapital und technologieorientierte Unternehmensgründungen. Markt, Finanzierung, Rahmenbedingungen*, Wiesbaden.
- LUNDVALL, B-Å. (ed.) (1992), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London.
- LUNDVALL, B-Å., y BORRÁS, S. (2005), "Science, Technology, and Innovation Policy", en: FAGERBERG, MOWERY y NELSON (eds.) (2005).
- MANSFIELD, E. (1986), "Patents and Innovation: an Empirical Study", *Management Science*, vol. 32-2: 173-181.
- MARTÍNEZ PELLITERO, M. (2002), *Recursos y resultados de los sistemas de innovación: elaboración de una tipología de sistemas regionales de innovación en España*, Documento de trabajo, n.º 34, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Complutense Madrid. <http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif>.
- MEYER-KRAHMER, F., y LANGE, S. (eds.) (1999), *Geisteswissenschaften und Innovation*, Heidelberg.
- MORCK, R., y YEUNG, B. (2001), *Les déterminants économiques de l'innovation*, Paper 25, Gouvernement du Canada - Industry Canada.
- MORENO-SERRANO, R.; PACI, R., y USAI, S. (2004), "Spatial distribution of innovation activity. The case of European regions", *CRENOS Contributi di ricerca n.º 03/10. Università di Cagliari. Università di Sassari*, <http://www.crenos.it>.
- MOWERY, D., y SAMPAT, B. (2005), "Universities in National Innovation Systems", en: FAGERBERG, MOWERY y NELSON (eds.) (2005).
- MUÑOZ, E. (dir.) (2005), *El espacio común de conocimiento en la Unión Europea. Un enfoque al problema desde España*, Academia Europea de Ciencias y Artes, Madrid.
- MYRO, R., y PÉREZ, P. (2005), "Crecimiento en Europa y EE.UU.: Los determinantes del progreso técnico", *Moneda y Crédito*, segunda etapa, n.º 214.
- O'SULLIVAN, M. (2005), "Finance and Innovation", en: FAGERBERG, MOWERY y NELSON (eds.) (2005).

- OCDE (1994), *The Measurement of Scientific and Technological Activities. Using Patent Data as Science and Technology Indicators* (Patent Manual), Paris.
- (1995), *The measurement of scientific and technological activities: manual on the measurement on human resources devoted to S&T* (Canberra Manual), Paris.
- (1999), *Managing National Innovation Systems*, Paris.
- (2001), *Cities and regions in the new learning economy*, Paris.
- (2003), *Turning Science into Business. Patenting and Licensing at Public Research Organisations*, Paris.
- (2004a), *Compendium of Patent Statistics*, Paris.
- (2004b), *Patents and Innovation: Trends and Policy Challenges*, Paris.
- Oficina Europea de Patentes (1994), *Nutzung des Patentschutzes in Europa*, München.
- PATEL, P., y PAVITT, K. (1994), "National Innovation Systems: why they are important and how they might be measured and compared", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 3-1: 77-95.
- PAVITT, K. (1985), "Patent Statistics as Indicators of Innovative Activities: Possibilities and Problems", *Scientometrics*, 7-1/2: 77-99.
- (1988), *Uses and Abuses of Patent Statistics*, en: VAN RAAN (1988).
- PEREZ, C. (2002), *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*, Cheltenham y Northampton.
- PORTER, M. E. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, New York.
- PORTER, M. E., y STERN, S. (1999), *Measuring the "Ideas" Production Function: Evidence from the International Patent Output*, NBER Working Paper 7891.
- ROMER, P. (1990), "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, vol. 98: 72-102.
- SCHMOCH, U. (1999), *Eignen sich Patente als Innovationsindikatoren?*, en: BOCH (ed.) (1999).
- SEMPF, H. (1997), *Regionale Kooperation in Europa- die Rolle von Kultur und Identität: eine ökonomische Perspektive*, Universität Potsdam, Wirtschaft- und Sozialwissenschaftliche Fakultät.
- SMITH, K. (2005), "Measuring innovation", en: FAGERBERG, MOWERY y NELSON (eds.) (2005).
- STERN, S.; PORTER, M. E., y FURMAN, J. L. (1999), *The Determinants of National Innovative Capacity*, NBER Working Paper 7876. <http://www.nber.org>.
- (2000), "Los factores impulsores de la capacidad innovadora nacional: implicaciones para España y América Latina", *ICEX, Claves de Economía Mundial*: 78-88.
- STERNBERG, R. G. (1995), "Government R&D expenditure and space: empirical evidence from five industrialized countries", *Research Policy*, n.º 25: 741-758.
- SYMIONIDIS, G. (1996), *Handbook of Economics of Innovation and Technological Change*, Cambridge.
- TALALAY, M.; FARRANDS, C. H., y TOOZE, R. (1997), *Technology, Culture and Competitiveness. Change and the World Political Economy*, London and New York.
- TRAJTENBERG, M. (1990), "Patents as indicators of Innovation", *Economic Analysis of Product Innovation*, Cambridge (MA).
- VELARDE, J. (2004), *Los retos de la economía española de cara al siglo XXI*, curso "Ideas políticas para el siglo XXI", Universidad Internacional Menéndez Pelayo, 30 de agosto al 3 de septiembre de 2004.
- VERBEEK, M. (2004), *A Guide to Modern Econometrics*, Chichester.

6. LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN EN EUROPA: TIPOLOGÍA Y EFICIENCIA

Mónica Martínez Pellitero

■ 6.1. INTRODUCCIÓN

El concepto de sistema regional de innovación debe entenderse como un conjunto de conexiones entre agentes públicos y privados que interactúan y se retroalimentan en un territorio específico, aprovechando una infraestructura propia para los propósitos de adaptar, generar y difundir conocimientos e innovación¹.

El estudio que aquí se presenta analiza los sistemas regionales de innovación europeos en el período 1998, 1999 y 2000 a través de distintas técnicas multivariantes. El propósito es mostrar una tipología de regiones —caracterizadas por un mayor o menor desarrollo de los componentes de sus sistemas de innovación—, así como el grado de eficiencia con el que utilizan sus recursos disponibles en los procesos de innovación. Concretamente se analizan las regiones de quince países europeos: Bélgica, Dinamarca, Alemania, Grecia, España, Francia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Austria, Portugal, Finlandia, Suecia y Reino Unido.

El capítulo se articula en cuatro secciones, y en la primera de ellas, partiendo de las ideas evolucionistas —donde se considera a la innovación como un proceso multidimensional— son calculados por medio del *análisis factorial*, los componentes o factores que constituyen los sistemas regionales de innovación. Esta técnica a partir de una serie de variables permite determinar un conjunto menor de factores —variables hipotéticas no observables— que resume prácticamente toda la información original. El cambio tecnológico y la innovación son procesos difíciles de cuantificar a través de indicadores aislados, por lo que una técnica como esta que posibilita la obtención de indicadores compuestos, parece la más adecuada para un estudio de este tipo².

¹ Véase capítulo 1 y 2 de este libro.

² El *análisis factorial* ya se ha empleado previamente en el caso de España en la determinación de los componentes de sus sistemas regionales de innovación. Véase Martínez Pellitero (2002), Buesa, Heijs y Martínez Pellitero (2002),

En el segundo epígrafe, con los factores anteriormente calculados —*Entorno económico productivo regional, Empresas innovadoras, Universidad, Entorno nacional de la innovación, Administración Pública y Grado de sofisticación de la de demanda*— se construye una tipología de sistemas regionales de innovación en Europa. Como se verá con posterioridad, las regiones europeas pueden clasificarse en diez grupos, algunos de ellos constituidos por regiones o sistemas atípicos. En el desarrollo de esta labor la técnica multivariante empleada ha sido el *análisis cluster* o *análisis de conglomerados*, que permite establecer grupos de regiones con unas características propias que los diferencian de los demás³. En el tercer apartado, a través del concepto neoclásico de eficiencia económica, se evalúa la misma en el caso de los sistemas. La técnica utilizada con tal fin ha sido el *Análisis Envolvente de Datos* (DEA). Con este procedimiento se muestra la eficiencia relativa de las regiones en la asignación de recursos o *inputs* —en este caso utilizando los factores que configuran los propios sistemas— y la obtención de resultados vinculados a la innovación. La eficiencia es un aspecto clave en el análisis de la innovación, a pesar de que su estudio en el ámbito regional es prácticamente inexistente⁴. Finalmente, en las conclusiones se relacionan los resultados de los epígrafes anteriores, obteniéndose una descripción general de los tipos de regiones europeas y su eficiencia en los procesos de cambio tecnológico.

En este contexto, la metodología aquí expuesta supone un importante avance en los estudios empíricos de este tipo, al proporcionar una visión conjunta de los sistemas regionales de innovación tanto desde la perspectiva de su configuración, como dentro del enfoque *input-output* de su funcionamiento.

Con relación a la información estadística empleada, esta se encuentra en la base datos IAIF-RIS (UE), descrita en mayor detalle en el capítulo precedente⁵. A modo de recordatorio señalar que la misma está formada por variables e indicadores encargados de recoger los aspectos más destacados de la innovación, y que por lo tanto, configuran y determinan las capacidades de los sistemas para el conjunto de las 146 regiones estudiadas.

Buesa, Martínez Pellitero, Heijs y Baumert (2003), Buesa, Baumert, Heijs y Martínez Pellitero, (2003), Buesa, Heijs, Martínez Pellitero y Baumert (2005).

³ Esta técnica ha sido también aplicada en estudios precedentes del caso español. Véase Martínez Pellitero (2002), Buesa, Heijs y Martínez Pellitero (2002), Buesa, Martínez Pellitero, Heijs y Baumert (2003).

⁴ Organismos internacionales como la Comisión Europea (2005) señalan la importancia de estudiar la eficiencia de los sistemas innovación. No obstante, tan sólo trabajos como el de Nasierowsky y Arcelus (2003) estudian de forma empírica a través del *Análisis Envolvente de Datos* la eficiencia de los sistemas nacionales de innovación para el conjunto de 45 países.

⁵ Véase una explicación más detallada en el capítulo 5.

■ 6.2. LOS FACTORES QUE CONSTITUYEN LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN

El primer paso de la investigación, utilizando para ello la técnica multivariante del *análisis factorial de componentes principales*, ha sido la determinación de los factores implícitos de los sistemas regionales de innovación europeos. La innovación no debe considerarse como un elemento observable directamente, por lo que el uso de indicadores aislados —por ejemplo las patentes, o los gastos vinculados a los procesos de I+D— pierde importancia ante la posibilidad de manejar nuevas variables de carácter compuesto formadas por un mayor o menor número de indicadores donde se incluyen las relaciones entre las mismas.

■ Principales aspectos metodológicos del *análisis factorial*

El *análisis factorial* es una técnica multivariante que a partir de un conjunto de variables cuantitativas, medidas en escala de intervalo o de razón, permite determinar un conjunto netamente menor de variables hipotéticas o no observables creadas a partir de variables altamente correladas resumiendo prácticamente toda la información que reside en el conjunto original. Estas variables reciben el nombre de factores, y entre sus características destacan la de estar incorrelados. El análisis permite que dada una muestra de observaciones o casos sobre un conjunto de variables cuantitativas, las mismas puedan representarse en un espacio de pequeña dimensión —espacio factorial— donde pueden interpretarse las relaciones entre ellas⁶. Concretamente a este tipo de *análisis factorial* se le llama *análisis factorial R*. Por su parte, el método manejado en la determinación de los factores es el conocido como *de componentes principales*, donde en términos gráficos los factores son ortogonales.

A partir de la información proporcionada por la base de datos IAIF-RIS (UE), se ha procedido a calcular los factores constituyentes de los sistemas regionales de innovación del conjunto analizado. Concretamente aquí se presentan los resultados obtenidos para la media de los años 1998, 1999 y 2000⁷. A través de un proceso de *prueba y error* se han seleccionado

⁶ Ferrán (2001, pág. 340).

⁷ Los principales aspectos de la base de datos IAIF-RIS (UE) se recogen en el recuadro 1 del capítulo 5. En esta sección no se han empleado los datos del año 2001, dado que en el momento de construcción de la misma, muchos de las variables eran todavía estimaciones. En este trabajo se ha optado por utilizar la media de los años 1998, 1999 y 2000 en la determinación de los factores de los sistemas que posteriormente se emplean en la tipología. La causa deriva de que con un número tan elevado de casos (146 regiones por cada uno de los seis años) se produce problemas en la aplicación de un *análisis de conglomerados jerárquico*, que es el empleado en la construcción de la tipología. No obstante debe precisarse que el análisis ha sido también aplicado para el conjunto de años 1995-1996-1997 así como para el 1998-1999-2000, siendo los resultados muy similares.

RECUADRO 1

ANÁLISIS FACTORIAL DE COMPONENTES PRINCIPALES:
UNA APLICACIÓN A LAS REGIONES EUROPEAS

(Media de los años 1998, 1999 y 2000)

A través de un proceso de prueba y error y teniendo en cuenta las *comunalidades* de las variables —porcentaje conservado de la varianza—, que en todo caso deben ser cercanas a la unidad, se han seleccionado 29 variables de la base de datos IAIF-RIS (UE). En este caso las *comunalidades* presentan valores superiores al 80 por 100 a excepción de una variable de carácter nacional —*Capital inversión semilla y arranque* con una *comunalidad* del 0,764— y otra vinculada al factor *Universidad —alumnos de tercer ciclo* con una variabilidad explicada por el modelo del 67 por 100—. Dicho indicador no ha sido excluido por representar aspectos importantes en el estudio de los sistemas regionales de innovación. Además, su eliminación en el modelo no representaba una mejora significativa del mismo.

Previamente se ha realizado un análisis exploratorio de la *matriz de correlaciones* de las variables seleccionadas, así como de la *matriz anti-imagen* obteniéndose resultados que apoyan la posibilidad de realizar un *análisis factorial*. En este caso la *medida de adecuación muestral KMO* —con un valor de 0,784— y del *test de Esfereicidad de Barlett* —cuyo valor es significativo al 95 por 100— verifica la posibilidad de aplicar esta técnica.

En el *análisis factorial de componentes principales* han sido seleccionadas las mismas variables que en el caso de operar con los años 1998, 1999 y 2000 y del período 1995, 1996 y 1997. Por su parte, el porcentaje de varianza que cada uno de ellos representa en el modelo y las correlaciones de las variables con los factores son también prácticamente iguales.

Se han extraído seis factores que explican el 90,33 por 100 de la varianza del modelo. El criterio de extracción empleado es de la *raíz latente* (número de autovalores mayores que 1). Dichos factores tras la rotación *Varimax* son:

- Factor 1: *Entorno económico productivo regional* con un 30,68 por 100 de la varianza
- Factor 2: *Empresas innovadoras*, que capta un 21,40 por 100 de la varianza total
- Factor 3: *Universidad* donde se explica un 10,63 por 100 de la varianza total
- Factor 4: *Entorno nacional de la innovación*. Recoge un 9,83 por 100 de la varianza
- Factor 5: *Administración Pública* que explica un 9,64 por 100 de la varianza total
- Factor 6: *Grado de sofisticación de la demanda*. Recoge un 8,15 por 100 de la varianza total

Los seis factores han sido incluidos en la base de datos a partir del cálculo de sus correspondientes puntuaciones por el método de regresión. Este incluye no sólo las relaciones fuertes existentes entre un factor y las variables que lo determinan, sino también conexiones más débiles con las restantes variables del modelo.

