

LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN EN ESPAÑA.

UNA TIPOLOGÍA BASADA EN INDICADORES ECONÓMICOS E INSTITUCIONALES.

.....
MIKEL BUESA
MÓNICA MARTÍNEZ
JOOST HEIJS
THOMAS BAUMERT (*)

Instituto de Análisis Industrial y Financiero de la Universidad Complutense

LOS ESTUDIOS SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO HAN IDO CONCEDIENDO UNA IMPORTANCIA CADA VEZ MAYOR A LA INNOVACIÓN Y AL CAMBIO TECNOLÓGICO. LA INNOVACIÓN SE PERCIBE COMO FUENTE DEL DESARROLLO Y LA COMPETITIVIDAD,

15

y se caracteriza como proceso interactivo y complejo en el que toman parte una gran variedad de agentes y donde las relaciones, conexiones y retroalimentaciones son fundamentales para la creación, desarrollo y difusión del conocimiento. La innovación es la fuerza motriz que impulsa el progreso de las economías.

Es en este contexto en el que el concepto de los sistemas de inno-

vación ha ido adquiriendo una relevancia muy notoria durante la última década. Un sistema de innovación puede definirse como «el conjunto de organizaciones institucionales y empresariales que, dentro de un determinado ámbito geográfico, interactúan entre sí con la finalidad de asignar recursos a la realización de actividades orientadas a la generación y difusión de conocimientos sobre los que se soportan las innovaciones que están

en la base del desarrollo económico» (Buesa, 2002).

Este concepto, cuyo origen se vincula a los análisis de la corriente evolucionista sobre la tecnología y cuyo desarrollo ha tenido lugar durante la última década, se formuló por primera vez en la obra seminal de Freeman (1987) sobre el caso japonés y adquirió pronto un desarrollo teórico y empírico importante en obras colectivas como las

editadas por Lundvall (1992), Nelson (1993) y Edquist (1997) (1).

Aunque no todos ellos comparten una misma formulación, sí puede afirmarse que los rasgos más característicos del enfoque son comunes. Edquist (1997) señala los siguientes:

1) La *innovación* y el *aprendizaje* constituyen el núcleo de este enfoque.

2) Es un enfoque *holístico e interdisciplinar*.

3) La perspectiva histórica se considera relevante al ser la tecnología el resultado de un proceso de acumulación de conocimientos (*path-dependent*).

4) Los sistemas son *diferentes* y no convergen hacia un óptimo.

5) Se otorga una gran importancia a la idea de *interdependencia y no linealidad*.

6) El enfoque incluye innovaciones tanto tecnológicas como organizativas.

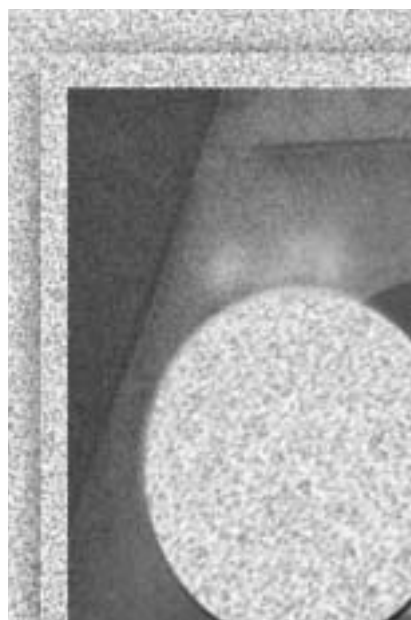
7) Las *instituciones* son consideradas como elementos centrales del enfoque.

8) Es todavía un *concepto difuso*, ya que existen diferencias en la definición de los elementos que constituyen los sistemas de innovación.

9) Es un *enfoque o marco conceptual* más que una teoría propiamente dicha.

En resumen, se puede señalar que el enfoque de los sistemas nacionales de innovación considera una amplia variedad de elementos para definir su configuración y otorga una gran importancia a las relaciones entre ellos para explicar el desarrollo del conocimiento y, a partir de éste, el desarrollo económico.

Aunque inicialmente el estudio de los sistemas de innovación hacía refe-



rencia al ámbito nacional (Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Edquist, 1997), en poco tiempo varios autores han aplicado este concepto en el entorno regional (Braczyck, Cooke y Heidenreich, 1996; Cooke, Gómez Uranga y Etxebarria, 1997; Koschatzky, Kulicke y Zenker, 2000). Las razones que fundamentaban este análisis se basan principalmente en la idea de que las industrias tienden a concentrarse en espacios específicos, así como en la existencia de políticas descentralizadas cuya aplicación tiene lugar en el ámbito regional (Porter, 1990).

El concepto de sistema regional de innovación (SRI) puede entenderse como un apartado del propio *Nacional*, donde las características principales identificables del mismo no dejan de tener validez al realizar estudios de carácter territorial menor. Así, se puede definir un sistema regional de innovación como un conjunto de redes 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 innovaciones.

En general, los procesos de absorción de tecnología extranjera, de

creación de tecnología nacional, o de su difusión dentro de un territorio, están determinados por numerosas instituciones, organizaciones y agentes que influyen en la capacidad de aprendizaje interactivo de la región. De esta forma, se requiere un esfuerzo y un desarrollo adecuado de la infraestructura local y regional, lo que se concreta en las relaciones entre empresas, entre éstas y el resto de infraestructuras físicas y de soporte, en la formación del capital humano adecuado, en la acumulación y transferencia de conocimientos y en la configuración de las estructuras productivas.

Para países como España se necesita una visión de este tipo, debido a la variedad de regiones con pautas de comportamiento diferenciadas, donde las capacidades de los sistemas, recursos y resultados en el terreno de la innovación varían de unos territorios a otros, como han destacado algunos autores (Acosta, Coronado, 1999; Baumert, Heijs, 2002). El caso español no es singular. En casi todos los países se han detectado altas concentraciones geográficas de las actividades innovadoras, con regiones con una participación muy elevada en el conjunto del Sistema Nacional de Innovación. Ello hace que, cuando se habla de un SNI, se suele describir a partir de las regiones más avanzadas (Heijs, 2001).

Debido a la importancia adquirida por la especificación regional de las actividades innovadoras, surge el interés por diferenciar los sistemas dentro de una nación y, por tanto, por definir *tipologías de sistemas regionales de innovación* teniendo en cuenta los recursos de que disponen, su configuración institucional y sus resultados. Autores como Landabaso (1997), Landabaso, Oughton, Morgan (1999) y Morgan y Nauwealers (1999) consideran de crucial importancia diferenciar los sistemas regionales de innovación menos favorecidos o avanzados, dentro de un país, so-

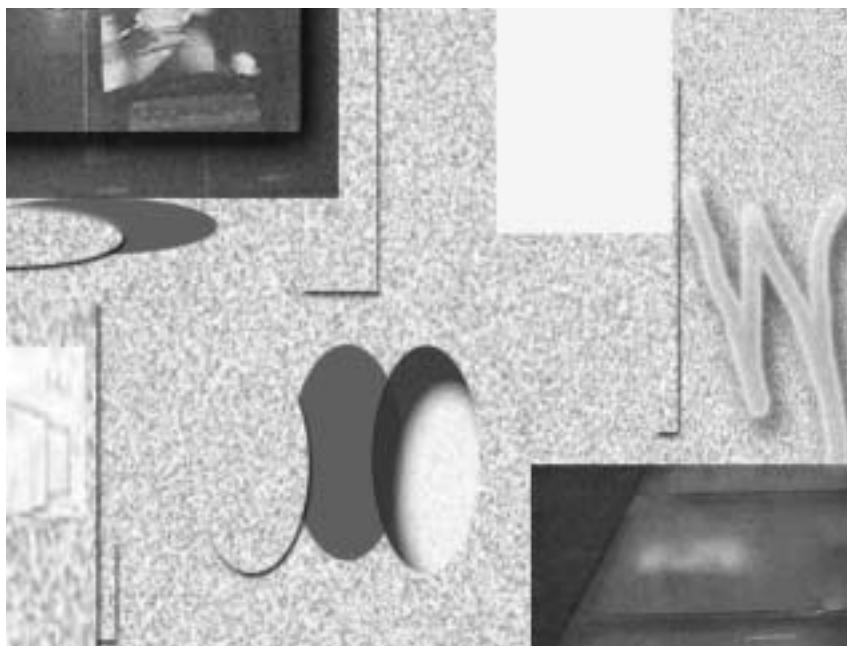
bre todo a la hora de desarrollar políticas tecnológicas.

Este artículo se inscribe dentro de esa preocupación. Con ayuda de una amplia batería de indicadores acerca del empleo de recursos financieros y humanos en la I+D y otras actividades de innovación, de la actuación de diferentes instituciones e infraestructuras que coadyuvan o sirven de soporte a esas actividades, de las estructuras productivas sobre las que se asientan y de sus resultados en cuanto a la obtención de conocimientos, se construye una tipología de los SRI españoles mediante el empleo de técnicas de análisis multivariante.

En el epígrafe siguiente se hace referencia a dichos indicadores y, aplicando la técnica del análisis factorial, a su síntesis en cuatro ejes fundamentales como son los referidos al entorno regional y productivo de la innovación, la actuación de la Administración, el papel de las universidades y la actividad de las empresas innovadoras. Con los resultados precedentes, en el segundo epígrafe se expone una tipología de los SRI, en cuya construcción se utiliza el análisis de conglomerados o *cluster*, y se describen las principales características de los cinco tipos básicos de sistemas que existen en España. Finalmente, el artículo se cierra con un epígrafe de conclusiones.

METODOLOGÍA: INDICADORES DEL SRI Y ANÁLISIS FACTORIAL

El enfoque de esta investigación se ha basado en la utilización y aprovechamiento de la información existente sobre aquellas variables e indicadores que se corresponden más directamente con las propuestas por la teoría de los sistemas de innovación (nacionales/regionales). Siguiendo la tipología desarrollada



por Buesa, Navarro *et al.* (2001), el tipo de indicadores de ciencia, tecnología e innovación utilizado hace referencia a los *recursos y resultados*, así como a ciertos aspectos de naturaleza institucional y a la estructura productiva.

El período temporal con el que se ha operado se corresponde con los años 1996, 1997 y 1998. Concretamente, se ha calculado, en prácticamente todas las variables, la media de estos años, con el fin de utilizar cifras que no se encuentren sesgadas por la coyuntura temporal de un determinado momento. La elección de este período responde a razones de carácter práctico y realista: para estos años se contaba con valores de todos los indicadores a nivel regional, siendo un período relativamente próximo a la actualidad, que puede servir para explicar el momento presente (2).

A partir de la selección de los datos desagregados regionalmente (3) y disponibles, se han aplicado técnicas estadísticas adecuadas al fin del estudio. Concretamente, se ha trabajado con análisis multivariantes que de algún modo no sólo recojan los elementos (indicadores), sino también las relaciones entre los

mismos, los factores latentes detrás del estudio, así como la obtención de una clasificación de las propias comunidades autónomas. Posteriormente se ha dado una interpretación descriptiva de los resultados obtenidos acorde con la disciplina que aquí se está tratando.

VARIABLES O INDICADORES UTILIZADOS

A la hora de seleccionar las variables y los indicadores que han formado parte de la investigación, se ha seguido el esquema ofrecido por Heijs (2001), donde se señala que los distintos agentes y factores de un sistema de innovación, tanto nacional como regional, se pueden agrupar analíticamente en cuatro subsistemas: las empresas y sus relaciones con el sistema regional de innovación, la infraestructura de soporte a la innovación, las actuaciones públicas vinculadas a la innovación y el entorno regional y productivo de la innovación.

Como se señala en Heijs (2001), la frontera de dichos subsistemas es a veces difusa y existe cierto solapamiento entre los distintos ámbitos —por ejemplo, en el caso de la in-

fraestructura— de soporte a la innovación y las actuaciones públicas relacionadas con la misma, por lo que no resulta siempre fácil clasificar cada uno de los factores, actores o elementos según los cuatro subsistemas.

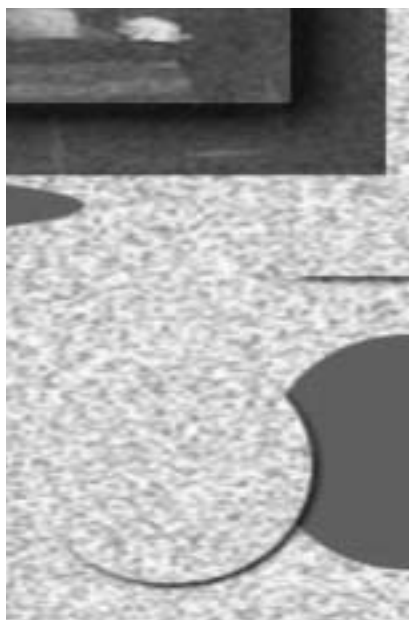
Sin embargo, esta clasificación resulta útil como esquema analítico, en este caso, para fijar los indicadores y señalar qué aspectos del sistema de innovación reflejan. Además, hay que enfatizar la importancia que, para un estudio de este tipo, tiene la adopción de una perspectiva amplia que incluya las relaciones de interdependencia entre las partes o elementos del sistema. La idea no es tanto tener una clasificación de variables, sino más bien determinar su selección.

En el cuadro 1 se muestran las variables que se han incluido en el estudio, así como la fuente estadística original de donde han sido obtenidas (4). Como se verá más adelante, algunas han sido eliminadas en el análisis empírico al no añadir un significado relevante en el modelo. Esas variables se refieren a los siguientes elementos:

Empresas y sistemas regionales de innovación.

Las empresas constituyen el elemento más importante de los sistemas de innovación, en tanto que fuentes de aprendizaje interno e instrumentos capaces de generar conocimientos y resultados materializados tanto en productos como en procesos. Además, las empresas innovadoras son las que aseguran las conexiones entre el sistema productivo y el de innovación. Por ello, se han incluido en el modelo los datos relativos a los recursos humanos y financieros destinados a la I+D, así como el *stock* de capital tecnológico empresarial de las diversas comunidades autónomas.

Actuaciones públicas vinculadas a la innovación. La Administración Pública juega un papel muy relevante en el desarrollo de los siste-



mas de innovación. Por un lado, el sector público gestiona una parte importante del aparato científico de las regiones, a la vez que ejerce un papel notorio como agente financiador de la innovación. Por otro, su papel es también muy destacado como agente vinculado al desarrollo de las políticas tecnológicas. La investigación ha tratado de incluir estos aspectos a través de los indicadores que muestran, como en el caso empresarial, los recursos humanos y financieros utilizados en la I+D, el *stock* de capital científico derivado de ésta, así como la política tecnológica representada por los proyectos nacionales aprobados por el CDTI en las distintas regiones.

Infraestructura de soporte a la innovación.

Como infraestructura de soporte a la innovación se entiende «el conjunto de entidades de muy diversa utilidad concebidas para facilitar la actividad innovadora de las empresas, proporcionándolas medios materiales y humanos para su I+D, tanto propios como de terceros, expertos de tecnología, soluciones a problemas técnicos y de gestión, así como información y toda una gran variedad de servicios de naturaleza tecnológica» (COTEC, 1998).

Dentro de esta infraestructura se puede distinguir entre una parte privada y otra pública. La parte privada hace referencia a la amplia gama de servicios tecnológicos, entre los que se encuentran los centros de formación, los centros tecnológicos, servicios de información y consulta, centros de innovación y parques tecnológicos. Dentro del área pública, se encuentran los organismos públicos de investigación, las universidades con sus diversos recursos y resultados, y los centros de transferencia tecnológica (Heijs, 2001). En la investigación, los indicadores con los que se ha contado para representar esta parte de los sistemas hacen referencia a los recursos y resultados de las universidades, a los centros tecnológicos, así como a los recursos humanos en ciencia y tecnología de las regiones.

Entorno regional y productivo de la innovación.