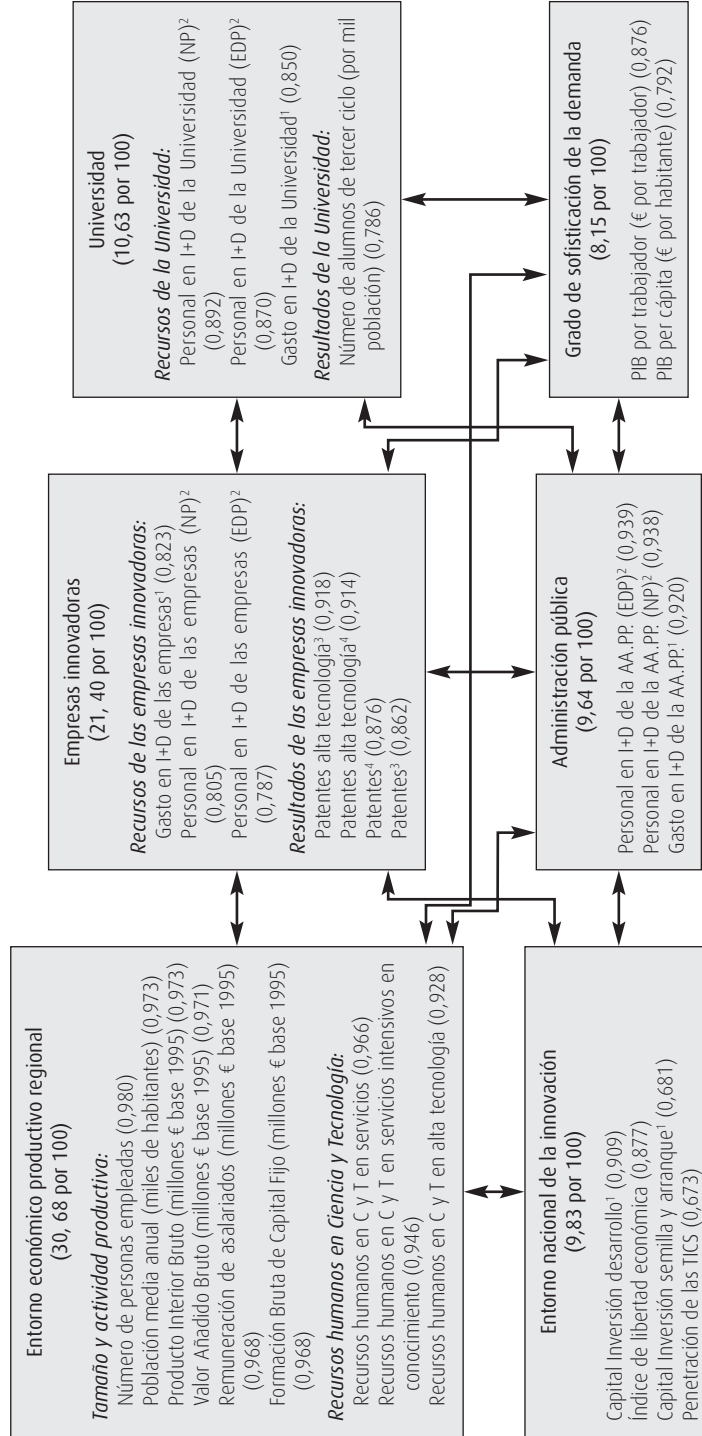
29 variables de la base de datos IAIF-RIS (UE), siendo el número de factores finales escogido, dada su importante interpretación teórica y su grado de significación estadístico, de seis.

De acuerdo a su composición, se han denominado de este modo: *Entorno económico productivo regional*, *Empresas innovadoras*, *Universidad*, *Entorno nacional de la innovación*, *Administración Pública* y *Grado de sofisticación de la demanda*. Los factores en el período de análisis resumen el 90,33 por 100 de la varianza original. En el recuadro 1 se recoge una síntesis de los principales pasos que se han ido llevando a cabo durante el análisis⁸ y el esquema 1 recoge una síntesis de las variables que configuran cada uno de los seis factores así como el porcentaje de la varianza que cada uno de los mismos recoge. Se indican entre paréntesis las correlaciones entre los factores y las variables.

⁸ Para un análisis más detallado sobre la metodología y las distintas pruebas aplicadas durante el *análisis factorial* se remite al lector al capítulo 5.

ESQUEMA 1

FACTORES DE LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN EUROPEOS



NP: Número de personas; EDP: Equivalencia a dedicación plena.

¹ Porcentaje sobre el PIB.

² Por mil sobre el empleo.

³ Respecto a cada millón de la población activa.

⁴ Respecto a cada millón de la población.

■ Descripción de los factores que constituyen los sistemas regionales de innovación europeos

Como se ha citado, en los sistemas regionales de innovación europeos se comprueba la existencia de seis factores que determinan su estructura. Cabe recordar que la composición y determinación de los mismos no ha sido forzada en ningún caso.

El primer factor denominado *Entorno económico productivo regional* está formado por variables en términos absolutos y capta el mayor porcentaje de la varianza del conjunto original, concretamente el 30,68 por 100. Las variables que lo configuran determinan el entorno productivo de las regiones, que incide sobre sus capacidades tecnológicas e innovadoras. El segundo factor, *Empresas innovadoras*, recoge una variabilidad del 21,40 por 100 y contiene aquellos indicadores —recursos y resultados— que caracterizan a las empresas por su actividad tecnológica. En este contexto no hay que olvidar que las empresas son consideradas como uno de los elementos claves de los procesos de innovación, no sólo por ser capaces de generar conocimientos y resultados materializados a través tanto de productos como de procesos, sino también por convertir las innovaciones de otros agentes en productos de mercado.

El eje factorial *Universidad* (factor 3) representa el 10,63 por 100 de la varianza e incluye matices que relacionan a estas instituciones⁹ con la innovación y que por lo tanto deben considerarse como infraestructuras de soporte de la misma. Se pueden diferenciar aquí dos bloques de indicadores como en el caso anterior, los recursos empleados y los resultados cuantificados a través de la proporción de alumnos que desarrollan estudios de tercer ciclo en la región. El *Entorno nacional de la innovación* recoge una variabilidad del 9,83 por 100 y contiene aquellos indicadores que muestran características propias del Estado nación al que pertenecen las unidades de análisis. En este factor se han agrupado únicamente las variables recogidas en el ámbito nacional y que de manera indirecta determinan el marco o contexto de la innovación. Dado que en este estudio se analizan quince países, parece lógico incluir estos aspectos.

En quinto factor, *Administración Pública*, capta 9,64 por 100 de la varianza. Los organismos públicos de investigación así como en general las instituciones vinculadas al Sector Público afectan al resto de elementos que configuran los sistemas de innovación, por lo que deben también considerarse como un elemento importante. Por último, el factor *Grado de sofisticación de la demanda* recoge una variabilidad del 8,15 por 100. Este factor, que representa el grado de desarrollo de la demanda regional, vendrá determinado por indicadores derivados del entorno económico y social, concretamente relacionando la riqueza del país —cuantificado a través del Producto Interior Bruto— y con su desarrollo demográfico.

⁹ Cuando se habla de Universidad se hace referencia a la Enseñanza Superior.

■ 6.3. CONSTRUCCIÓN DE UNA TIPOLOGÍA DE SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN EN EUROPA

En este apartado a través de los seis factores determinados previamente —*Entorno económico productivo regional, Empresas innovadoras, Universidad, Entorno nacional de la innovación, Administración Pública y Grado de sofisticación de la demanda*— y empleando el *análisis cluster o de conglomerados* se construye una tipología de sistemas regionales. Cada uno de estos conglomerados presenta una serie de rasgos característicos que los diferencian del resto, en cuanto al grado de desarrollo de sus capacidades o elementos de los sistemas.

■ Metodología aplicada en la determinación de la tipología de sistemas

El *análisis cluster o de conglomerados* es una técnica multivariante con carácter descriptivo que permite clasificar “individuos”, donde no se conoce los grupos que se formarán a priori, ni su número. Es por lo tanto, una técnica cuyo fin es la formación de conglomerados o *clusters* de tal manera, que con respecto a la distribución de valores de las variables, cada conglomerado sea lo más homogéneo posible, pero además, que entre ellos sean también distintos. En este caso los individuos serán las 146 regiones europeas y las variables que determinarán la clasificación, las puntuaciones de los seis factores que configuran los sistemas regionales de innovación europeos.

Con relación al *análisis cluster* hay que tener presente que es una técnica descriptiva, atórica y no inferencial, donde la solución no es única¹⁰ y por lo tanto es conveniente ir explicando cada una de las fases y procedimientos que se emplean para comprender mejor la solución obtenida. En este caso las etapas son las siguientes:

1. Descripción de la medida de similitud empleada.
2. Descripción del método de formación de *cluster*.
3. Determinación del número de conglomerados.

La similitud entre casos o individuos es la base del *análisis cluster* ya que el fin perseguido es establecer conglomerados de regiones similares de acuerdo a la teoría de los

¹⁰ Hair *et al.* (2001, pág. 493).

sistemas regionales de innovación. En este caso, la medida de distancia empleada es la *euclídea al cuadrado*¹¹. Al manejar esta distancia es importante tener en cuenta como un cambio en la escala de una de las variables puede tener importantes efectos sobre las medidas de similitud. No obstante, este problema se ha evitado al trabajar con puntuaciones factoriales ya que las mismas se encuentran estandarizadas con una media de 0 y una desviación típica de 1.

Con relación al análisis *cluster*, existen dos métodos generales de formación de conglomerados: *métodos no jerárquicos* y *métodos jerárquicos*¹². En este trabajo el método empleado se engloba dentro de los *jerárquicos* que consisten en la construcción de una estructura en forma de árbol, es decir, los resultados obtenidos en un paso previo siempre necesitan ajustarse dentro de los resultados del siguiente paso, creando algo parecido a un árbol¹³. El procedimiento utilizado en la creación de la tipología de sistemas regionales de innovación europeos ha sido uno de tipo *jerárquico aglomerativo*, concretamente el conocido como *vecino más lejano* o *encadenamiento completo*. Este método se basa en unir objetos en función de la llamada *distancia máxima*. La *distancia máxima* entre individuos de cada conglomerado se define como “la esfera más reducida (diámetro mínimo) que puede incluir todos los objetos en ambos conglomerados”¹⁴. De esta forma, dos objetos separados por la *distancia máxima* más corta se colocan en el primer conglomerado. Posteriormente se busca nuevamente la *distancia máxima* más pequeña, uniéndose al conglomerado existente un nuevo caso, o bien formándose un nuevo *cluster*. Este proceso se repite hasta alcanzar un único conglomerado final.

¹¹ Esta medida de distancia es la más empleada en análisis de este tipo y entre dos casos sobre dos variables (X_1, Y_1) , (X_2, Y_2) se calcula como $d = (X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2$.

¹² Los *métodos no jerárquicos* se basan en la formación de conglomerados una vez que su número está especificado a priori y reciben normalmente el nombre de *aglomeración de K-medias*. El proceso general de este método se basa en la selección de una *semilla de conglomerado* o varias iniciales a la vez —que realiza la función de centro de conglomerado inicial— y a partir de ahí todos los individuos o casos se incluyen en la misma o mismas en función de una distancia umbral previamente marcada. Los principales problemas que plantea este método son el conocimiento necesario del número de *clusters* que se desea obtener y la selección de las *semillas* de estos. En general, los resultados son inferiores a los *métodos jerárquicos*. Para un análisis más detallado sobre el tema se remite al lector a Hair *et al.* (2001, págs. 513-515) y Ferrán (2001, págs. 317-325).

¹³ Se pueden diferenciar los procedimientos *aglomerativos* y los *divisivos*. En los métodos *aglomerativos* cada caso empieza dentro de su propio conglomerado y en las posteriores etapas, los dos conglomerados más cercanos o casos se combinan en un nuevo conglomerado o *cluster* agregado, reduciendo así el número de grupos según avanza el proceso, y llegando a la última etapa donde todos los individuos —en esta investigación regiones— formarían un único *cluster*. Por su parte, en los métodos *divisivos* su procedimiento es inverso, comenzando con un conglomerado inicial que incluye todos los casos. Hair *et al.* (2001, páginas 510-511).

¹⁴ Hair *et al.* (2001, págs. 512).

Finalmente, es importante indicar que uno de los problemas que plantea el *análisis cluster* es la determinación del número de conglomerados en la solución final, dado que no existe ningún procedimiento objetivo o estándar que señale el momento de parada. Aquí la fijación del número se ha basado en la utilización de un método estadístico no paramétrico¹⁵ que garantice diferencias entre los grupos en función de los diferentes factores determinantes de los sistemas regionales de innovación europeos —*Entorno económico productivo regional, Empresas innovadoras, Universidad, Entorno nacional de la innovación, Administración Pública y Grado de sofisticación de la demanda*— en los grupos establecidos en la clasificación *cluster*. Inicialmente se han incluido las 146 regiones europeas y posteriormente se han eliminando las regiones consideradas como casos atípicos. La prueba paramétrica utilizada con tal finalidad es el llamado *análisis de la varianza de Kruskal-Wallis*¹⁶.

De esta forma, la primera solución donde se rechaza la hipótesis nula de igualdad sobre el comportamiento de los seis factores, en cada uno de los grupos establecidos por el *análisis de conglomerados*, es la que distingue diez tipos de regiones o sistemas. No obstante, se podría pensar que el resultado de diez grupos puede deberse a la existencia de casos atípicos u *outliers*. En consecuencia, se ha realizado el mismo análisis no paramétrico eliminando aquellas regiones que posean puntuaciones, en alguno de los seis factores, fuera del intervalo (3, -3)¹⁷. En esta ocasión, nuevamente se verifica la existencia de distribuciones diferentes de los factores en función de los grupos establecidos¹⁸. En el cuadro 1 se indican las regiones con alguna puntuación factorial superior a 3. Así, la solución de diez *clusters* es la elegida como la más procedente para describir los sistemas regionales de innovación para el caso europeo¹⁹. A continuación se exponen sus principales aspectos.

¹⁵ En este punto se utiliza un contraste de tipo no paramétrico al no exigirse ente caso los supuestos normalidad y homogeneidad de la varianza.

¹⁶ La hipótesis nula de este prueba es: la distribución en muestras procedentes de k subpoblaciones —en este caso el número de grupos concretados por el *análisis cluster*— en la variables X medidas sobre ellas —cada uno de los seis factores— poseen la misma distribución. Para un análisis más detallado sobre el modo de operar de esta técnica véase Ferrán (2001, págs. 83-87).

¹⁷ Al trabajar con factores obtenidos por el método de componentes principales la media toma el valor de 0, por lo que a partir de tres desviaciones típicas como puntuación, es razonable considerar que son regiones atípicas.

¹⁸ Al eliminar estos casos del análisis sólo se trabaja con seis grupos ya que se excluyen tres tipos de sistemas formados cada uno por una única región y uno formado por cuatro como se verá posteriormente.

¹⁹ Es necesario señalar que siguiendo con el mismo procedimiento, una determinación mayor de *clusters* tan sólo indicaba la aparición de conglomerados formados por una única región. De esta forma parece lógico estudiar la solución de diez grupos que se sustenta en métodos estadísticos.

CUADRO 1
REGIONES ATÍPICAS U OUTLIERS

PAÍS	REGIÓN*	ENTORNO ECONÓMICO PRODUC- TIVO REGIONAL	EMPRESAS INNO- VADORAS	UNIVER- SIDAD	ENTORNO NACIONAL DE LA INNO- VACIÓN	AA.PP.	GRADO DE SOFIS- TICACIÓN DE LA DEMANDA
Bélgica	<i>Région Bruxelles (be1)</i>	-0,706	-0,370	1,372	-0,176	0,255	5,714
Alemania	<i>Baden-Württemberg (de1)</i>	3,242	1,929	-0,571	-0,559	0,181	0,212
Alemania	<i>Bayern (de2)</i>	3,967	2,018	-0,605	-0,518	-0,397	-0,532
Alemania	<i>Berlin (de3)</i>	0,284	0,260	0,890	0,117	3,054	0,241
Alemania	<i>Nordrhein-Westfalen (dea)</i>	5,697	-0,456	0,123	-0,143	-0,393	-0,104
Grecia	<i>Ipeiros (gr21)</i>	-0,4945	-0,4629	-3,0382	-0,8972	-0,5264	-2,03
Francia	<i>Île de France (fr1)</i>	4,346	0,893	1,036	-1,546	0,773	1,304
Italia	<i>Lazio (it6)</i>	0,698	-0,964	0,365	-1,067	3,546	0,342
Países Bajos	<i>Groningen (nl11)</i>	-0,645	-0,736	3,622	2,466	-0,805	0,362
Países Bajos	<i>Flevoland (nl23)</i>	-1,161	-0,501	-2,289	1,889	6,376	-0,546
Países Bajos	<i>Noord-Brabant (nl41)</i>	-0,523	4,710	-1,112	1,458	-1,193	-2,178
Finlandia	<i>Pohjois-Suomi (fi15)</i>	-1,199	3,632	1,454	-0,140	0,804	-1,002
Finlandia	<i>Uusimaa (suuralue) (fi16)</i>	-1,047	5,133	0,640	-0,748	3,195	-1,147
Suecia	<i>Stockholm (se01)</i>	-0,600	4,905	0,484	-0,424	-0,074	-0,303
Suecia	<i>Övre Norrland (se08)</i>	-0,808	0,564	3,323	0,715	-0,648	0,069

* Entre paréntesis se recogen la denominación de la región de acuerdo a la nomenclatura europea NUTS.

■ Descripción de los conglomerados

En el cuadro 2 se recoge la composición de cada uno de los diez *clusters*²⁰. Con relación al número asignado a cada conglomerado, se ha mantenido el ofrecido por la técnica *cluster*²¹. A partir de esta información, destacan una serie de hechos:

En primer lugar, es de señalar que el contexto europeo, muestra una importante heterogeneidad de tamaño —definido aquí como el número de regiones que forman cada uno de ellos— en los grupos detectados. Concretamente, existen tres sistemas formados por una

²⁰ En el cuadro 1 del Anexo se indica por países el *cluster* de pertenencia de cada región.

²¹ Este número indica el orden de aparición del conglomerado teniendo en cuenta como se encuentran distribuidas las regiones en la base de datos IAIF-RIS (UE). Concretamente en esta base de datos las regiones están ordenadas por países, y a su vez estos por orden alfabético.

CUADRO 2

COMPOSICIÓN DE LOS CLUSTERS

Région Bruxelles (be1)	1	Denmark (dk)	3	Baden-Württemberg (de1)	4	Kentriki Makedonia (gr12)	7
Vlaams Gewest (be2)	2	Hessen (de7)	3	Bayern (de2)	4	Ipeiros (gr21)	7
Région Wallone (be3)	2	Niedersachsen (de9)	3	Nordrhein-Westfalen (dea)	4	Dytiki Ellada (gr23)	7
Bremen (de5)	2	Rheinland-Pfalz (deb)	3	Île de France (fr1)	4	Groningen (nl11)	7
Hamburg (de6)	2	Rhône-Alpes (fr71)	3	Berlin (de3)	5	Vienna (at13)	7
Saarland (dec)	2	Lombardia (it2)	3	Comunidad de Madrid (es3)	5	Itä-Suomi (fi13)	7
Schleswig-Holstein (def)	2	North West (including Merseyside) (ukd)	3	Midi-Pyrénées (fr62)	5	Östra Mellansverige (se02)	7
Pais Vasco (es21)	2	Yorkshire and The Humber (uke)	3	Languedoc-Roussillon (fr81)	5	Mellersta Norrland (se07)	7
Champagne-Ardenne (fr21)	2	East Midlands (ukf)	3	Lazio (it6)	5	Övre Norrland (se08)	7
Picardie (fr22)	2	West Midlands (ukg)	3	Gelderland (nl22)	5	Flevoland (nl23)	8
Haute-Normandie (fr23)	2	Eastern (ukh)	3	Utrecht (nl31)	5	Noord-Brabant (nl41)	9
Centre (fr24)	2	London (uki)	3	Noord-Holland (nl32)	5	Pohjois-Suomi (fi15)	9
Basse-Normandie (fr25)	2	South East (ukj)	3	Zuid-Holland (nl33)	5	Etela-Suomi (fi17)	9
Bourgogne (fr26)	2	South West (ukk)	3	Brandenburg (de4)	6	Stockholm (se01)	9
Nord - Pas-de-Calais (fr3)	2	Scotland (ukm)	3	Mecklenburg-Vorpommern (de8)	6	Sydsverige (se04)	9
Lorraine (fr41)	2	Luxembourg (lu)	2	Sachsen (ded)	6	Västsverige (se0a)	9
Alsace (fr42)	2	Friesland (nl12)	2	Sachsen-Anhalt (dee)	6	Uusimaa (suuralue) (fi16)	10
Franche-Comté (fr43)	2	Drenthe (nl13)	2	Thüringen (deg)	6	Cataluña (es51)	6
Pays de la Loire (fr51)	2	Overijssel (nl21)	2	Anatoliki Makedonia, Thraki (gr11)	6	Comunidad Valenciana (es52)	6
Bretagne (fr52)	2	Zeeland (nl34)	2	Dytiki Makedonia (gr13)	6	Islas Baleares (es53)	6
Poitou-Charentes (fr52)	2	Limburg (NL) (nl42)	2	Thessalia (gr14)	6	Andalucía (es61)	6
Aquitaine (fr61)	2	Burgenland (at11)	2	Ionia Nisia (gr22)	6	Murcia (es62)	6
Limousin (fr63)	2	Niederösterreich (at12)	2	Stereia Ellada (gr24)	6	Canarias (ES) (es7)	6
Auvergne (fr72)	2	Kärnten (at21)	2	Peloponnisos (gr25)	6	Umbria (it52)	6
Provence-Alpes-Côte d'Azur (fr82)	2	Steiermark (at22)	2	Attiki (gr3)	6	Molise (it72)	6
Corse (fr83)	2	Oberösterreich (at31)	2	Voreio Aigaio (gr41)	6	Campania (it8)	6
Ireland (ie)	2	Salzburg (at32)	2	Notio Aigaio (gr42)	6	Puglia (it91)	6
Piemonte (it11)	2	Tirol (at33)	2	Kriti (gr43)	6	Basilicata (it92)	6
Valle d'Aosta (it12)	2	Vorarlberg (at34)	2	Galicia (es11)	6	Calabria (it93)	6
Liguria (it13)	2	Väli-Suomi (fi14)	2	Principado de Asturias (es12)	6	Sicilia (ita)	6
Trentino-Alto Adige (it31)	2	Åland (fi2)	2	Cantabria (es13)	6	Sardegna (ib)	6
Veneto (it32)	2	Norra Mellansverige (se06)	2	Navarra (es22)	6	Norte (pt11)	6
Friuli-Venezia Giulia (it33)	2	Småland med öarna (se09)	2	La Rioja (es23)	6	Centro (PT) (pt12)	6
Emilia-Romagna (it4)	2	North East (ukc)	2	Aragón (es24)	6	Lisboa e Vale do Tejo (pt13)	6
Toscana (it51)	2	Wales (ukl)	2	Castilla y León (es41)	6	Alentejo (pt14)	6
Marche (it53)	2	Northern Ireland (ukn)	2	Castilla-La Mancha (es42)	6	Algarve (pt15)	6
Abruzzo (it71)	2			Extremadura (es43)	6	Cataluña (es51)	6

única región —el *Cluster 1* (*Région Bruxelles* en Bélgica), el *Cluster 8* (*Flevoland* en los Países Bajos) y el *Cluster 10* (*Uusimaa* en Finlandia). En contraposición, el *Cluster 2* y el *Cluster 6*, están formados por 57 y 43 regiones respectivamente. Con relación al resto, el número de regiones que lo forman varía entre 4 y 15.

En segundo lugar, además de los *Cluster 1, 8 y 10* constituidos cada uno de ellos por lo que se ha considerado como región atípica²², el *Cluster 4* se encuentra también compuesto por regiones de esta categoría. Dichas regiones son las alemanas de *Baden-Württemberg*, *Bayern* y *Nordrhein-Westfalen*, así como la francesa de *Île de France*. Los restantes *clusters* que contienen las regiones atípicas son el *Cluster 5* —concretamente, *Berlín* y *Lazio* —, el *Cluster 7* —con tres, *Ipeiros*, *Groningen* y *Övre Norrland*— y el *Cluster 9* —*Noord Brabant*, *Pohjois-Suomi* y *Stockholm*.

En tercer lugar y realizando un análisis por países, —y con la excepción hecha para aquellos países uniregionales²³—, tan sólo Portugal presenta toda su extensión territorial en un único *cluster*. En el lado opuesto, Alemania y los Países Bajos²⁴ contienen regiones clasificadas en cinco tipos de conglomerados diferentes.

Por último, este análisis previo identifica países ligados claramente a determinados *clusters*. Así en Grecia sus regiones están adscritas únicamente a los *Cluster 6* y *Cluster 7*, mientras que en otros como Reino Unido sus regiones se anexionan a los *Cluster 2* y *Cluster 9*. En el caso de España, tan sólo la *Comunidad de Madrid* —*Cluster 5*— y el *País Vasco* —*Cluster 2*—, no forman parte del *Cluster 6*.

■ **Los sistemas regionales de innovación y su relación con los factores**

En el gráfico 1 se muestran los valores medios de los seis factores —*Entorno económico productivo regional*, *Empresas innovadoras*, *Universidad*, *Entorno nacional de la innovación*, *Administración Pública* y *Grado de sofisticación de la demanda*— en cada uno de los diez tipos de sistemas detectados. Esta información permite tener una visión más precisa de las características de cada uno de los sistemas²⁵.

²² Se recuerda que estas regiones son las que poseen puntuaciones factoriales fuera del intervalo (-3,3). Véase cuadro 2.

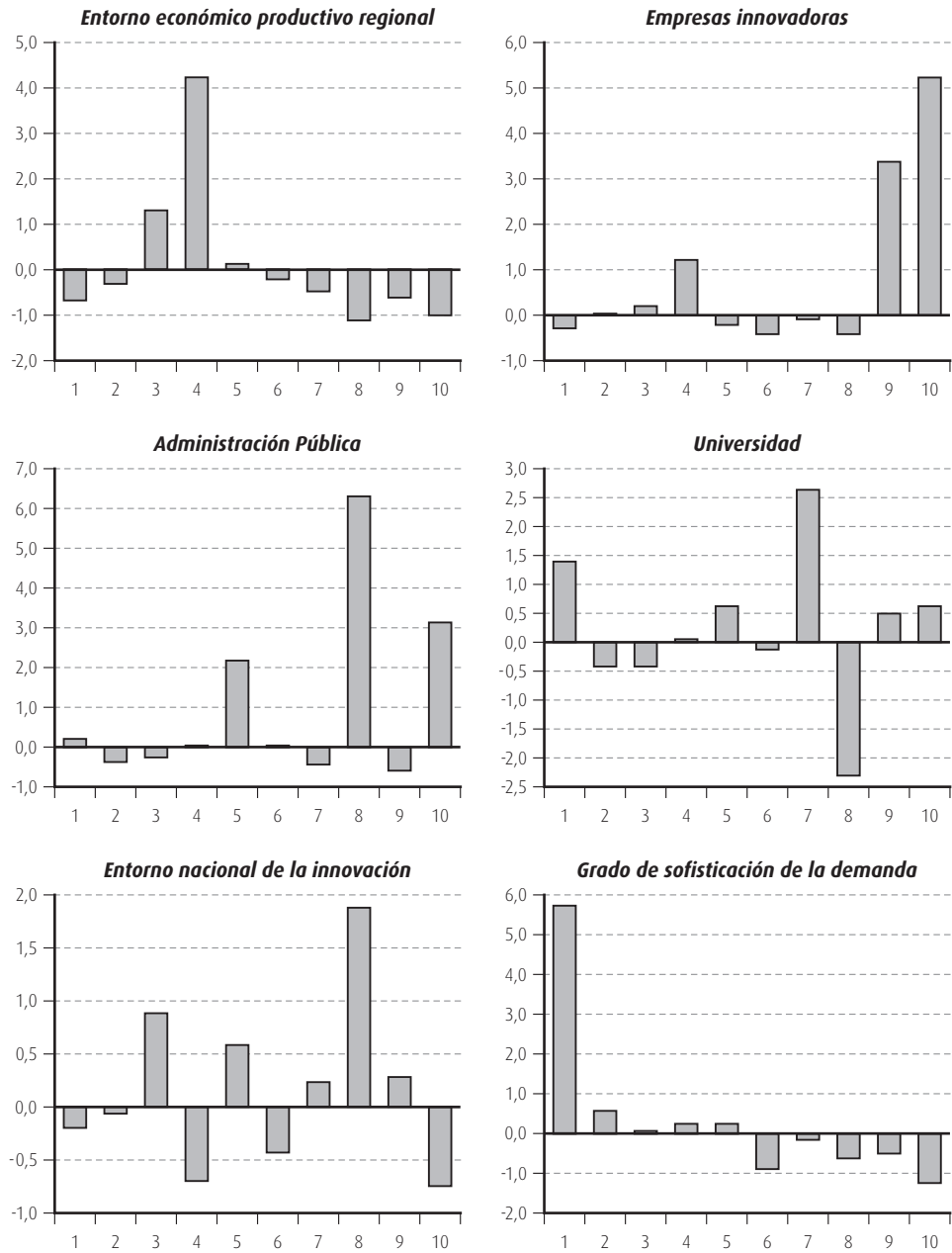
²³ Irlanda y Luxemburgo.

²⁴ Además no hay que olvidar que Alemania y los Países Bajos son los estados que contiene un mayor número de regiones con puntuaciones factoriales superiores a 3, concretamente tres regiones cada una de ellos. Véase cuadro 2.

²⁵ El lector puede consultar las puntuaciones factoriales eliminando los casos atípicos en el Anexo.

GRÁFICO 1

VALORES MEDIOS DE LAS PUNTUACIONES FACTORIALES (MEDIA = 0)



En el caso del primer factor —el *Entorno económico productivo regional*— presenta un comportamiento diverso en los distintos sistemas de innovación. Las regiones que claramente muestra un valor más alto de esta variable hipotética, son las pertenecientes al *Cluster 4*, con una puntuación media superior a cuatro. Concretamente las cuatro regiones se han considerado *outliers* en el factor. Destacan aquí también las regiones ligadas al *Cluster 3* que poseen una puntuación media factorial positiva y situándose levemente sobre la media el *Cluster 5*. Con relación al resto de regiones, su puntuación es negativa. Se puede afirmar que las regiones que destacan por su tamaño, tanto en su actividad productivo regional como en el conjunto de recursos humanos en ciencia y tecnología —cuantificado a través del *Entorno económico productivo regional*— a pesar de ser tan sólo 19, muestran diferencias muy marcadas con relación al resto.

En el caso del segundo factor, representante de aquellos aspectos más ligados al ámbito de las *Empresas innovadoras*, las diferencias vuelven a ser notorias. En esta ocasión, en primer lugar destaca el *Cluster 10*, caso atípico formado por la región de *Uusimaa* en Finlandia con una puntuación de 5,13. En segunda posición, se encuentra el *Cluster 9* —formado por seis regiones de las cuales tres son atípicas a causa de su alta puntuación en dicho factor— con valores superior a 3. Y ya en tercer lugar, con una puntuación claramente inferior, el *Cluster 4*. El resto de regiones muestran un desarrollo inferior, y en el mejor de los casos cercano a la media europea como en el *Cluster 3*.

El factor *Universidad*, muestra patrones de comportamiento diverso. Con una puntuación positiva y superior al resto de regiones (2,62) está el *Cluster 7*, donde de las nueve regiones que lo forman, tres son de carácter atípico. En segunda posición, se encuentra el *Cluster 1*, y sucesivamente con valores ligeramente por encima de la media los *Cluster 5*, *9* y *10*. Los demás conglomerados poseen puntuaciones negativas despuntando el caso de *Flevoland* —*Cluster 8*²⁶.