El entorno regional y productivo de la innovación es un concepto amplio que incluye aquellos aspectos que, de forma indirecta, inciden sobre las capacidades propias de una región en los ámbitos tecnológicos y de la innovación. En esta investigación se han incluido cinco aspectos:

■ La estructura productiva, que se representa a través del valor añadido bruto y las exportaciones de las industrias de diferente contenido tecnológico.

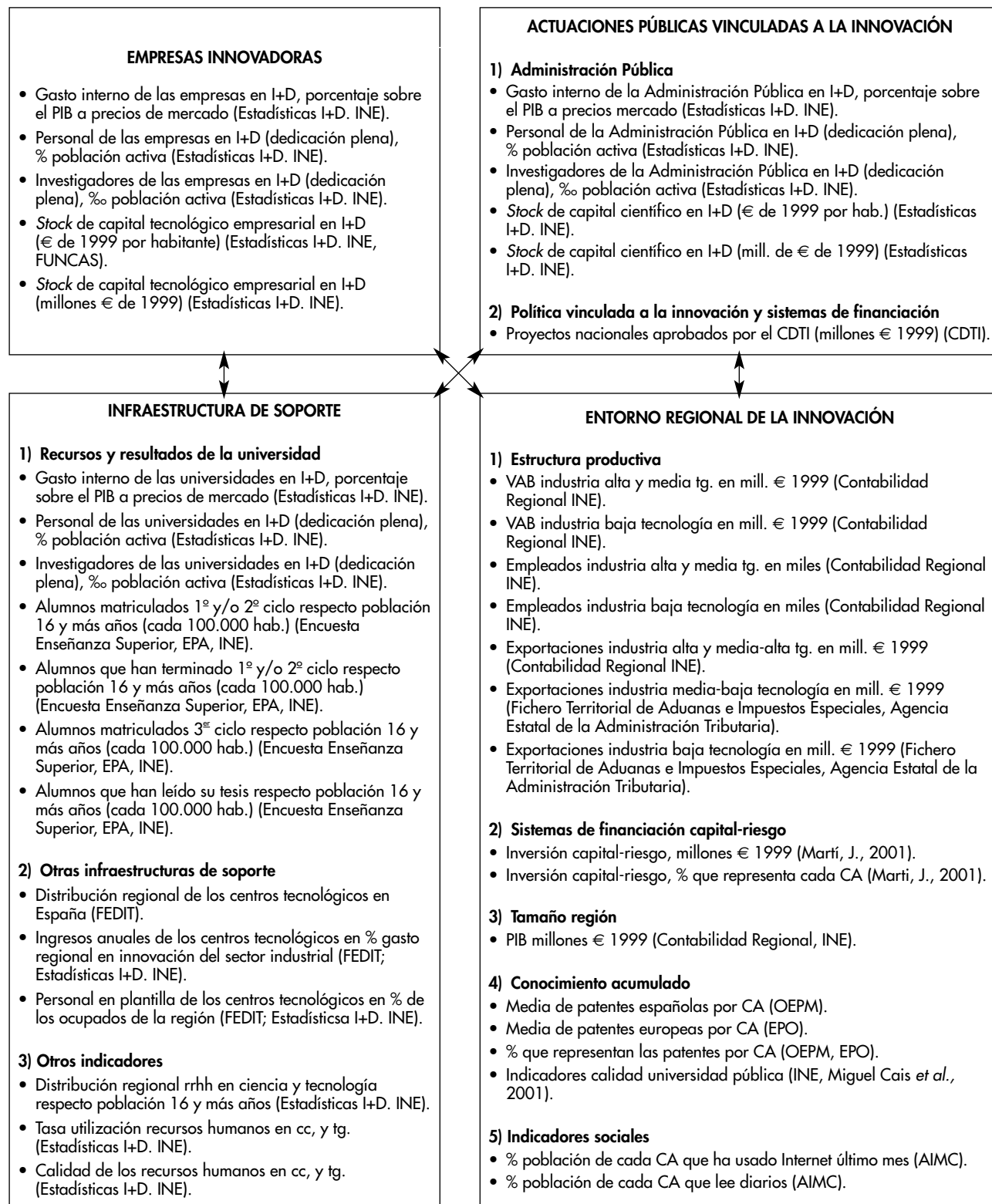
■ El sistema financiero, y más concretamente la accesibilidad a los sistemas de capital riesgo.

■ El conocimiento acumulado, que se aproxima por medio de las patentes, así como por un indicador de calidad de las universidades.

■ El tamaño de la región, que se representa utilizando el Producto Interior Bruto (PIB) regional.

■ Los indicadores sociales representativos de las preferencias y rasgos culturales de la población.

CUADRO 1
INDICADORES Y VARIABLES



FUENTE: Elaboración propia.

Aquí se han utilizado dos indicadores, uno relativo a la sociedad de la información y otro a los hábitos de lectura.

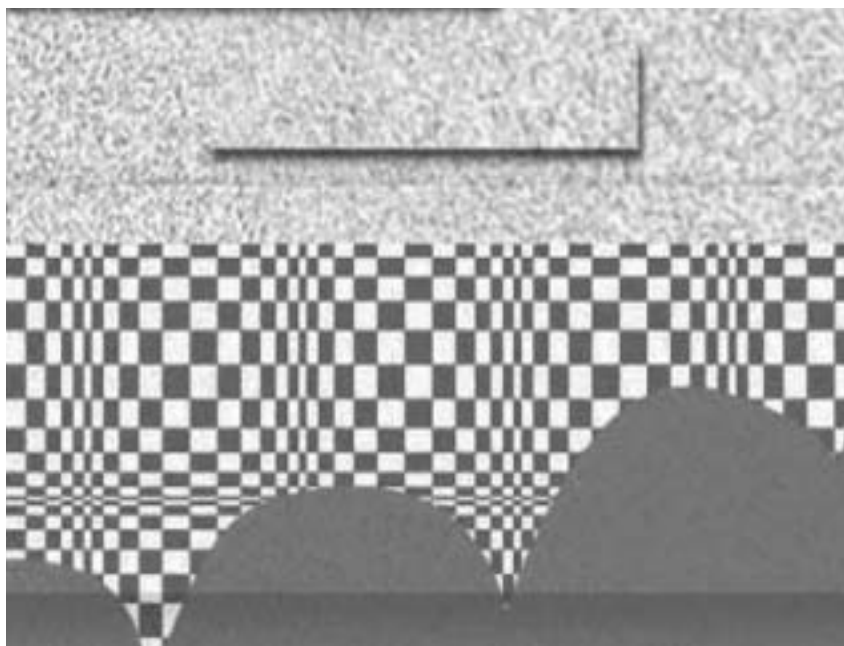
ANÁLISIS FACTORIAL

Una vez creada la base de datos, se ha procedido a realizar un análisis estadístico para determinar cuáles son los factores que subyacen tras los indicadores de los SRI españoles.

El análisis factorial es una técnica que, a partir de un conjunto de variables cuantitativas, medidas en escala de intervalo o de razón, permite determinar un conjunto menor de variables hipotéticas o no observables, llamadas factores, que resumen prácticamente toda la información que reside en el conjunto original. Con esta técnica se ha procedido a realizar un análisis para indicar qué factores describen a los sistemas de innovación de las regiones españolas (5). Al realizarse este tipo de análisis, deberá procurarse perder la menor cantidad posible de la variabilidad inicial, a lo sumo el 20% o el 25% de la original.

Para conocer la varianza conservada en los factores obtenidos se utiliza el concepto de *autovalor*. Éste representa la parte de la variabilidad total que un factor es capaz de recoger. El criterio por defecto del programa (*Criterio de Kaiser*) conserva todos los factores con autovalores mayores o iguales que uno. Sin embargo, es evidente que cuanto menor sea el número de variables en un análisis, mayor es la proporción de variabilidad que se desprecia al eliminar factores que tengan autovalores próximos a uno.