La variable hipotética *Entorno nacional de la innovación*, como ya se ha señalado, está determinada por variables medidas en el contexto nacional. De esta forma, una mayor presencia de regiones de un país en un grupo, condiciona los resultados obtenidos²⁷. Así aquellos *clusters* con predominio de regiones del Reino Unido y los Países Bajos²⁸ destacan en el factor. En concreto, es el *Cluster 8*, constituido únicamente por la región de *Flevoland*

²⁶ Nótese que este es el valor más bajo detectado en los seis factores, o lo que es lo mismo, se encuentra aquí la mayor diferencia por debajo de la media entre grupos en el caso de *Universidad*.

²⁷ No obstante hay que tener presente, que en el cálculo de las puntuaciones factoriales se ha utilizado el método de regresión, que también incluye las relaciones débiles con otras variables.

²⁸ En primer lugar Reino Unido y muy seguido los Países Bajos son los que presentan un mayor desarrollo del *Entorno nacional de la innovación*. Muestran también valores por encima de la media Irlanda y Luxemburgo.

—Países Bajos—, el que muestra un valor más alto. Posteriormente, se encuentran los *Clusters* 3 y 5, en los que predominan las regiones de Reino Unido y los Países Bajos respectivamente, con puntuaciones cercanas a 1.

Por su parte, en el factor *Administración Pública* despunta nuevamente la región de *Flevoland* —*Cluster 8*— con una puntuación factorial claramente atípica (6,37) seguido de la región de *Uusimaa* que constituye el *Cluster 10*. En tercer lugar aparece el *Cluster 5*, formado por nueve regiones de las cuales dos de ellas presentan puntuaciones factoriales superiores a 3. Los demás grupos presentan valores cercanos aunque, en general, inferiores a la media del conjunto.

Finalmente en el sexto factor —Grado de sofisticación de la demanda— nuevamente un conglomerado unirregional atípico vuelve a destacar, el *Cluster 1*. Las demás regiones con valores positivos pero muy cercanos a la media europea son los *Cluster 2, 3, 4 y 5*, teniendo el valor más bajo el *Cluster 10*.

En general, se puede señalar que el comportamiento de los diferentes tipos de sistemas de innovación detectados es diverso en cada uno de los factores.

■ *Tipología de sistemas regionales de innovación*

En los gráficos 2, 3 y 4 se agrupan los *clusters* identificados a partir de sus puntuaciones factoriales. Se incluyen aquí también los resultados eliminando las regiones atípicas. En general puede señalarse que la tipología de sistemas detectada presenta diferencias importantes así como marcadas asimetrías en algunos casos.

En primer lugar, se pueden identificar una serie de conglomerados que destacan de forma muy significativa en algún factor (gráfico 2). Estos son los *Cluster 1, Cluster 2, Cluster 4, Cluster 8, Cluster 9 y Cluster 10*, en los que existe un claro predominio de regiones con elevadas puntuaciones factoriales en algunos de sus componentes —concretamente tres de ellos están formados por una única región atípica—, por lo que pueden denominarse sistemas regionales de innovación *outliers*.

El *Cluster 1*, es un sistema de innovación constituido por la región belga de *Bruxelles* y representa el 0,57 por 100 del PIB del total de países aquí estudiados²⁹. Con una puntuación

²⁹ Período temporal 1998, 1999 y 2000.

GRÁFICO 2
SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN OUTLIERS

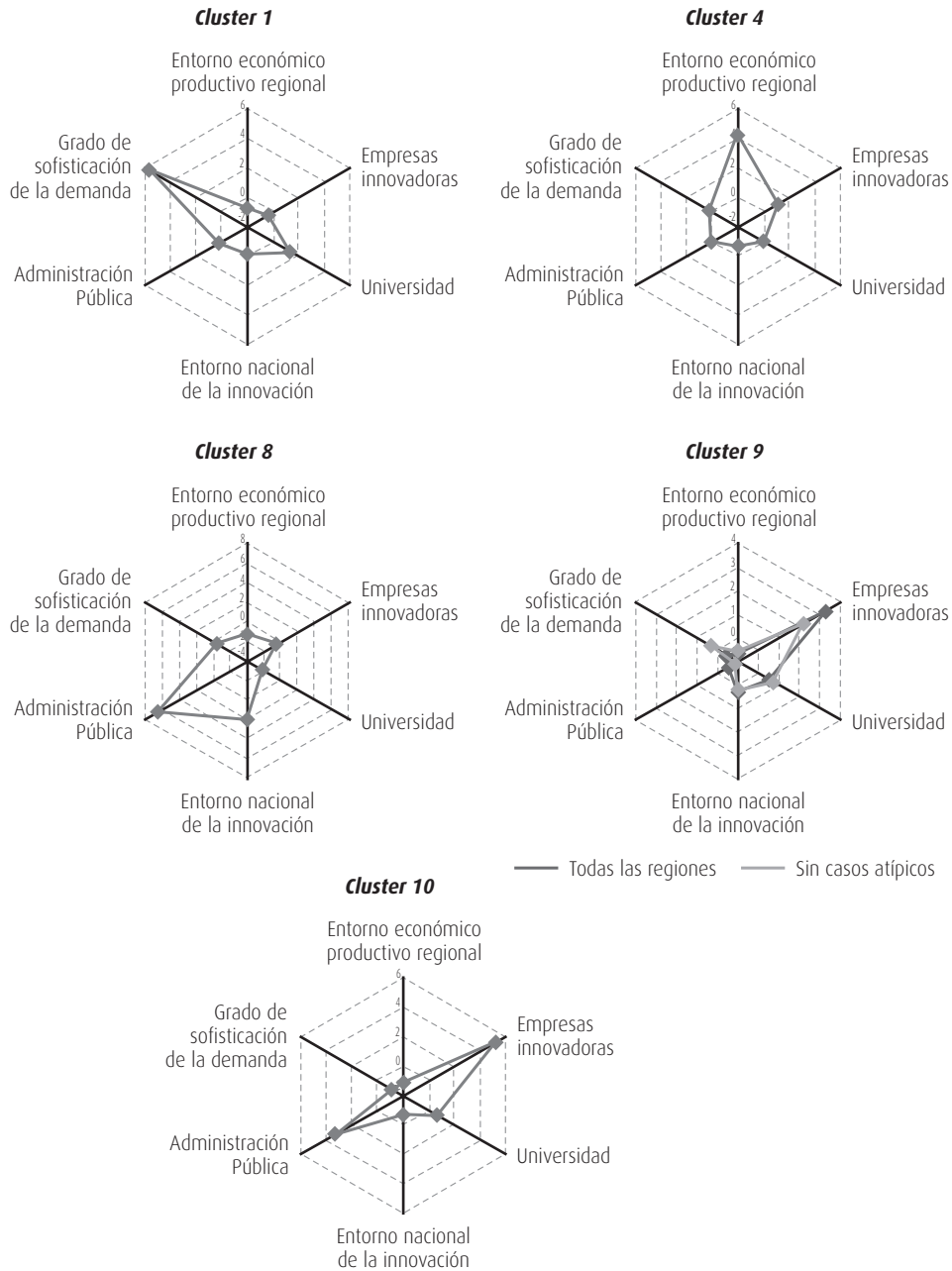
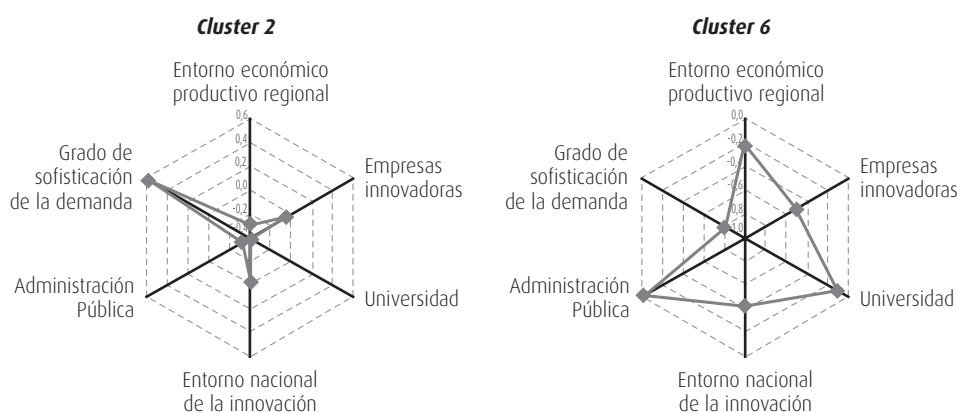


GRÁFICO 3

SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN MENOS DESARROLLADOS

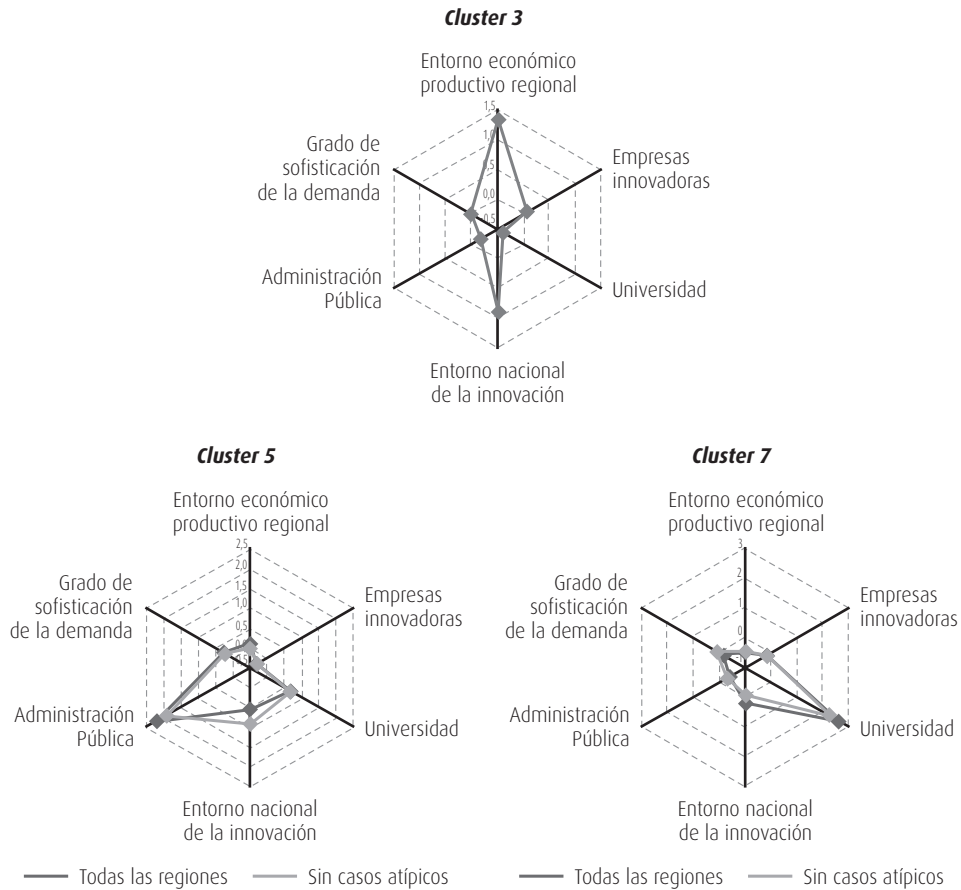


claramente atípica y por encima de la media en el factor *Grado de sofisticación de la demanda* presenta una importante asimetría en el desarrollo de sus componentes. Además del destacado papel del factor citado, es importante en su sistema el componente *Universidad*, con un valor superior a la media europea, a diferencia del resto de elementos. El *Cluster 4* lo forman cuatro regiones *outliers* debido a causa de su puntuación factorial en el *Entorno económico productivo regional*. Estas cuatro regiones, tres de Alemania —*Baden-Württemberg*, *Bayern* y *Nordrhein-Westfalen*— y una de Francia —*Île de France*— concentran el 18,76 por 100 del PIB europeo. Aunque los elementos relacionados con su entorno productivo regional son los más importantes, se puede considerar el sistema más desarrollado del conjunto. Prueba de ello, son sus puntuaciones positivas en el factor *Empresas innovadoras* y aunque en menor medida también en el caso de la *Administración Pública* y el *Grado de sofisticación de la demanda*. Los restantes factores, a pesar de tener puntuaciones negativas, no se encuentran a gran distancia de la media europea. El *Cluster 8* está formado únicamente por la región holandesa de *Flevoland* y representa el 0,08 por 100 del PIB europeo. Con una puntuación claramente atípica y positiva en el factor *Administración Pública*, se caracteriza por las importantes asimetrías existentes en el desarrollo de sus componentes. Prueba de ello es la situación que muestra los elementos relacionados con la *Administración Pública*. Presenta también valores positivos en el *Entorno nacional de la innovación*³⁰, encontrándose los demás componentes en una situación ligeramente inferior a la media europea. El *Conglomerado 9* está

³⁰ Tal y como ya se había comentado las regiones de los Países Bajos presentan un importante grado de desarrollo en las variables que configuran el *Entorno nacional de la innovación* respecto a los restantes países de la Unión Europea.

GRÁFICO 4

SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN DE GRADO INTERMEDIO



constituido por seis regiones —una situada en los Países Bajos, dos en Finlandia y tres en Suecia— y concentra el 3,15 por 100 del PIB europeo. En este sistema se incluyen tres regiones atípicas, la holandesa de *Noord-Brabant*, la finlandesa de *Pohjois-Suomi* y la sueca de *Stockholm*, consideradas como tales por su elevada puntuación en el factor *Empresas innovadoras*. A la vista del gráfico 2 se observa la importancia que este factor posee en la configuración del sistema de innovación. También en este *cluster*, muestran un desarrollo superior a la media europea el *Entorno nacional de la innovación* y en menor medida, la *Universidad*. Los restantes factores, aunque cercanos, revelan un comportamiento inferior al conjunto europeo. Nuevamente aquí las asimetrías en el desarrollo de sus componentes

son importantes. El sistema de innovación denominado *Cluster 10* lo constituye la región finlandesa *Uusimaa*, que representa el 0,56 por 100 del PIB europeo. Esta región es considerada como un caso atípico debido a su elevada puntuación en dos de los seis factores, las *Empresas innovadoras* y la *Administración Pública*. Como se aprecia en el gráfico 2, el sistema revela un comportamiento muy superior a la media europea para los citados factores, pero sin embargo, inferior en el caso del *Entorno económico productivo regional*, el *Entorno nacional de la innovación* así como el *Grado de sofisticación de la demanda*.

En segundo lugar y recogidos en el gráfico 3, aparecen los sistemas regionales de innovación menos desarrollados, los *Clusters 2* y *6*. Ambos son los que contienen un mayor número de regiones, sin embargo también los que presentan mayores debilidades en el desarrollo de sus componentes. Así la mayor parte de los casos poseen puntuaciones factoriales que se sitúan por debajo de la media del conjunto europeo. El *Conglomerado 2* está formado por 57 regiones europeas, de doce de los quince países estudiados³¹ y genera el 26,83 por 100 del PIB. Tan sólo Dinamarca, Grecia y Portugal, no poseen representación aquí. Con relación al grado de desarrollo de sus factores y excepción hecha para el factor *Grado de sofisticación de la demanda*, los mismos se encuentran en una posición ligeramente inferior a la media europea. El *Cluster 6* está formado por 43 regiones pertenecientes a Portugal, España y Grecia principalmente y también algunas de Italia y Alemania. No obstante tan sólo concentra el 13,30 del PIB europeo. La principal característica de este conglomerado deriva del escaso desarrollo de sus seis componentes, todos ellos con puntuaciones inferiores a la media europea y en especial en el caso del *Grado de sofisticación de la demanda*. Es un *cluster* constituido por regiones con una estructura económica débil que se ve reflejada en sus sistemas regionales de innovación.

Finalmente, con un comportamiento no tan extremo, aparecen con los conglomerados 3, 5 y 7 en el gráfico 4. Los mismos presentan un desarrollo de sus factores diverso. El *Cluster 3* está formado por 15 regiones y constituye el 27,22 por 100 del PIB europeo. Estas pertenecen a Dinamarca, Francia, Italia y Reino Unido, destacando aquí este último país con nueve de sus doce regiones aquí clasificadas. Este conglomerado, a la vista del gráfico 4, muestra unas puntuaciones factoriales claramente superiores a la media en el caso del *Entorno económico productivo regional* y del *Entorno nacional de la innovación*. Muy similares a la media son el factor *Empresas innovadoras* y del *Grado de sofisticación de la demanda*, e inferiores el resto. El *Cluster 5* que concentra el 7,47 por 100 del PIB europeo, contiene un total de nueve regiones, de las cuales cuatro son de los Países Bajos —*Gelderland*, *Utrecht*, *Noord-Holland* y *Zuid-Holland*—, dos se encuentran en Francia —*Midi-Pyrénées* y *Languedoc-Rousillon*— y las tres

³¹ Dinamarca, Grecia y Portugal no tienen representación en el *Cluster 2*.

restantes se corresponden con las unidades territoriales donde se sitúan las capitales de Italia —*Lazio*—, España —*Comunidad de Madrid*— y Alemania —*Berlin*—. De estas regiones, concretamente *Berlin* y *Lazio*, presentan puntuaciones superiores a 3 en el caso del factor *Administración Pública*. A la vista del gráfico 4 se puede afirmar la importancia del factor *Administración Pública* en este Sistema regional de innovación. Es más, la eliminación de los casos *outliers* suaviza únicamente este comportamiento. En segundo lugar, destaca la *Universidad*. Por su parte, los restantes factores presentan valores positivos y muy cercanos a la media europea con la excepción del caso *Empresas innovadoras*. Se vuelve a repetir en este conglomerado la asimetría en el desarrollo de los componentes de los sistemas. El *Cluster 7* está constituido por un total de nueve regiones y en el se concentra el 2,07 por 100 del PIB europeo. Los países que contienen regiones en este sistema son Grecia, los Países Bajos, Austria, Finlandia y Suecia. Entre ellas se encuentran tres de carácter *outlier* a causa del factor *Universidad*, concretamente la griega *Ipeiros*, la holandesa *Groningen* y la sueca de *Övre Norrland*. El desarrollo desigual de sus factores indica aquí también la existencia de importantes asimetrías. Concretamente, el *Entorno económico productivo regional*, las *Empresas innovadoras*, la *Administración Pública* y el *Grado de sofisticación de la demanda* están por debajo de la media europea, mientras que los restantes factores muestran puntuaciones positivas, hecho mucho más marcado en el caso del factor *Universidad*.

La tipología de sistemas descrita es así una herramienta útil para clasificar las regiones de acuerdo al desarrollo de sus componentes. Se presentan así las diferencias y similitudes en los distintos *clusters* o tipos de regiones

■ 6.4. ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA EN LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN

En este apartado se estudiará el grado de eficiencia relativa con el que las regiones emplean sus recursos en los procesos de innovación, especificándose los resultados del 2000. Para ello, la técnica empleada es el *Análisis Envolvente de Datos*.

■ Principales aspectos metodológicos sobre el *Análisis Envolvente de Datos*

Uno de los principales aspectos que han ido demostrando los estudios de economía es la ineficiencia con la que actúan las diversas unidades a la hora de emplear los recursos —*inputs*— en la obtención de *outputs*. En este contexto, han ido surgiendo en la literatura

diversos modelos de medición de la eficiencia que pueden clasificarse en dos bloques³². Por un lado, aquellos que pertenecen al conocido como *enfoque paramétrico*, se basan en explicitar la tecnología que utiliza la función de producción de los *outputs* —normalmente modelos econométricos que representan la forma en que se combinan los distintos *inputs*— así como la distribución de los residuos³³. Por otro lado, los pertenecientes al *enfoque no paramétrico* no necesitan definir la forma concreta de la función de producción. Dentro de los mismos destaca el conocido como *Análisis Envolvente de Datos*. Dado que en trabajo no puede definirse una función concreta de producción de los sistemas regionales de innovación, será necesario emplear esta metodología.

El *Análisis Envolvente de Datos* (DEA)³⁴, tiene como autores a Charnes, Cooper y Rhodes (1978), quienes modelizaron a través de la programación lineal el término de eficiencia. A partir de las llamadas *unidades tomadoras de decisión* —también denominadas DMUs³⁵ y que constituyen las unidades de estudio— se construye una frontera eficiente formada por aquellos casos (DMUs) que utilizan la menor cantidad de *inputs* por unidad de *output* producida, así como por otras unidades de carácter ficticio resultado de las combinaciones lineales de los *inputs* y los *outputs* de las unidades que se analizan. Las unidades económicas situadas sobre la frontera alcanzarán un índice de eficiencia relativa de 100 por 100, mientras que el resto de casos obtendrán una eficiencia relativa con relación a alguna unidad eficiente que sí se encuentre sobre la frontera. El análisis permite así conocer la cantidad mínima de recursos que cada DMU podría utilizar sobre los que realmente emplea para llevar a cabo una producción eficiente.

En la aplicación de la metodología DEA, es necesario en primer lugar especificar la orientación del modelo. Al igual que ocurre cuando se habla del término *eficiencia de pareto*, existen dos posibles opciones, la *orientación output* y la *orientación input*. La elección de

³² Farrell (1957) sería el encargado de establecer las bases conceptuales de los llamados modelos de medición de la eficiencia. El citado autor diferencia entre *eficiencia técnica* y la *eficiencia precio*. La *eficiencia técnica* es aquella que permite obtener el máximo *output* a partir de una combinación dada de *inputs*. Por su parte, la *eficiencia precio* es aquella en la que un determinado *output* se obtiene a través de una cantidad óptima de recursos dados sus respectivos precios. A partir de aquí Farrell define la *eficiencia global* como el producto de la *eficiencia técnica* por la *eficiencia precio*, es decir, cuando se logra un *output* máximo al menor coste posible.

³³ Bajo este enfoque destacan dos modelos: En primer lugar el llamado *modelo determinístico de frontera* (MMF), basado en la afirmación de que la variación de los residuos es debida a las ineficiencias técnicas en la utilización de los recursos. El segundo modelo conocido como *estocástico de frontera* (MEF), tiene como ventaja frente al modelo anterior, la posibilidad de separar para una muestra de unidades económicas el efecto de la ineficiencia técnica de los efectos aleatorios sobre el valor de los residuos. Sin embargo también implica problemas, ya que no permite estudiar el grado de eficiencia de cada unidad, sino sólo para el conjunto de la muestra.

³⁴ El término DEA deriva del inglés *Data Envelopment Analysis*.

³⁵ El término DMU deriva del inglés *Decision Making Unit*.

RECUADRO 2

METODOLOGÍA DEA

El modelo planteado por Charnes, Cooper y Rhodes (CCR) para n unidades productivas que producen s *outputs* a partir de m *inputs* matemáticamente se podrá ver tanto desde la óptica de maximización de los *outputs* o de la minimización de los *inputs*

La versión fraccional desde una orientación *output*, nos indica que la eficiencia de una unidad se corresponde con la ratio de la suma ponderada de *outputs* con respecto a la suma ponderada de *inputs*

Orientación *output*:

$$\text{Maximizar } h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s U_{r0} Y_{r0}}{\sum_{i=1}^m V_{i0} X_{i0}}$$

$$\text{Sujeto a } \frac{\sum_{r=1}^s U_{r0} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_{i0} X_{ij}} \leq 1; \quad j = 0, 1, 2, \dots,$$

$$U_{r0} \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$V_{i0} \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Donde:

La unidad productiva cuya eficiencia se va a evaluar se denota con el subíndice 0.

Y_{rj} = Cantidad de *output* r producido por la unidad j

U_r = Ponderación asignada al *output* r

X_{ij} = Cantidad de *input* i consumido por la unidad j

V_i = Ponderación asignada al *input* i

La resolución de este programa matemático permite determinar los valores U_{r0} y V_{i0} y por lo tanto el índice de eficiencia h_0 asignado a la unidad productiva evaluada. Resolviéndolo para cada una de las n unidades se obtiene la medida de la eficiencia de las mismas. Esta eficiencia es siempre relativa, ya que se comparan unidades.

El mismo problema puede plantearse de forma lineal de la siguiente manera*:

Orientación *output*:

$$\text{Maximizar } \Phi_0 = \sum_{r=1}^s U_{r0} Y_{r0}$$

$$\text{Sujeto a } \sum_{r=1}^s U_{r0} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_{i0} X_{ij} \leq 0; \quad j = 0, 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^m V_{i0} X_{i0} = 0$$

$$U_{r0} \geq \varepsilon \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$V_{i0} \geq \varepsilon \quad i = 1, 2, \dots, m$$

* En 1979 Charnes, Cooper y Rhodes introducen una rectificación en el programa fraccional original requiriéndose que las ponderaciones deberían ser estrictamente positivas, $U_{r0} \geq \varepsilon$ y $V_{i0} \geq \varepsilon$, donde ε es un número suficientemente pequeño y positivo.

una u otra dependerá del tema a tratar³⁶. Posteriormente, se requiere fijar el tipo de rendimientos que presenta la función de producción. La primera opción se conoce como *modelo CCR* de Charnes, Cooper y Rhodes (1978) donde se asume el supuesto de rendimientos constantes a escala. La otra opción, es el *modelo BCC*, que reconoce la presencia de rendimientos variables —constantes, crecientes o decrecientes— de Banker, Charnes y Cooper (1984), sin embargo, la elección de este segundo modelo puede conducir así a resultados sobrestimados³⁷ por lo que no se emplea en la mayor parte de estudios, ni en la sección aquí presentada. En el recuadro 2 se indica en términos de programación lineal el *modelo CCR*³⁸ o de rendimientos constantes a escala que será el aquí empleado.

■ Especificación de los modelos de eficiencia en el estudio de los sistemas regionales de innovación europeos

Como ya se indicado, el objetivo perseguido es el estudio de la eficiencia relativa de las regiones europeas en el contexto de la innovación. De esta forma como unidades tomadoras de decisión se manejarán las 146 regiones ya estudiadas previamente, detallándose los resultados del año 2000³⁹.

■ Variables outputs e inputs

A la hora de cuantificar los resultados vinculados a la innovación y los procesos de cambio tecnológico, de los sistemas regionales, se han empleado, como *input* del proceso innovador a dos variables relacionadas con su comportamiento patentador. Es necesario matizar aquí que las patentes presentan limitaciones importantes como medida del *output*, sin embargo, en la actualidad siguen siendo el mejor indicador del que se dispone para un estudio

³⁶ La *orientación output* implica que dados unos *outputs* se minimizar la cantidad de *inputs* empleados. Por su parte, la *orientación input* indica que dado unos *inputs* se maximizan la cantidad de *outputs* obtenidos.

³⁷ Para este último enfoque hay que tener presente que la eficiencia será siempre mayor, o al menos igual, que la obtenida bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala, al no considerarse las posibles ineficiencias derivadas del hecho de que la unidad económica no opere en la escala más productiva. Concretamente, en el cálculo de los índices de eficiencia que se les atribuye a las regiones, tan sólo se emplean como unidades de referencia aquellas con una escala similar —y no con todos los casos como sucede cuando se utilizan rendimientos constantes a escala— perdiéndose una importante información. Este hecho ha originado que en la mayor parte de los trabajos se aplique el supuesto rendimientos constantes a escala.

³⁸ El modelo original de Charnes, Cooper y Rhodes (1978) se presentó en su versión fraccional. Posteriormente debido a los problemas que surgen a la hora de resolver en término de programación lineal han aparecido otras formulaciones como por ejemplo lineal, dual unitápico o dual bietápico.

³⁹ Dado que los resultados en el período 1998, 1999 y 2000 son muy similares, se ha optado por explicar los obtenidos el último año.

de este tipo⁴⁰. Concretamente las variables empleadas son las *patentes totales* y las *patentes per cápita*. En ambos casos se corresponden con aquellas registradas en la Oficina Europea de Patentes (EPO)⁴¹.

Por su parte, los factores determinantes de los sistemas regionales de innovación europeos —*Entorno económico productivo regional, Empresas innovadoras, Universidad, Entorno nacional de la innovación, Administración Pública y Grado de sofisticación de la demanda*— son los encargados de mostrar y cuantificar los principales aspectos vinculados a los mismos. Partiendo de esta idea, parece adecuado utilizar los mismos como elementos *inputs* en los procesos de innovación y cambio tecnológico de las regiones. Así han sido calculados los factores de los sistemas de innovación para el período 1998, 1999 y 2000 eliminando las variables *output* de eficiencia, es decir, las patentes. Los resultados obtenidos son muy similares al caso de trabajar con la media de los años 1998, 1999 y 2000 incluyendo las patentes. En el recuadro 3 se recogen los principales aspectos metodológicos del *análisis factorial* llevado a cabo⁴².

■ *Orientación del modelo y rendimientos*

En este caso la orientación elegida es de tipo *output*, es decir, a partir de los resultados de la innovación, serán más eficientes aquellas regiones que utilicen menos recursos para obtenerlos.

En este capítulo se presentan únicamente los resultados del modelo con rendimientos constantes, puesto que el objetivo aquí es mostrar un análisis comparativo de todas las regiones y no sólo con aquellas que presentan una misma escala.

En el esquema 2, se presentan los seis factores empleados como *inputs*, —además de las variables que lo forman—, así como los dos tipos de *output* con los que se trabaja, uno en términos absolutos y otro en términos relativos. De esta forma se eliminan los posibles efectos que puede ejercer el tamaño de los sistemas en el uso eficiente que hagan de sus recursos.

⁴⁰ Para un análisis detallado sobre las principales limitaciones y ventajas del uso de las patentes como indicadores de los resultados de los procesos de innovación remitimos al lector al capítulo 3 y especialmente al capítulo 5.

⁴¹ Las patentes registradas en la EPO, frente a las registradas en las oficinas de patentes nacionales presentan la ventaja de eliminar el llamado “efecto sede”, es decir las patentes se asignan al lugar de residencia del inventor o inventores y no en función de la empresa titular de los derechos de propiedad. En el caso de que el inventor o inventores residan en regiones distintas las patentes pueden asignarse como fracciones. Además evita los problemas derivados de las diferencias entre los regímenes legales de los distintos países para la protección de la propiedad industrial, lo que favorece a una investigación de tipo regional con diferentes países. Baumert (2006, pág. 95).

⁴² Las salidas del *análisis factorial* practicado pueden consultarse en el anexo.

RECUADRO 3

DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES *INPUTS* DE LOS MODELO DE EFICIENCIA A TRAVÉS DEL ANÁLISIS FACTORIAL

Inicialmente se realiza un análisis exploratorio de la *matriz de correlaciones*, así como de la *matriz anti-imagen* obteniéndose resultados que apoyan la adecuación llevar a cabo el *análisis factorial*. Posteriormente a través de la *medida de adecuación muestral KMO* —con un valor de 0,824— y del *test de Esfericidad de Barlett* —cuyo valor es significativo al 95 por 100— se verifica la posibilidad de aplicar esta técnica.

En el *análisis factorial de componentes principales* han sido seleccionadas las mismas variables que en el caso de la media de los años 1998, 1999 y 2000 —utilizados en la determinación de la tipología— con la excepción de aquellas relativas a patentes.

Las *comunalidades* presentan valores superiores al 80 por 100 con la excepción de cuatro de ellas que se encuentran en torno al 70 por 100*.

Se han extraído seis factores que explican el 90,21 por 100 de la varianza del modelo. Dichos factores tras la rotación *Varimax* coinciden con los identificados en el epígrafe 1 de este capítulo.