Siempre se podrían conseguir tantos factores como variables hay presentes en el análisis. Claro está, que no interesa quedarse con todos, ya que de esta forma no se disminuiría la dimensionalidad o el volumen de datos. Asimismo, no debe entenderse en la



solución inicial que cada componente extraído está asociado con la misma variable (1^{er} factor con la 1^a variable, 2^o factor con la 2^a variable, y así sucesivamente). La interpretación y, por tanto, significado de los factores se obtiene analizando la llamada matriz de componentes factorial.

En general, el análisis factorial es una técnica que nos permite interpretar los datos. En nuestro estudio, originalmente hemos utilizado 41 variables (cuadro 1), una de las cuales es el identificador utilizado para nombrar las propias comunidades autónomas. Posteriormente nos hemos basado en el concepto de *Comunalidad de una variable* —que se define como, *la proporción de la variabilidad total (1) que recogen los factores conservados*—, para fijar aquellas que formarán parte del modelo. A partir de un proceso de *prueba y error*, se han fijado los indicadores que constituyen la base del análisis, teniendo en cuenta que, si existen comunalidades pequeñas, es razonable *incluir algún factor más*, siempre y cuando sirva para explicar mejor el modelo, o *bien eliminarlo*, ya que ello significaría que la variable en cuestión no está

añadiendo un valor significativo al mismo.

El método de reducción de datos dentro del análisis factorial con el que se ha trabajado es el llamado *Análisis de Componentes Principales*, eligiendo como solución final la formada por cuatro factores, donde las comunalidades toman valores, en prácticamente todos los casos, cercanos a la unidad (6).

Las variables eliminadas han sido las siguientes:

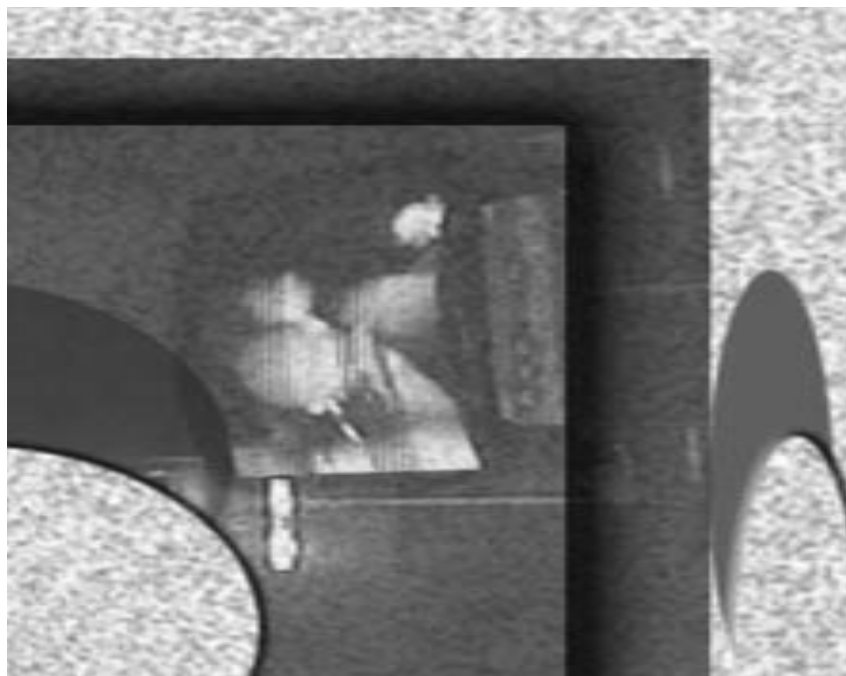
- ✓ Personal plantilla de los centros tecnológicos.
- ✓ Tasa de utilización de recursos humanos en ciencia y tecnología.
- ✓ Calidad de recursos humanos en ciencia y tecnología.
- ✓ Población de personas que utiliza Internet.
- ✓ Población de personas que lee con frecuencia los diarios.

Esta exclusión de variables nos está señalando cómo, para el caso concreto estudiado y en el período de

tiempo analizado, dichos indicadores no aportan información al análisis. Con relación a las variables vinculadas a los recursos humanos en ciencia y tecnología, una posible explicación podría deberse a que la obtención de estos indicadores se basa en conceptos que ya se encuentran incluidos en la investigación, por lo que en cierta forma pueden parecer redundantes, y además no son capaces de cuantificar la calidad real de los recursos humanos en ciencia y tecnología. En cuanto a los otros dos indicadores con un carácter más social, la causa puede deberse a que actualmente las diferencias por regiones no son claramente significativas.

Conviene matizar cómo, a la hora de realizar este cálculo, se ha probado a utilizar también un mayor número de factores, para comprobar si existe una mejora significativa de los resultados; sin embargo, no ha sido así. De esta forma, la solución del análisis factorial con cuatro factores ha sido la escogida para la interpretación de los resultados, donde, además, se conserva un 91,18% de la variabilidad del modelo.

El siguiente paso ha consistido en analizar la matriz de componentes resultante. *La matriz de componentes o matriz factorial contiene las correlaciones lineales entre las diferentes variables del análisis y los factores conservados.* A estas correlaciones también se les denomina *saturaciones de las variables en los distintos factores*. Interesa una matriz de forma que las variables se saturan en los factores, o lo que es lo mismo, que tengan una correlación importante. Si las distintas variables están saturadas en distintos factores, la solución goza de una interpretación más clara y sencilla. Se ha utilizado una *técnica de rotación*, concretamente la *Varimax*, para mejorar la solución. La rotación de los factores tiene por objetivo conseguir una matriz de componentes que sea lo más interpretable



posible, es decir, que se ajuste al *Principio de Estructura Simple*, bajo el cual, cada variable se sature en un factor distinto. Puede ocurrir, sin embargo, que ciertas variables, incluso después de la rotación, estén correlacionadas con varios factores, y ello puede ser asumible porque la variable participe del significado de todos ellos.

La variabilidad total explicada por los cuatro factores, una vez han sido rotados, coincide con la solución sin rotar. Como ya se ha indicado, con cuatro factores el modelo conserva el 91,18% de la varianza total original, por lo que se puede afirmar que es correcto reducir las 36 variables iniciales a cuatro factores. Ahora bien, es importante *interpretar el significado de los factores* tras la rotación. Ello se hará teniendo en cuenta la saturación de las variables en los mismos.

En el cuadro 2 se expone una síntesis de la información proporcionada por la matriz de componentes rotados cuyo fin es una correcta visualización de los indicadores clasificados por factores. Adicionalmente, se han incluido flechas con el objetivo de mostrar las relaciones entre

aquellas variables e indicadores vinculados a más de un factor (7). Cada factor recoge una serie de indicadores con un grado de saturación elevado en los mismos. La asignación del nombre se ha basado en su composición, correspondiéndose con los elementos que la teoría ha considerado esenciales en los sistemas de innovación:

Factor 1: Entorno regional y productivo de la innovación.

Este eje factorial, que recoge una variabilidad del 37,76%, contiene aquellos indicadores que configuran el entorno nacional y regional de la innovación. Como se puede observar en el cuadro 1, dichos indicadores pueden clasificarse en torno a cuatro grupos:

- La estructura productiva:
 - VAB industrias de alta, media y baja tecnología.
 - Empleados en industrias de alta, media y baja tecnología.
 - Exportaciones de alta media y baja tecnología.
- Instituciones de apoyo a la innovación:
 - Proyectos nacionales aprobados por el CDTI.

CUADRO 2
FACTORES DE LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN

FACTOR 1: ENTORNO REGIONAL Y PRODUCTIVO DE LA INNOVACIÓN

1) Estructura productiva

- VAB industria alta y media tecnología en mill. € 1999 (**0,895**).
- VAB industria baja tecnología en mill. € 1999 (**0,975**).
- Empleados industria alta y media tecnología en mill. € 1999 (**0,909**).
- Empleados industria baja tecnología en mill. € 1999 (**0,980**).
- Export. industria alta y media-alta tg. en mill. € 1999 (**0,887**).
- Export. industria media-baja tecnología en mill. € 1999 (**0,665**).
- Export. industria baja tecnología en mill. € 1999 (**0,984**).