En el caso de la variabilidad recogida por cada uno de ellos, existe un aumento de la misma en todos los factores, excepto en *Empresas innovadoras*. Este hecho es lógico dado que no recoge los aspectos del *output* innovador (patentes).

Los factores son los siguientes:

Factor 1: *Entorno económico productivo regional* recoge un 35,27 por 100 de la varianza total

Factor 2: *Empresas innovadoras* acumula un 11,92 por 100 de la varianza total

Factor 3: *Universidad* donde se explica un 11,91 por 100 de la varianza total

Factor 4: *Entorno nacional de la innovación capta* un 11,86 por 100 de la varianza del modelo

Factor 5: *Administración Pública* que explica un 11,12 por 100 de la varianza total

Factor 6: *Grado de sofisticación de la demanda*. Recoge un 8,13 por 100 de la varianza

Las correlaciones o *saturaciones* de las variables con los factores son muy similares a las recogidas con anterioridad.

Las puntuaciones factoriales, que serán las que se utilicen *inputs* en el análisis de la eficiencia, se obtenido por el método de regresión.

* Dichas variables son: *gasto en I+D de la Universidad (porcentaje sobre el PIB)*, *número de alumnos de tercer ciclo (por mil de la población)*, *capital inversión semilla* y *arranque (porcentaje sobre el PIB)* e *Índice de libertad económica*.

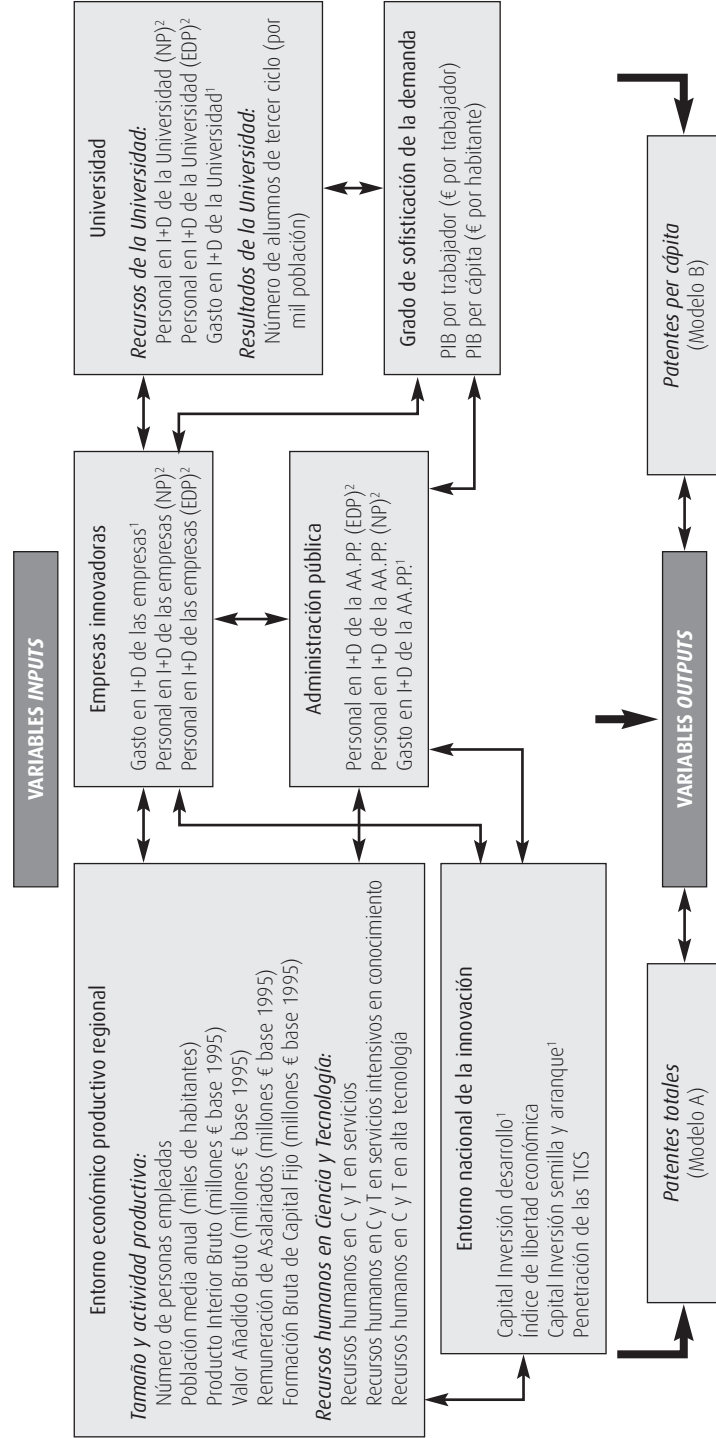
■ Análisis de la eficiencia en el modelo A (*output: patentes totales*)

En el cuadro 3 se recogen los resultados de eficiencia relativa que presentan las regiones europeas utilizando como medida del *output* el número de patentes totales. En el cuadro del Anexo 2 se incluyen también dichos resultados ordenados por países.

En general, se observa como la mayor parte de las regiones europeas presentan índices bajos. Concretamente el 82 por 100 de las regiones muestra un nivel de eficiencia inferior al 10 por 100 con relación a las líderes alemanas de *Baden-Württemberg*, *Bayern* y *Nordrhein-Westfalen*. Además tan sólo *Île de France* —Francia— y *Noord-Brabant* —Países Bajos— muestran unos valores de eficiencia superiores al 50 por 100. Dentro de este contexto aquellos países que presentan los resultados menos satisfactorios en el conjunto son Portugal, Grecia y España.

ESQUEMA 2

VARIABLES INPUTS Y OUTPUTS DE LOS MODELOS DE EFICIENCIA



NP: Número de personas; EDP: Equivalencia a dedicación plena.

¹ Porcentaje sobre el PIB.

² Por mil sobre el empleo.

³ Respecto a cada millón de la población activa.

⁴ Respecto a cada millón de la población.

CUADRO 3

ÍNDICES DE EFICIENCIA MODELO A

Variable output: patentes totales

REGIÓN	EFICIENCIA	REGIÓN	EFICIENCIA
1 Baden-Württemberg (de1)	100,00	38 Hamburg (de6)	11,53
2 Bayern (de2)	100,00	39 Noord-Holland (nl32)	11,04
3 Nordrhein-Westfalen (dea)	100,00	40 Ireland (ie)	10,40
4 Île de France (fr1)	82,87	41 Gelderland (nl22)	10,08
5 Noord-Brabant (nl41)	55,63	42 Limburg (nl42)	9,62
6 Hessen (de7)	50,82	43 Midi-Pyrénées (fr62)	9,37
7 Niedersachsen (de9)	40,65	44 Oberösterreich (at31)	9,23
8 Stockholm (se01)	37,33	45 Centre (fr24)	9,23
9 South East (ukj)	36,68	46 Cataluña (es51)	8,94
10 Rheinland-Pfalz (deb)	35,53	47 Vienna (at13)	8,54
11 Uusimaa (suuralue) (fi16)	35,31	48 Utrecht (nl31)	8,38
12 Eastern (ukh)	34,64	49 Toscana (it51)	8,07
13 Rhône-Alpes (fr71)	34,27	50 Pohjois-Suomi (fi15)	7,81
14 Lombardia (it2)	34,20	51 Haute-Normandie (fr23)	7,59
15 Denmark (dk)	25,82	52 Niederösterreich (at12)	7,45
16 Vlaams Gewest (be2)	24,76	53 Bretagne (fr52)	7,39
17 Västsverige (se02)	23,30	54 Norra Mellansverige (se06)	7,11
18 London (uki)	22,83	55 Wales (ukl)	7,00
19 Sydsverige (se04)	21,89	56 Thüringen (deg)	6,99
20 Emilia-Romagna (it4)	19,95	57 Lorraine (fr41)	6,64
21 South West (ukk)	19,83	58 North East (ukc)	6,55
22 Berlin (de3)	19,78	59 Steiermark (at22)	6,41
23 Etelä-Suomi (fi17)	19,27	60 Lazio (it6)	6,41
24 North West (including Merseyside) (ukd)	16,93	61 Saarland (dec)	6,36
25 Östra Mellansverige (se02)	16,28	62 Pays de la Loire (fr51)	6,22
26 Zuid-Holland (nl33)	16,05	63 Nord - Pas-de-Calais (fr3)	6,15
27 Provence-Alpes-Côte d'Azur (fr82)	15,08	64 Région Bruxelles (be1)	6,11
28 Veneto (it32)	15,07	65 Brandenburg (de4)	6,07
29 Région Wallone (be3)	14,84	66 Overijssel (nl21)	6,03
30 Piemonte (it11)	14,48	67 Franche-Comté (fr43)	5,97
31 East Midlands (ukf)	14,05	68 Comunidad de Madrid (es3)	5,88
32 West Midlands (ukg)	13,83	69 Bourgogne (fr26)	5,87
33 Yorkshire and The Humber (uke)	13,63	70 Friuli-Venezia Giulia (it33)	5,71
34 Scotland (ukm)	13,61	71 Picardie (fr22)	5,64
35 Sachsen (ded)	13,02	72 Väli-Suomi (fi14)	5,32
36 Schleswig-Holstein (def)	12,74	73 Languedoc-Roussillon (fr81)	5,28
37 Alsace (fr42)	12,23	74 Vorarlberg (at34)	5,26

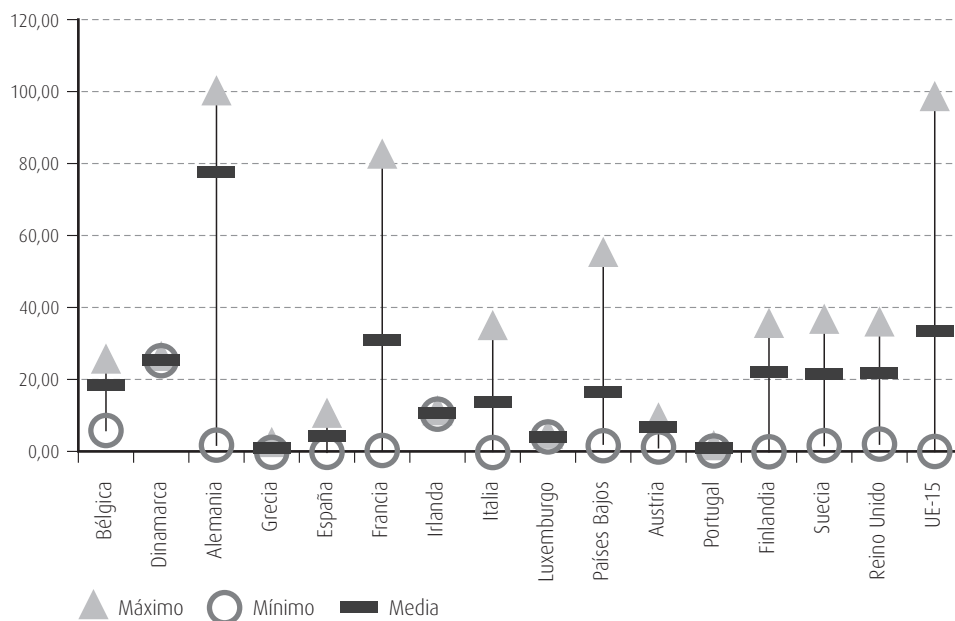
CUADRO 3 (continuación)

ÍNDICES DE EFICIENCIA MODELO A

Variable output: patentes totales

REGIÓN	EFICIENCIA	REGIÓN	EFICIENCIA
75 Auvergne (fr72)	5,03	111 Aragón (es24)	0,90
76 Småland med öarna (se09)	4,58	112 Castilla y León (es41)	0,79
77 Sachsen-Anhalt (dee)	4,48	113 Burgenland (at11)	0,64
78 Aquitaine (fr61)	4,48	114 Calabria (it93)	0,63
79 Övre Norrland (se08)	4,47	115 Sardegna (itb)	0,61
80 Comunidad Valenciana (es52)	3,98	116 Lisboa e Vale do Tejo (pt13)	0,54
81 Liguria (it13)	3,84	117 Islas Baleares (es53)	0,52
82 Luxembourg (lu)	3,83	118 Canarias (es7)	0,52
83 Marche (it53)	3,75	119 Kentriki Makedonia (gr12)	0,50
84 Tírol (at33)	3,70	120 Murcia (es62)	0,47
85 Champagne-Ardenne (fr21)	3,63	121 Principado de Asturias (es12)	0,44
86 Kärnten (at21)	3,31	122 Norte (pt11)	0,42
87 Salzburg (at32)	2,93	123 Galicia (es11)	0,37
88 Poitou-Charentes (fr53)	2,79	124 Castilla-la Mancha (es 42)	0,32
89 País Vasco (es21)	2,71	125 Centro (pt12)	0,28
90 Mecklenburg-Vorpommern (de8)	2,62	126 Cantabria (es13)	0,23
91 Basse-Normandie (fr25)	2,60	127 Valle d'Aosta (it12)	0,20
92 Bremen (de5)	2,57	128 Dytiki Ellada (gr23)	0,17
93 Abruzzo (it71)	2,47	129 Extremadura (es43)	0,11
94 Sicilia (it2)	2,38	130 Kriti (gr43)	0,11
95 Trentino-Alto Adige (it31)	2,22	131 Basilicata (it92)	0,11
96 Northern Ireland (ukn)	2,19	132 La Rioja (es23)	0,08
97 Campania (it8)	2,16	133 Åland (fi2)	0,08
98 Itä-Suomi (fi13)	2,08	134 Corse (fr83)	0,08
99 Friesland (nl12)	1,89	135 Peloponnisos (gr25)	0,08
100 Zeeland (nl34)	1,70	136 Molise (it72)	0,08
101 Groningen (nl11)	1,66	137 Thessalia (gr14)	0,07
102 Flevoland (nl23)	1,64	138 Anatoliki Makedonia, (gr11)	0,00
103 Mellersta Norrland (se07)	1,61	139 Dytiki Makedonia (gr13)	0,00
104 Andalucía (es61)	1,44	140 Ipeiros (gr21)	0,00
105 Umbria (it52)	1,44	141 Ionia Nisia (gr22)	0,00
106 Puglia (it91)	1,37	142 Sterea Ellada (gr24)	0,00
107 Attiki (gr3)	1,29	143 Voreio Aigaio (gr41)	0,00
108 Limousin (fr63)	1,27	144 Notio Aigaio (gr42)	0,00
109 Drenthe (nl13)	1,14	145 Alentejo (pt14)	0,00
110 Navarra (es22)	0,95	146 Algarve (pt15)	0,00

GRÁFICO 5
ÍNDICES DE EFICIENCIA MODELO A
Output: patentes (año 2000)



Para analizar más en detalle estos datos, en el gráfico 5 se representan los índices extremos que presentan los países —valores más altos y más bajos— así como su media⁴³. En el cuadro 4 se indican los nombres de las regiones que han sido representadas.

A la vista del gráfico 5, en primer lugar llama la atención gran dispersión que existe entre los valores medios y máximos de los quince países. Concretamente, tan sólo poseen regiones con una eficiencia relativa superior al 35 por 100 Alemania, Francia, los Países Bajos, Suecia y Reino Unido. Dentro de este marco, son Francia y Alemania los países con un mayor grado de eficiencia en términos generales. Es destacable también el elevado valor que ofrece la media europea. Este hecho —dado que la misma se calcula de forma ponderada por el PIB regional— muestra la fuerte relación existente entre el grado de desarrollo

⁴³ La media de los países se calcula como una media aritmética de los índices de eficiencia de sus regiones, ponderada por el porcentaje del PIB que cada región representa en el país. Para el caso europeo se calcula del mismo modo.