2) Instituciones de apoyo a la innovación

- Proyectos nacionales aprobados por el CDTI en mill. € 1999 (**0,941**).

3) Tamaño de la región

- PIB en millones € 1999 (**0,859**).

4) Conocimiento acumulado

- Media de patentes españolas por CA (**0,866**).
- Media de patentes europeas por CA (**0,878**).
- Patentes españolas en % que representa cada CA (**0,866**).
- Patentes europeas en % que representa cada CA (**0,878**).

0,567

0,529

0,464

FACTOR 3: PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES EN LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN

- Gasto interno de las universidades en I+D, % del PIB (**0,467**).
- Personal interno (EDP) de las universidades en I+D, % de la población activa (**0,950**).
- Investigadores (EDP) de las universidades en I+D, % de la población activa (**0,956**).
- Alumnos matriculados 1º y/o 2º ciclo respecto a la población 16 y más años (cada 100.000 hab.) (**0,601**).
- Alumnos que han terminado 1º y/o 2º ciclo respecto a la población 16 y más años (cada 100.000 hab.) (**0,674**).
- Alumnos matriculados 3º ciclo respecto a la población 16 y más años (cada 100.000 hab.) (**0,906**).
- Alumnos que han leído su tesis respecto a la población 16 y más años (cada 100.000 hab.) (**0,943**).
- Indicador de calidad de la universidad (**0,914**).

0,550

FACTOR 4: PAPEL DE LAS EMPRESAS EN LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN

0,483

- Gasto interno de las empresas en I+D, porcentaje del PIB (**0,788**).
- Personal interno (EDP) de las empresas en I+D, % de la población activa (**0,785**).
- Investigadores (EDP) de las empresas en I+D, % de la población activa (**0,792**).
- Stock de capital tecnológico empresarial en I+D (€ de 1999 por habitante) (**0,683**).
- Recursos humanos en ciencia y tecnología respecto población > 16 años (**0,772**).
- Distribución regional de los centros tecnológicos (**0,720**).
- Ingresos anuales de los centros tecnológicos (**0,674**).

FACTOR 2: PAPEL DE LA ADMINISTRACIÓN EN LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN

0,566

Administración Pública

- Gasto interno de la Administración Pública en I+D, % del PIB (**0,969**).
- Personal interno (EDP) de la Administración Pública en I+D, % de la población activa (**0,976**).
- Investigadores (EDP) de la Administración Pública en I+D, % de la población activa (**0,964**).
- Stock de capital científico en I+D (€ de 1999 por hab.) (**0,854**).
- Stock de capital científico en I+D (mill. de € de 1999) (**0,839**).

Otros

- Inversión capital-riesgo (millones de € de 1999) (**0,730**).
- Inversión capital-riesgo (% cada CA) (**0,730**).
- Stock de capital tecnológico en I+D (millones de € de 1999) (**0,726**).

FUENTE: Elaboración propia.

■ Tamaño de la región:
— PIB precios constantes.

■ Conocimiento acumulado:
— Patentes (españolas, europeas, en %).

Todas las variables se encuentran altamente saturadas en el factor con valores superiores a 0,8, a excepción de aquella que representa las exportaciones de media-baja tecnología. Esta variable se encuen-

tra a su vez también correlacionada con el factor 4, que captura los elementos vinculados al ámbito empresarial. Teniendo en cuenta el tejido empresarial español, parece lógico el resultado obtenido y la re-

lación existente entre la mencionada variable y el referido factor.

Factor 2: Papel de la Administración en los sistemas de innovación. El segundo eje factorial que mayor variabilidad recoge, un 23,38%, muestra claramente aquellos aspectos de la Administración Pública relacionados con la innovación. Siguiendo un orden de mayor a menor peso en el factor, nos encontramos con:

— Personal interno (EDP) Administración Pública en I+D (% población activa).

— Gasto interno de la Administración Pública en I+D (% PIB).

— Investigadores (EDP) en I+D de la Administración Pública (% población activa).

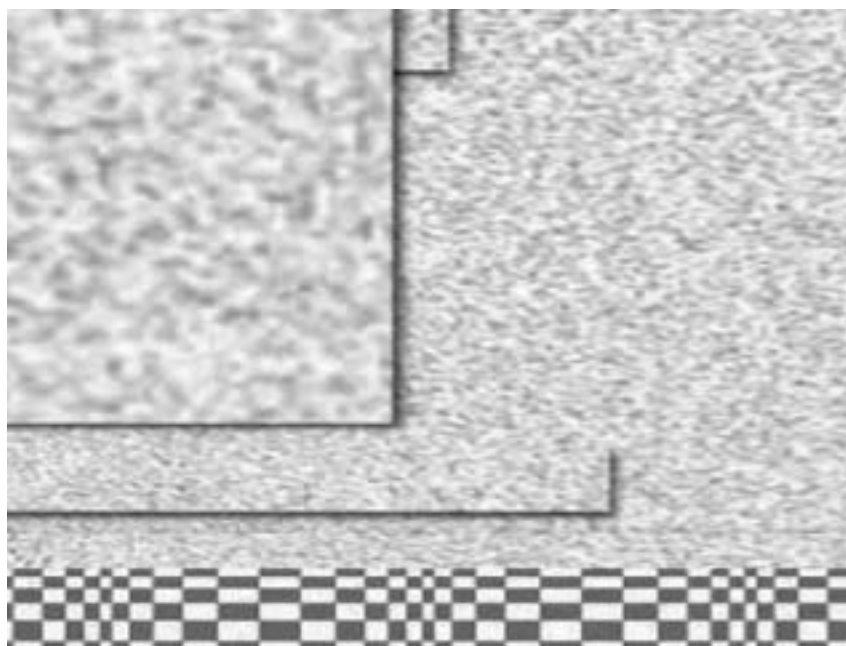
Estos tres indicadores poseen un grado de correlación superior a 0,85. Además de ellos aparecen, por un lado, las variables relacionadas con el *stock* de capital científico y tecnológico y, por otro, las referidas al sistema de capital-riesgo. Estas variables se relacionan también con el factor 1 y forman parte del entorno regional de la innovación.

Factor 3: Papel de las universidades en los sistemas de innovación. El tercer factor refleja claramente el papel de las universidades, a través de sus recursos y resultados, en los SRI. Recoge una variabilidad del 17,6%, y los siguientes indicadores se correlacionan con el mismo de mayor a menor grado.

— Investigadores (EDP) en universidades en I+D (% población activa).

— Personal interno (EDP) de las universidades en I+D (% población activa).

— Alumnos de doctorado que han leído su tesis (cada 100.000 habitantes >16 años).



— Índice de calidad de las universidades.

— Alumnos matriculados tercer ciclo (cada 100.000 habitantes >16 años).

— Alumnos que han terminado 1º y/o 2º ciclo (cada 100.000 habitantes >16 años).

— Alumnos matriculados en 1º y/o 2º ciclo (cada 100.000 habitantes >16 años).

— Gasto interno de las universidades en I+D (% PIB).

Los cuatro primeros poseen una saturación en dicho factor superior a 0,9, lo que pone de manifiesto la importancia del entorno vinculado a la investigación del mismo. Con respecto a los indicadores relacionados con los resultados universitarios en el primero y segundo ciclo, el grado de correlación es menor (8). Destaca el hecho de cómo el relacionado con las personas que han acabado sus estudios en los ciclos intermedios se encuentra también ligado al factor que recoge los rasgos empresariales. En teoría, esta conexión se podría explicar por la adaptación de los recursos

humanos a las empresas de la región.

Factor 4: Papel de las empresas en los sistemas de innovación. Finalmente, el cuarto y último factor muestra aquellos elementos que de algún modo representan la capacidad innovadora de las empresas. Dicho factor recoge una variabilidad del 15,34%, y está constituido por las siguientes variables:

— Investigadores (EDP) de empresas en I+D (% población activa).

— Gasto interno de las empresas en I+D (% PIB).

— Personal interno (EDP) de las empresas en I+D (% población activa).

— Recursos humanos en ciencia y tecnología respecto a la población >16 años.