CUADRO 4

VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE LOS ÍNDICES DE EFICIENCIA POR PAÍSES

Output: patentes solicitadas en Europa (año 2000)

	REGIÓN	MAX. ¹	REGIÓN	MIN. ²	MEDIA
Bélgica	Vlaams Gewest (be2)	24,76	Région Bruxelles (be1)	6,11	18,86
Dinamarca	Denmark (dk)	25,82	Denmark (dk)	25,82	25,82
Alemania	Baden-Württemberg (de1) Bayern (de2) Nordrhein-Westfalen (dea)	100,00 100,00 100,00	Bremen (de5)	2,57	77,83
Grecia	Attiki (gr3)	1,29	Varios ³	0,00	0,59
España	Cataluña (es51)	8,94	La Rioja (es23)	0,08	3,63
Francia	Île de France (fr1)	82,87	Corse (fr83)	0,08	31,78
Irlanda	Ireland (ie)	10,40	Ireland (ie)	10,40	10,40
Italia	Lombardia (it2)	34,20	Molise (it72)	0,08	13,51
Luxemburgo	Luxembourg (lu)	3,83	Luxembourg (lu)	3,83	3,83
Países Bajos	Noord-Brabant (nl41)	55,63	Drenthe (nl13)	1,14	16,77
Austria	Oberösterreich (at31)	9,23	Burgenland (at11)	0,64	6,78
Portugal	Lisboa e Vale do Tejo (pt13)	0,54	Alentejo (pt14) Algarve (pt15)	0,00 0,00	0,42
Finlandia	Uusimaa (suuralue) (fi16)	35,31	Åland (fi2)	0,08	20,80
Suecia	Stockholm (se01)	37,33	Mellersta Norrland (se07)	1,61	21,47
Reino Unido	South East (ukj)	36,68	Northern Ireland (ukn)	2,19	20,80
UE-15	Varios ⁴	100,00	Varios ⁵	0,00	33,84

¹ Valor máximo del país.² Valor mínimo del país.³ Anatoliki Makedonia, Thraki (gr11), Dytiki Makedonia (gr13), Ipeiros (gr21), Ionia Nisia (gr22), Sterea Ellada (gr24), Voreio Aigaio (gr41), Notio Aigaio (gr42).⁴ Baden-Württemberg (de1), Bayern (de2), Nordrhein-Westfalen (dea).⁵ Dytiki Makedonia (gr13), Ipeiros (gr21), Ionia Nisia (gr22), Sterea Ellada (gr24), Voreio Aigaio (gr41), Notio Aigaio (gr42), Alentejo (pt14), Algarve (pt15).

económico de las regiones y el grado de eficiencia con el que emplean los recursos destinados a la innovación. Ahora bien, conviene utilizar una medida del *output* en términos relativos para comparar si realmente estas diferencias se mantienen.

■ Análisis de la eficiencia en el modelo B (*output: patentes per cápita*)

Como se comprueba en el cuadro 5, al utilizar un indicador del *output* en términos relativos, se produce una mejora en los resultados de eficiencia en el conjunto de regiones.

CUADRO 5

ÍNDICES DE EFICIENCIA MODELO B

Variable output: patentes per cápita

REGIÓN	EFICIENCIA	REGIÓN	EFICIENCIA
1 Baden-Württemberg (de1)	100,00	38 Berlin (de3)	39,53
2 Nordrhein-Westfalen (dea)	100,00	39 Limburg (nl42)	39,20
3 Uusimaa (suuralue) (fi16)	100,00	40 Tirol (at33)	38,42
4 Noord-Brabant (nl41)	100,00	41 South West (ukk)	38,04
5 Stockholm (se01)	100,00	42 Väli-Suomi (fi14)	36,70
6 Bayern (de2)	95,97	43 Gelderland (nl22)	36,65
7 Vorarlberg (at34)	84,38	44 Scotland (ukm)	36,37
8 Sydsverige (se04)	80,94	45 Veneto (it32)	36,15
9 Île de France (fr1)	71,90	46 Vienna (at13)	35,43
10 Utrecht (nl31)	67,93	47 Kärnten (at21)	34,46
11 Hessen (de7)	67,79	48 Noord-Holland (nl32)	33,45
12 Västsverige (se02)	65,93	49 Vlaams Gewest (be2)	32,77
13 Rheinland-Pfalz (deb)	62,16	50 Friuli-Venezia Giulia (it33)	32,66
14 Norra Mellansverige (se06)	58,09	51 Yorkshire and The Humber (uke)	32,55
15 Pohjois-Suomi (fi15)	56,95	52 Flevoland (nl23)	32,37
16 London (uki)	56,47	53 Overijssel (nl21)	31,66
17 Övre Norrland (se08)	55,42	54 Niederösterreich (at12)	31,59
18 Östra Mellansverige (se02)	53,12	55 Région Wallone (be3)	30,50
19 Emilia-Romagna (it4)	51,81	56 Mellersta Norrland (se07)	30,19
20 Niedersachsen (de9)	51,75	57 Zeeland (nl34)	30,10
21 Rhône-Alpes (fr71)	50,75	58 Steiermark (at22)	29,88
22 Etelä-Suomi (fi17)	48,53	59 Franche-Comté (fr43)	28,73
23 South East (ukj)	48,46	60 East Midlands (ukf)	28,22
24 Alsace (fr42)	48,29	61 West Midlands (ukg)	27,42
25 Hamburg (de6)	47,72	62 Provence-Alpes-Côte d'Azur (fr82)	26,85
26 Saarland (dec)	47,56	63 Haute-Normandie (fr23)	25,43
27 Lombardia (it2)	45,99	64 Piemonte (it11)	25,09
28 Luxembourg (lu)	45,65	65 North West (including Merseyside) (ukd)	24,98
29 Ireland (ie)	45,40	66 Åland (fi2)	24,89
30 Denmark (dk)	44,57	67 Wales (ukl)	24,68
31 Småland med öarna (se09)	44,43	68 North East (ukc)	24,21
32 Zuid-Holland (nl33)	44,06	69 Toscana (it51)	23,83
33 Salzburg (at32)	43,49	70 Marche (it53)	23,81
34 Eastern (ukh)	41,91	71 Centre (fr24)	23,73
35 Schleswig-Holstein (def)	40,61	72 Groningen (nl11)	23,55
36 Région Bruxelles (be1)	40,17	73 Bourgogne (fr26)	23,50
37 Oberösterreich (at31)	40,06	74 Midi-Pyrénées (fr62)	22,73

CUADRO 5 (continuación)

ÍNDICES DE EFICIENCIA MODELO B

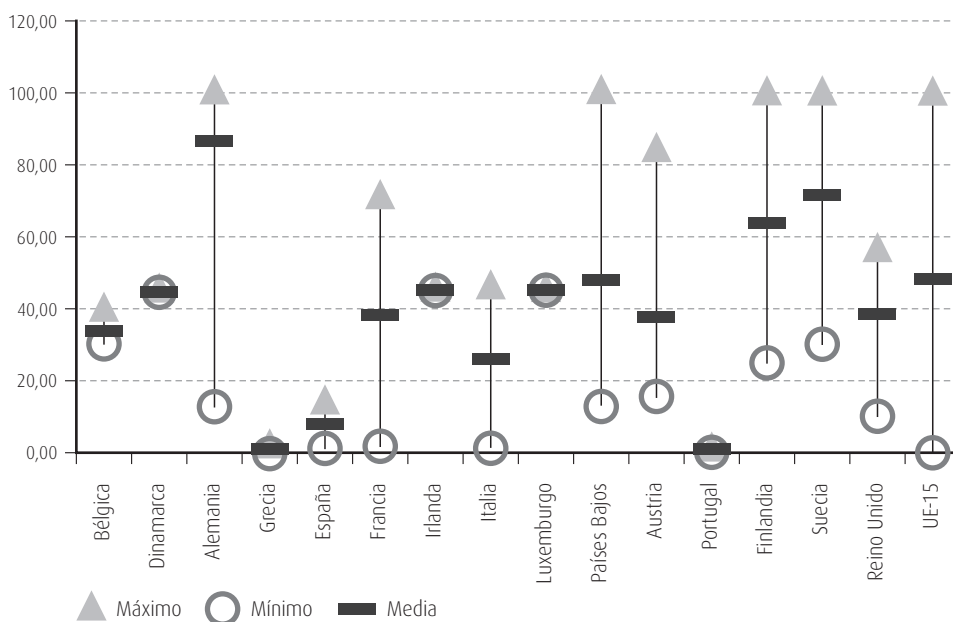
Variable output: patentes per cápita

REGIÓN	EFICIENCIA	REGIÓN	EFICIENCIA
75 Sachsen (ded)	22,64	111 Sicilia (it2)	4,87
76 Lorraine (fr41)	21,96	112 Campania (it8)	3,91
77 Bremen (de5)	20,80	113 Sardegna (itb)	3,51
78 Auvergne (fr72)	20,08	114 Murcia (es62)	3,4
79 Thüringen (deg)	19,88	115 Puglia (it91)	3,38
80 Champagne-Ardenne (fr21)	19,60	116 Attiki (gr3)	3,32
81 Languedoc-Roussillon (fr81)	19,21	117 Cantabria (es13)	3,13
82 Itä-Suomi (fi13)	19,15	118 Principado de Asturias (es12)	3,02
83 Trentino-Alto Adige (it31)	19,07	119 Castilla y León (es41)	2,95
84 Brandenburg (de4)	18,92	120 Canarias (es7)	2,80
85 Friesland (nl12)	18,69	121 Calabria (it93)	2,74
86 Picardie (fr22)	18,52	122 Corse (fr83)	2,46
87 Bretagne (fr52)	18,01	123 La Rioja (es23)	2,40
88 Liguria (it13)	16,99	124 Andalucía (es61)	2,24
89 Pays de la Loire (fr51)	16,06	125 Kentriki Makedonia (gr12)	2,06
90 Umbria (it52)	15,44	126 Molise (it72)	1,84
91 Burgenland (at11)	15,17	127 Dytiki Ellada (gr23)	1,79
92 Abruzzo (it71)	14,40	128 Lisboa e Vale do Tejo (pt13)	1,66
93 Nord - Pas-de-Calais (fr3)	14,23	129 Kriti (gr43)	1,48
94 Cataluña (es51)	13,98	130 Basilicata (it92)	1,41
95 Lazio (it6)	13,77	131 Castilla-la Mancha (es 42)	1,33
96 Sachsen-Anhalt (dee)	13,44	132 Galicia (es11)	1,21
97 Poitou-Charentes (fr53)	12,94	133 Norte (pt11)	1,19
98 Drenthe (nl13)	12,93	134 Centro (pt12)	1,19
99 Mecklenburg-Vorpommern (de8)	12,85	135 Extremadura (es43)	0,83
100 Basse-Normandie (fr25)	12,69	136 Thessalia (gr14)	0,80
101 Aquitaine (fr61)	11,43	137 Peloponnisos (gr25)	0,72
102 Limousin (fr63)	11,37	138 Ipeiros (gr21)	0,36
103 Navarra (es22)	11,21	139 Algarve (pt15)	0,30
104 Valle d'Aosta (it12)	11,09	140 Anatoliki Makedonia, Thraki (gr11)	0,00
105 Comunidad de Madrid (es3)	11,07	141 Dytiki Makedonia (gr13)	0,00
106 Northern Ireland (ukn)	10,98	142 Ionia Nisia (gr22)	0,00
107 Comunidad Valenciana (es52)	9,55	143 Sterea Ellada (gr24)	0,00
108 País Vasco (es21)	8,55	144 Voreio Aigaio (gr41)	0,00
109 Islas Baleares (es53)	5,59	145 Notio Aigaio (gr42)	0,00
110 Aragón (es24)	5,56	146 Alentejo (pt14)	0,00

Gráfico 6

ÍNDICES DE EFICIENCIA MODELO B

Output: patentes per cápita (año 2000)



Se sitúan así sobre la frontera de la eficiencia un total de cinco regiones: *Baden-Württemberg* y *Nordrhein-Westfalen* —Alemania—, *Noord-Brabant* —Países Bajos— *Uusimaa* —Finlandia— y *Stockholm* —Suecia—. Además, en este caso tan sólo el 27 por 100 de regiones presentan una eficiencia relativa inferior al 10 por 100. No obstante, la situación de Grecia, Portugal y España sigue siendo la peor del conjunto. Estos resultados ordenados por países se recogen en el cuadro 3 del Anexo.

Del mismo modo que en el apartado anterior, en el gráfico 6 y en el cuadro 6 se muestran las regiones con la puntuación más alta, más baja así como su media⁴⁴ en cada uno de los quince y como para el conjunto europeo. En general, se aprecia como la eficiencia media de los países europeos aumenta, lo que origina que haya ahora más estados con un índice de eficiencia medio superior al del conjunto. También destaca el crecimiento ex-

⁴⁴ La media de los países se calcula por medio de una media aritmética de los índices de eficiencia de sus regiones, ponderada por el porcentaje del PIB que cada región representa en el país. Para el caso europeo se calcula del mismo modo.

CUADRO 6

VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE LOS ÍNDICES DE EFICIENCIA POR PAÍSES

OUTPUT: PATENTES PER CÁPITA SOLICITADAS EN EUROPA (AÑO 2000)

	REGIÓN	MAX. ¹	REGIÓN	MIN. ²	MEDIA
Bélgica	Région Bruxelles (be1)	40,17	Région Wallone (be3)	30,50	33,64
Dinamarca	Denmark (dk)	44,57	Denmark (dk)	44,57	44,57
Alemania	Baden-Württemberg (de1) Nordrhein-Westfalen (dea)	100,00 100,00	Mecklenburg-Vorpommern (de8)	12,85	86,87
Grecia	Attiki (gr3)	3,32	Varios ³	0,00	1,86
España	Cataluña (es51)	13,89	Extremadura(es43)	0,83	7,44
Francia	Île de France (fr1)	71,90	Corse (fr83)	2,46	38,51
Irlanda	Ireland (ie)	45,40	Ireland (ie)	45,40	45,40
Italia	Lombardia (it2)	45,99	Basilicata (it92)	1,41	26,24
Luxemburgo	Luxembourg	45,65	Luxembourg	45,65	45,65
Países Bajos	Noord-Brabant (nl41)	100,00	Drenthe (nl13)	12,93	47,79
Austria	Vorarlberg (at34)	84,38	Burgenland (at11)	15,17	37,38
Portugal	Lisboa e Vale do Tejo (pt13)	1,66	Alentejo (pt14)	0,00	1,33
Finlandia	Uusimaa (fi16)	100,00	Åland (fi2)	24,89	64,08
Suecia	Stockholm (se01)	100,00	Mellersta Norrland (se07)	30,19	71,44
Reino Unido	London	56,47	Northern Ireland (ukn)	10,98	38,29
UE-15	Varios ⁴	100,00	Varios ⁵	0,00	48,00

¹ Valor máximo del país.² Valor mínimo del país.³ *Anatoliki Makedonia, Thraki (gr11), Dytiki Makedonia (gr13), Ionia Nisia (gr22), Sterea Ellada (gr24), Voreio Aigaio (gr41), Notio Aigaio (gr42).*⁴ *Baden-Württemberg (de1), Nordrhein-Westfalen (dea), Noord-Brabant (nl41), Uusimaa (fi16), Stockholm (se01).*⁵ *Anatoliki Makedonia, Thraki (gr11), Dytiki Makedonia (gr13), Ionia Nisia (gr22), Sterea Ellada (gr24), Voreio Aigaio (gr41), Notio Aigaio (gr42), Alentejo (pt14).*

perimentado por algunas regiones europeas, en países como Austria, Finlandia, Suecia. De esta forma, el trabajar con un *output* relativizado permite que regiones con menos población vean mejorados sus resultados. Sin embargo también vuelve a comprobarse que aquellas regiones con un grado de desarrollo económico más alto se siguen caracterizando por una mayor eficiencia de sus sistemas regionales de innovación.

■ 6.5. CONCLUSIONES

En este capítulo se ha ofrecido una descripción de los sistemas regionales de innovación en el ámbito europeo a través de distintos análisis multivariantes.