— Distribución regional centros tecnológicos.

— *Stock* de capital tecnológico empresarial I+D (€ 1999 por habitante).

— Ingresos anuales de los centros tecnológicos en relación con el

gasto regional en innovación del sector industrial.

Los cinco primeros indicadores poseen un grado de saturación en el factor cercano a 0,8. Se ve claramente el papel de las empresas en temas relacionados con la I+D tanto en términos de recursos financieros como humanos. Pero, además, dicho factor recoge las variables vinculadas con los centros tecnológicos. Realmente, los centros tecnológicos son unidades de apoyo de las empresas —o por lo menos, éste es su fin—, de ahí que no resulte extraña la relación existente.

A modo de resumen, se puede decir que se ha conseguido agrupar casi todas las variables originales que tratan de representar aquellos aspectos de los sistemas de innovación que pueden ser cuantificables y de los que se posee información, en cuatro variables hipotéticas, conservando una variabilidad original del modelo elevada. Además, estos factores tienen una interpretación coherente con los presupuestos teóricos que inspiran el análisis.

LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN EN ESPAÑA: RESULTADOS DEL ANÁLISIS CLUSTER

Una vez que se han detectado los factores latentes de la investigación, se ha procedido a clasificar las comunidades autónomas agrupándolas a través de la *técnica cluster* o de *análisis de conglomerados* (9), a partir de las puntuaciones de los cuatro factores anteriormente descritos.

El análisis *cluster* o de conglomerados es una técnica multivariante para clasificar «individuos», donde no se conoce *a priori* ni los grupos que se formarán ni su número. Es

por tanto una técnica cuyo fin es la formación de grupos, de tal manera que, con respecto a la distribución de los valores de las variables, cada conglomerado sea lo más homogéneo posible, siendo, además, entre ellos, distintos.

En nuestro caso, los individuos son las comunidades autónomas. Su aplicación tiene como objetivo determinar el número de tipos de SRI que es posible identificar en España, las características que los definen y las regiones que se agrupan en cada uno de ellos. Es en sí misma también una técnica con carácter descriptivo.

Al ejecutar esta técnica hay que definir el tipo de *distancia* que se va a usar, así como el *método de formación de grupos*. La *distancia* es un índice que refleja la mayor o menor semejanza entre individuos. Cuanto mayor sea la distancia, lógicamente, menos se asemejarán entre sí los sistemas de innovación definidos. En nuestro caso, la distancia utilizada es la *euclídea al cuadrado*. El problema de esta distancia es que se ve muy afectada por el tipo de unidades que se utilizan. Una forma de corregir este problema ha sido a través de la estandarización o tipificación de las variables. En este caso, el método empleado ha sido el llamado de *puntuaciones Z*.

Con respecto al método de formación de *clusters*, se ha utilizado un procedimiento aglomerativo, es decir, se comienza considerando a todos los individuos como integrantes de grupos aislados. Consecutivamente se van uniéndolos al *cluster*. Más concretamente, el método con el que se ha operado inicialmente en el SPSS es el *método del vecino más próximo*, en el que los grupos se van uniéndolos en función de una menor distancia.

El cuadro 3 muestra la solución obtenida para el rango de dos a seis *clusters* con dicho método. El número que aparece en dicho cuadro

indica cuál es el *cluster* al que pertenece cada comunidad autónoma. Es decir, en el caso de una solución con dos *clusters*, los dos conglomerados son el formado por la Comunidad de Madrid (2) y el que integra el resto de CCAA (1). En el caso de tres soluciones, aparecen dos *clusters* que sólo contienen una región cada uno —Madrid y País Vasco—, y un tercero formado por las restantes comunidades.

En el caso de cuatro soluciones, los *clusters* son: Madrid, País Vasco, Navarra y las demás regiones agrupadas en uno solo. En el caso de cinco *clusters*, nos encontramos con: Madrid, País Vasco, Navarra, Cataluña y el resto de comunidades. Y finalmente, con seis conglomerados: Madrid, Navarra, País Vasco, Cataluña, Comunidad Valenciana y el resto de regiones.

Llegados a este punto, *a priori*, la solución que parece ajustarse mejor al panorama español en innovación es la de cinco conglomerados. Para completar el estudio, se ha realizado el mismo análisis con otro procedimiento: *método del vecino más alejado* (10). Los resultados de cinco conglomerados coinciden con los obtenidos con el método del vecino más próximo, lo que avala la solución adoptada.

Por otra parte, se ha realizado un análisis de la varianza a través del factor que clasifica las regiones con la finalidad de comprobar si existen realmente diferencias entre los diversos SRI identificados. Dada una variable dependiente cuantitativa y una variable independiente cualitativa, el análisis de la varianza con un factor consiste en determinar el comportamiento de la variable dependiente en los grupos establecidos por los valores de la independiente.

En este caso, las variables independientes se corresponden con los cuatro factores identificados, y la variable cualitativa, o factor, es

aquella que clasifica las comunidades autónomas en cinco grupos. El fin de este análisis ha sido comprobar si la media en los distintos grupos difiere significativamente entre ellos. La hipótesis nula, de igualdad de medias en los grupos establecidos, se ha rechazado con un nivel de significación del 99% (cuadro 4). Por lo tanto, se puede afirmar que los tipos de SRI que se han detectado registran un comportamiento diferente en los cuatro factores.

Una vez verificada la pertinencia de la clasificación obtenida —que, como se ha destacado, delimita cinco tipos diferenciados de sistemas regionales de innovación en España— conviene ahora detenerse en la descripción de esos sistemas, utilizando para ello las puntuaciones factoriales obtenidas para cada uno de ellos, así como los valores de las principales variables que los integran.

EL ENTORNO REGIONAL Y PRODUCTIVO DE LA INNOVACIÓN

El primer factor identificado —el entorno regional y productivo de la innovación— presenta un comportamiento diverso en los sistemas regionales delimitados a través de la técnica *cluster*. La comunidad autónoma que presenta un valor de esta variable hipotética superior al resto de regiones es Cataluña. En segundo y tercer lugar, con unos valores bastante inferiores, aunque positivos (11), se sitúan Madrid y el País Vasco, correspondiendo la puntuación más baja, y negativa, a Navarra. Esta última es incluso inferior a la que corresponde al conglomerado que reúne a las demás regiones.

Se manifiesta así la gran importancia que dentro del sistema de innovación catalán poseen aquellos elementos vinculados con el entorno y la infraestructura de soporte, como la estructura productiva, las ayudas a la innovación en las empresas, el conocimiento acumulado y el tama-

CUADRO 3
CONGLOMERADO DE PERTENENCIA

CCAA	5 conglo.	4 conglo.	3 conglo.	2 conglo.
1. Andalucía	1	1	1	1
2. Aragón	1	1	1	1
3. Asturias	1	1	1	1
4. Baleares	1	1	1	1
5. Canarias	1	1	1	1
6. Cantabria	1	1	1	1
7. Castilla y León	1	1	1	1
8. Castilla-La Mancha	1	1	1	1
9. Cataluña	2	1	1	1
10. C. Valenciana	1	1	1	1
11. Extremadura	1	1	1	1
12. Galicia	1	1	1	1
13. Madrid	3	2	2	2
14. Murcia	1	1	1	1
15. Navarra	4	3	1	1
16. País Vasco	5	4	3	1
17. La Rioja	1	1	1	1

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 4
ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)

		Suma de cuadrados		Media cuadrática	F	Sig.
ENTORNO REGIONAL Y PRODUCTIVO	Inter-grupos	12.085	4	3,021	9.259	0,001
	Intra-grupos	3.915	12	0,326		
	Total	16.000	16			
ADM. PÚBLICA	Inter-grupos	14.786	4	3,696	36.538	0,000
	Intra-grupos	1.214	12	0,101		
	Total	16.000	16			
UNIVERSIDAD	Inter-grupos	12.157	4	3,039	9.489	0,001
	Intra-grupos	3.843	12	0,320		
	Total	16.000	16			
EMPRESAS	Inter-grupos	13.997	4	3,499	20.964	0,000
	Intra-grupos	2.003	12	0,167		
	Total	16.000	16			

FUENTE: Elaboración propia.

ño regional. Y se muestra también el menor relieve de estas variables en los demás casos, donde Madrid y el País Vasco puntúan positivamente, como ya se ha indicado.

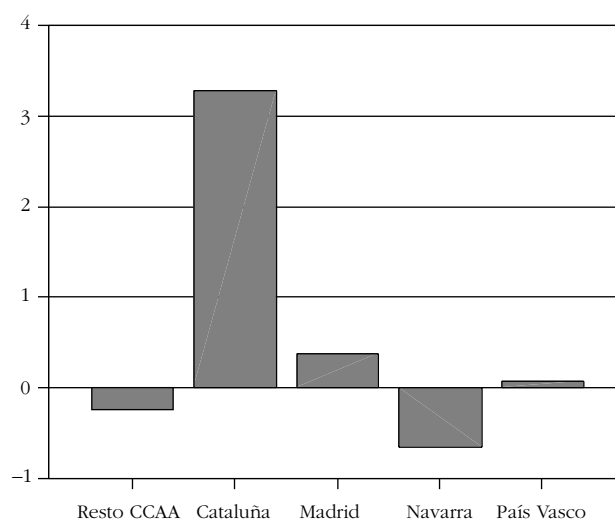
Estos resultados se visualizan tal vez mejor al observar las variables e indicadores que han sido utilizados

en la investigación. El cuadro 5 resume la información de algunas de las principales variables que configuran dicho factor. En el caso del VAB, los empleos y las exportaciones de alta y media tecnología las cifras más elevadas corresponden a Cataluña, lo que ratifica su posición relativa anteriormente comentada.

En esas variables, la segunda posición la ocupa la Comunidad de Madrid, con unos resultados superiores a la media de las regiones. También el País Vasco, sin llegar a los niveles catalanes y madrileños, consigue situarse por encima de la media española; y por el contrario, el caso de Navarra refleja un patrón de comportamiento mucho más cercano al de los integrantes del *cluster* que agrupa el «resto de regiones».

Con respecto a los recursos dedicados por el CDTI a financiar proyectos tecnológicos, Cataluña vuelve a ostentar el liderazgo. En segundo y tercer lugar se encuentran Madrid y la Comunidad Valenciana, mientras el País Vasco se coloca en cuarto lugar, todos ellos con valores por encima de la media española. Navarra, por otro lado, aquí vuelve a ocupar una posición infe-

GRÁFICO 1
FACTOR 1: ENTORNO REGIONAL Y PRODUCTIVO
DE LA INNOVACIÓN



FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 5
PRINCIPALES VARIABLES REFERIDAS AL ENTORNO REGIONAL Y PRODUCTIVO DE LA INNOVACIÓN

CCAA	VAB indus. alta-media tecnología (millones € 1999)	Empleados indust. alta-media (miles)	Exportaciones AMT (millones € 1999)	PIB (millones € 1999)	Patentes españolas (nº)	Patentes europeas (nº)	CDTI (millones € 1999)
Madrid	5.706,15	113,70	6.890,26	80.018,66	310	91	17,63
País Vasco	3.128,90	76,50	4.626,39	29.344,08	103	53	13,57
Navarra	1.218,21	25,70	2.770,06	8.235,38	43	19	6,38
Cataluña	10.270,54	222,40	15.367,04	89.366,31	374	146	33,64
Andalucía	2.069,04	49,73	1.899,13	61.271,88	92	18	10,47
Aragón	1.855,19	43,00	4.016,50	15.363,37	40	9	3,84
Asturias	362,03	9,77	402,32	11.327,15	28	13	4,91
Baleares	72,00	2,10	471,96	10.624,40	26	3	0,20
Canarias	140,36	3,97	82,01	17.624,41	47	21	0,71
Cantabria	460,14	9,33	512,78	5.833,10	10	1	1,54
Castilla y León	1.745,46	36,37	4.185,25	27.548,94	15	3	9,02
Castilla-La Mancha	612,94	15,53	611,90	16.767,18	17	3	4,92
C. Valenciana	2.319,43	55,43	4.159,65	44.256,32	149	41	17,27
Extremadura	72,35	2,03	78,79	8.042,38	12	3	1,51
Galicia	1.549,46	41,83	2.465,37	25.806,14	21	3	5,85
Murcia	485,98	12,00	337,36	10.790,73	7	2	5,99
La Rioja	209,36	4,70	112,14	3.527,87	10	0	2,85
España	32.277,55	724,10	48.988,89	465.748,29	1.305	430	140,32

FUENTE: Elaboración del IAIF (Universidad Complutense).

rior a la media del conjunto de las regiones.

En cuanto al tamaño regional cuantificado a través del Producto Interior Bruto, se aprecia cómo las regiones más grandes son Cataluña y Madrid, con 89.366 y 80.190 millones de euros, respectivamente. La media española se sitúa en 27.397 millones de euros, encontrándose con cifras superiores las comunidades del País Vasco, Andalucía y la Comunidad Valenciana.

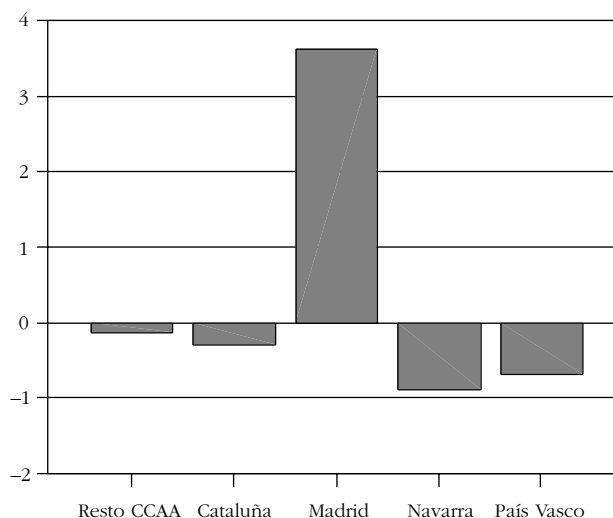
Por último, en relación con los indicadores de propiedad industrial, se aprecia la mayor tendencia a patentar de Cataluña, seguida de cerca por Madrid y, a más distancia, por la Comunidad Valenciana. El País Vasco se sitúa también en un nivel por encima de la media para todas las regiones. Y, a excepción de Andalucía, cuyo comportamiento es algo superior a la media del conjunto, el resto de las comunidades autónomas muestra un resultado mediocre en cuanto al registro de patentes.

PAPEL DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA EN LOS SRI

En cuanto al factor que recoge los elementos vinculados a la Administración Pública (gráfico 2) la situación también resulta bastante llamativa. Nos encontramos con una región, Madrid, donde la puntuación factorial es muy superior a la que obtienen las restantes. Se observa, por tanto, la importancia del eje administrativo público en este SRI, lo que le otorga unas características diferentes a las del resto. Por contra, y más acentuado en el País Vasco y en Navarra, las demás regiones se caracterizan por tener unas puntuaciones negativas, lo que no es extraño, teniendo en cuenta la preferente localización de las instituciones de la Administración que se ocupan de la ciencia y la tecnología en la capital de España.