En el primer apartado, han sido calculados los factores que determinan la estructura y el grado de desarrollo de los sistemas regionales de innovación. Estos componentes —*Entorno económico productivo regional, Empresas innovadoras, Universidad, Entorno nacional de la innovación, Administración Pública y Grado de sofisticación de la demanda*—, permiten cuantificar los elementos que la teoría de los sistemas regionales de innovación establece como esenciales.

Posteriormente, dado que el número de regiones europeas con el que se trabaja es elevado, se ha construido una tipología de sistemas empleando para ello los valores obtenidos por los propios factores, que facilita su descripción y comprensión. Esta tipología ha permitido establecer diez clases de sistemas de innovación. Cada uno de ellos, presenta unos rasgos de comportamiento en sus elementos que los diferencian del resto. La técnica permite distinguir entre lo que se han llamado sistemas atípicos —donde los mismos destacan de forma significativa y positiva en el desarrollo de alguno de sus componentes sobre la media europea—, sistemas menos desarrollados —caracterizados por importantes debilidades en el desarrollo de sus componentes— y los denominados sistemas de grado intermedio —donde el desarrollo de sus factores es muy diverso—. Además, se ha comprobado las importantes carencias que muestran la mayor parte de las regiones europeas.

Finalmente, en el último apartado, se ha calculado el grado de eficiencia con el que las regiones emplean los recursos en los procesos de innovación. Los resultados muestran como la mayor parte de las regiones europeas se encuentran situadas a una distancia importante de la frontera de la eficiencia. Además, tanto entre países como dentro de los mismos, las discrepancias son muy significativas.

Para concluir el capítulo, en los gráficos 7 y 8 se relacionan los resultados de eficiencia anteriormente mostrados y la tipología de sistemas comentada. Se ofrece así la eficiencia media en el año 2000 de cada uno de los conglomerados en el año 2000.

A la vista del gráfico 7, se aprecia como es claramente el *Cluster 4* el que muestra una eficiencia relativa más alta. Tal y como ya se comentó, dicho conglomerado presentaba un sistema de innovación más desarrollado con relación al resto. Concretamente, destacan en él todos aquellos elementos que configuran el entorno económico y productivo de la región y aunque en menor medida, también las empresas innovadoras. A una distancia importante, pero con unos resultados más satisfactorios que la media europea están los *Cluster 10, 9 y 3*. En el caso del *Cluster 10* y el *9*, ya se observó la importancia que en ellos presentaban las actividades de las empresas relacionadas con la I+D que determinan la existencia de casos atípicos. Estos resultados, parecen lógicos dada la fuerte relación existente entre las empresas innovadoras y su propensión a patentar. Con relación

GRÁFICO 7

TIPOLOGÍA DE SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN Y EFICIENCIA

Variable output: patentes

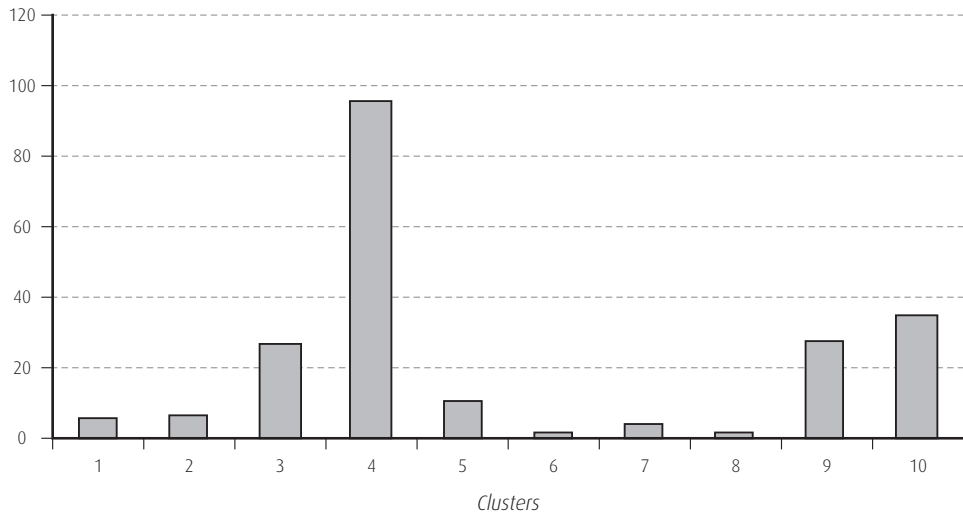
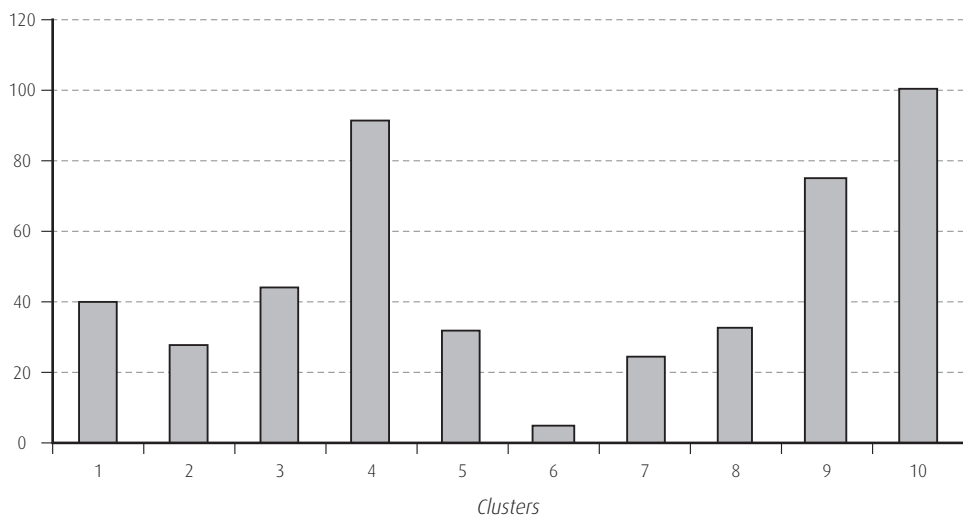


GRÁFICO 8

TIPOLOGÍA DE SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN Y EFICIENCIA

Variable output: patentes per cápita



al *Cluster 3*, sin estar constituido por ninguna región *outlier*, su principal fortaleza se basa en el desarrollo del *Entorno económico productivo regional*. Por su parte, los niveles más bajos de eficiencia, se relacionan con el *Cluster 6*, caracterizado por presentar la estructura más débil de los sistemas estudiados.

Con el fin de suavizar los posibles efectos derivados del tamaño en el gráfico 8 se muestra la eficiencia de la tipología empleando como variable *output* el número de patentes per cápita. En este caso, aunque las diferencias no son tan marcadas, vuelven a destacar positivamente el *Cluster 4, 9 y 10*, en especial este último. En el lado opuesto vuelve a situarse claramente el *Cluster 6*, donde su nivel medio de eficiencia ni siquiera alcanza un 10 por cien.

Con estos resultados pueden extraerse dos conclusiones. En primer lugar, el importante papel que juega el entorno económico productivo y las empresas innovadoras de las regiones en el uso eficiente de los recursos. En segundo lugar, como los sistemas de innovación caracterizados por unas importantes debilidades presentan unos resultados muy pocos satisfactorios también en la eficiencia.

Así, la importante heterogeneidad que existe de regiones y la relación positiva que existe entre grado de desarrollo de los sistemas y su eficiencia, deberá ser tenido en cuenta a la hora de llevar a cabo políticas que fomenten la innovación y el desarrollo económico. Más aun cuando la mayor parte de regiones europeas se encuentran en una posición rezagada.

■ BIBLIOGRAFÍA

- BANKER, R.; CHARNES, A., y COOPER, W. W. (1984), "Some models for estimating technical and scale efficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, vol. 30, n.º 9: 1078-1092.
- BAUMERT, T. (2006), "Los determinantes de la innovación. Una análisis aplicado sobre las regiones europeas", Tesis de la Universidad Complutense de Madrid.
- BUESA, M.; BAUMERT, T. H.; HEIJS, J., y MARTÍNEZ PELLITERO, M. (2003), "Los factores determinantes de la innovación: un análisis econométrico sobre las regiones españolas", *Economía Industrial*, n.º 347 - 2002/V: 67-84.
- BUESA, M.; HEIJS, J., y MARTÍNEZ PELLITERO, M. (2002), "Una tipología de los sistemas regionales de innovación en España", *Madrid*, monografía n.º 5: 81-89.
- BUESA, M.; HEIJS, J.; MARTÍNEZ PELLITERO, M., y BAUMERT, T. H. (2005), "Regional systems of innovation and the knowledge production function: the Spanish case", *Technovation* (en prensa).
- BUESA, M.; MARTÍNEZ PELLITERO, M.; HEIJS, J., y BAUMERT, T. H. (2003), "Los sistemas regionales de innovación en España: una tipología basada en indicadores económicos e institucionales de las Comunidades Autónomas", *Economía Industrial*, n.º 347 - 2002/V: 15-32.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W., y RHODES, E. (1978), "Measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operational Research*, n.º 2: 429-444.
- (1979), "Short communication: measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operational Research*, n.º 34 (4): 339-339.

- COMISION EUROPEA (2005), *European Innovation Scoreboard 2005*, European Commission. www.cordis.lu/trendchart.
- FARRELL, M. J. (1957), "The measurement of efficiency productive", *Journal of the Royal Statistical Society*, serie A, número 120: 253-266.
- FERRÁN, M. (2001), *SPSS para Windows. Análisis Estadístico*, Madrid, McGraw-Hill.
- HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAN, R., y BLACK, W. C (1999), *Análisis Multivariante*, Madrid, Prentice Hall.
- MARTÍNEZ PELLITERO, M. (2002), *Recursos y resultados de los sistemas de innovación: elaboración de una tipología de sistemas de innovación en España*, Documento de trabajo, n.º 35, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense de Madrid.
- NASIEROWSKY, W., y ARCELUS, F. J. (2003), "On the efficiency of national innovation systems", *Socio-Economic Planning Sciences*, n.º 37: 215-234.



ANEXO AL CAPÍTULO 6

- N.º 1. **LA POLÍTICA AGRARIA COMÚN Y SU APLICACIÓN EN ESPAÑA,**
por Carlos Tió Saralegui y José María Sumpsi Viñas.
- N.º 2. **EL DEBATE SOBRE LA FLEXIBILIDAD DEL MERCADO DE TRABAJO,**
edición dirigida por José Luis Malo de Molina.
- N.º 3. **COMENTARIOS A LA LEY DE DISCIPLINA E INTERVENCIÓN DE LAS ENTIDADES DE CRÉDITO,**
edición dirigida por Tomás-Ramón Fernández.
- N.º 4. **LA LOCALIZACIÓN INDUSTRIAL EN ESPAÑA. FACTORES Y TENDENCIAS,**
edición dirigida por Joaquín Auriolos Martín y Juan Ramón Cuadrado Roura.
- N.º 5. **COMENTARIOS A LA LEY DE DISCIPLINA E INTERVENCIÓN DE LAS ENTIDADES DE CRÉDITO,**
2.ª edición, revisada, dirigida por Tomás-Ramón Fernández.
- N.º 6. **LAS ÁREAS DEPRIMIDAS DE ESPAÑA,**
por José María Mella Márquez.
- N.º 7. **REGULACIÓN DE LAS ENTIDADES DE CRÉDITO EN ESPAÑA,**
por Joaquín Latorre Díez.
- N.º 8. **LOS IMPUESTOS Y LAS DECISIONES DE AHORRO E INVERSIÓN DE LAS FAMILIAS,**
por José Manuel González-Páramo y Nuria Badenes Plá.
- N.º 9. **SERIES DE INDICADORES DE CONVERGENCIA REAL PARA ESPAÑA, EL RESTO DE PAÍSES DE LA UE Y EE.UU.,**
por Carmela Martín y Francisco J. Velázquez.
- N.º 10. **TRES ANÁLISIS SOBRE CAJAS DE AHORROS Y SISTEMA FINANCIERO,**
por E. P. M. Gardener, P. Molyneux, Cesare Bisoni, Stefano Cosma, Santiago Carbó, Rafael López del Paso y F. Rodríguez Fernández.
- N.º 11. **EL BALANCE NACIONAL DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA (1984-2000),**
por José Manuel Naredo y Óscar Carpintero.
- N.º 12. **LA CONVERGENCIA REAL DE ESPAÑA EN EL SENO DE LA UNIÓN EUROPEA AMPLIADA,**
por Carmela Martín y Francisco J. Velázquez.
- N.º 13. **LA FISCALIDAD EFECTIVA DE LOS PRODUCTOS DE AHORRO EN EUROPA Y EE.UU. Y EL PRINCIPIO DE NEUTRALIDAD. ANÁLISIS COMPARADO Y EVALUACIÓN DE LA REFORMA DEL IRPF DE 2003,**
por José M. González-Páramo y Nuria Badenes Plá.
- N.º 14. **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL SECTOR PÚBLICO: VÍAS DE APROXIMACIÓN,**
por José M. Domínguez Martínez, Francisco Pedraja Chaparro, Javier Salinas Jiménez, Luis Ayala Cañón y Nuria Rueda López.
- N.º 15. **SALUD Y ESTILOS DE VIDA EN ESPAÑA. UN ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS OCURRIDOS EN LA ÚLTIMA DÉCADA,**
por Colectivo IOÉ.
- N.º 16. **LA REFORMA EN LA IMPOSICIÓN PERSONAL SOBRE LA RENTA: UNA EVOLUCIÓN DE LA RECIENTE EXPERIENCIA ESPAÑOLA,**
por José Félix Sanz Sanz, Juan Manuel Castañer Carrasco y Desiderio Romero Jordán.
- N.º 17. **CONTABILIDAD NACIONAL Y MEDIO AMBIENTE,**
por Diego Azqueta, Gonzalo Delacámara, Marta Santamaría y Sergio Tirado.
- N.º 18. **TRANSFERENCIA INTERNACIONAL DE TECNOLOGÍA,**
por José Molero, Rajneesh Narula, Brian Portelli, Sanjaya Lall, Carlo Pietrobelli, José Antonio Alonso e Isabel Álvarez.
- N.º 19. **EL LIDERAZGO SOCIAL DE LAS CAJAS DE AHORROS,**
por Enrique Castelló Muñoz.
- N.º 20. **CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN EN LA UNIÓN EUROPEA. ENVEJECIMIENTO Y EXTRANJERÍA,**
por Encarnación Cereijo y Francisco J. Velázquez.
- N.º 21. **NUEVOS ENFOQUES EN EL ESTUDIO ECONÓMICO DEL TURISMO,**
por Javier Ferrí, Vicente M. Monfort Mir y Ezequiel Uriel.

- N.º 22. **INDICADORES DE CONVERGENCIA REAL PARA LOS PAÍSES AVANZADOS**,
por Encarnación Cereijo, Jaime Turrión y Francisco J. Velázquez.
- N.º 23. **INDICADORES DE CONVERGENCIA REAL PARA LAS REGIONES ESPAÑOLAS** (*Serie ECONOMÍA Y SOCIEDAD*),
por Encarnación Cereijo, Jaime Turrión y Francisco J. Velázquez.
- N.º 24. **SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN: NUEVAS FORMAS DE ANÁLISIS Y MEDICIÓN** (*Serie ANÁLISIS*),
por Mikel Buesa, Joost Heijs, Björn Asheim, Thomas Baumert, Mikel Navarro y Mónica Martínez Pellitero (coords.).

ESTUDIOS DE LA FUNDACIÓN

SERIE ANÁLISIS

Pedidos e información:

FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS

Caballero de Gracia, 28
28013 Madrid

Teléfono: 91 596 54 81

Fax: 91 596 57 96

Correo electrónico: suscrip@funcas.es

P.V.P.: 13€ (IVA incluido)

ISBN 84-89116-32-0



9 788489 116320