En el cuadro 6 se recogen los valores medios, para el período estudiado, de los principales indicadores

GRÁFICO 2
FACTOR 2: PAPEL DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA EN LOS SRI



FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 6
PRINCIPALES VARIABLES REFERENTES AL PAPEL DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA EN LOS SRI

CCAA	Gasto I+D % PIB AAPP	Personal I+D % pob. activa AAPP	Stock capital científico (€ por habitante)	Capital inversión (mill. € 1999)
Madrid	0,45	4,60	751,46	84,63
País Vasco	0,03	0,26	172,95	29,90
Navarra	0,02	0,25	270,74	3,63
Cataluña	0,09	0,74	226,94	39,73
Andalucía	0,12	0,79	175,19	40,54
Aragón	0,11	1,23	247,98	5,13
Asturias	0,09	0,83	196,10	8,90
Baleares	0,05	0,45	78,58	0,83
Canarias	0,12	0,88	214,62	1,20
Cantabria	0,12	0,64	211,78	2,68
Castilla-León	0,05	0,44	191,52	9,97
Castilla-La Mancha	0,05	0,37	40,78	11,62
C. Valenciana	0,07	0,48	183,63	15,48
Extremadura	0,08	0,46	118,38	13,93
Galicia	0,11	0,77	141,70	6,51
Murcia	0,13	0,88	193,68	1,80
La Rioja	0,05	0,83	68,63	2,11
España	0,15	1,19	257,87	278,61

FUENTE: Elaboración del IALF (Universidad Complutense).

que configuran el factor. Madrid, como puede apreciarse, acumula una proporción mucho mayor de recursos destinados a la I+D por parte de la administración. Exactamente, su nivel de gasto interno respecto

al PIB es del 0,45%, frente a la media española, que se encuentra solamente alrededor del 0,15%. Cataluña y el País Vasco, se sitúan en los valores del 0,09% y 0,03%, respectivamente, y por tanto inferiores

a la media. En el caso de Navarra, los valores obtenidos son los más bajos de toda España, con un 0,02%. Con respecto a los recursos humanos, la región madrileña vuelve a tener un comportamiento sobresaliente. En el caso del personal interno de la Administración Pública, respecto a la población activa, las cifras se sitúan en torno al 4,5%, muy superior a las de las demás comunidades autónomas.

En relación con el *stock* de capital científico en I+D (euros por habitante), la Comunidad de Madrid vuelve a alcanzar las cifras regionales más elevadas. En los casos de Navarra, País Vasco y Cataluña, los resultados se muestran muy por debajo de los alcanzados por la región madrileña, aunque en este caso son superiores a la media española.

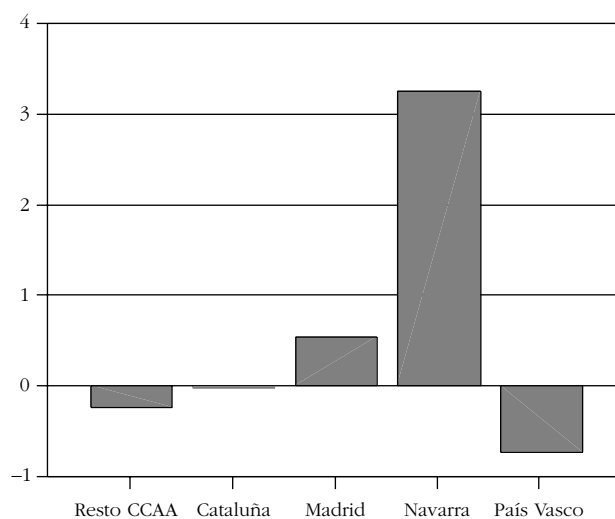
Por último, hay que señalar cómo este factor de corte claramente administrativo incluye elementos pertenecientes al sistema de financiación capital-riesgo. En este caso, Madrid posee una situación aventajada respecto al resto de regiones en lo concerniente a su configuración. Esta Comunidad cuenta con unas cifras cercanas a los 85 millones de euros, situándose la media española es tan sólo 16,4 millones. En el País Vasco y, en mayor medida, en Cataluña, la cifra es superior a la media del conjunto español.

Estos resultados gozan de cierta lógica, teniendo en cuenta que al definir los factores implícitos del modelo, el *stock* de capital tecnológico no sólo participaba en el significado de la variable hipotética ligada a la Administración, sino también de la relativa al entorno y sistema productivo de la región, aunque fuera en un grado menor de importancia.

EL PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES EN LOS SRI

Como se aprecia en el gráfico 3, el sistema universitario cuenta con un papel relativo claramente más des-

GRÁFICO 3
FACTOR 3: EL PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES EN LOS SRI



FUENTE: Elaboración propia.

tacado en Navarra que en las demás regiones. Madrid ocupa una segunda posición con puntuación positiva, aunque a bastante distancia de aquella. Mientras, en el lado opuesto, con unos resultados negativos, se sitúan Cataluña, que roza la media, el País Vasco y las demás comunidades autónomas.

Las variables vinculadas a la investigación son las que han obtenido un mayor significado dentro del mismo, tanto desde el punto de vista de los recursos como de los resultados. En el cuadro 7 se muestra el papel destacado de Navarra, con unas cifras claramente superiores al resto, incluida la región madrileña. Así, en el caso de la *ratio* relativa al personal interno en I+D, dicha Comunidad toma un valor del 5,37%, situándose la media española en el 2,34%. La segunda comunidad autónoma con valores más altos es Madrid (personal interno 3,14%). Cataluña, por su parte, presenta unas cifras cercanas a la media, mientras que el País Vasco se sitúa por debajo (2,14%).

En relación con los resultados de la investigación académica medidos a través de la proporción de alumnos matriculados en tercer ciclo, así co-

mo de aquellos que han leído su tesis, Navarra vuelve a destacar sobre las demás regiones españolas. Madrid, por su parte, presenta un comportamiento superior a la media, aunque menor que el de Navarra. Y lo mismo se puede decir de Cataluña, aunque no así del País Vasco, que vuelve a encontrarse por debajo de la media española.

Una descripción similar a la precedente puede hacerse en cuanto al indicador que mide la calidad de las universidades, volviendo a destacar la posición ventajosa de Navarra. Y con relación al resto de las variables vinculadas a este factor, aunque se aprecie otra vez el importante desarrollo del sistema universitario navarro, puede apuntarse que las diferencias con las demás regiones no son tan marcadas, siendo superado en algunos casos por el sistema madrileño.

EL PAPEL DE LAS EMPRESAS EN LOS SRI

Por último, en el caso del factor representativo de los aspectos ligados al ámbito de las empresas innovadoras, las diferencias vuelven

CUADRO 7
PRINCIPALES VARIABLES REFERENTES AL PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES

CCAA	Personal I+D % población activa universidades	Matriculados 3 ^{er} ciclo (cada 100.000 habitantes)	Terminados 3 ^{er} ciclo (cada 100.000 habitantes)	Gastos I+D % PIB universidades	Matriculados 1 ^{er} y 2 ^{er} ciclo (cada 100.000 habitantes)	Terminados 1 ^{er} y 2 ^{er} ciclo (cada 100.000 habitantes)	Índice calidad universidades
Madrid	3,14	349,10	35,10	0,29	6.082,07	857,63	7,34
País Vasco	2,14	109,97	9,60	0,22	4.585,82	679,41	5,85
Navarra	5,37	437,61	59,53	0,30	4.822,15	801,90	12,80
Cataluña	2,63	182,14	19,19	0,25	3.830,46	562,18	7,19
Andalucía	2,22	163,78	16,74	0,34	4.548,35	540,97	5,64
Aragón	1,93	196,53	19,67	0,18	4.437,79	521,14	5,90
Asturias	1,86	146,77	17,36	0,27	4.557,96	519,34	6,32
Baleares	1,28	57,65	4,95	0,16	2.374,62	221,10	5,33
Canarias	2,40	167,34	14,66	0,31	3.754,49	362,24	6,55
Cantabria	2,88	138,00	12,91	0,26	3.456,10	356,22	5,92
Castilla y León	3,35	203,12	17,86	0,30	4.955,29	653,67	5,23
Castilla-La Mancha	1,05	30,02	2,35	0,11	2.271,53	322,15	5,23
C. Valenciana	2,14	173,34	16,32	0,32	4.196,32	555,34	6,05
Extremadura	1,77	82,55	7,18	0,27	2.843,44	405,84	5,73
Galicia	2,31	104,99	12,80	0,26	4.109,74	491,13	5,64
Murcia	1,84	116,51	17,45	0,22	4.333,50	527,95	5,80
La Rioja	1,52	65,46	1,68	0,15	3.104,32	352,18	4,62
España	2,43	2.724,86	285,38	0,27	68.263,93	8.730,40	6,50

FUENTE: Elaboración del IAI (Universidad Complutense).

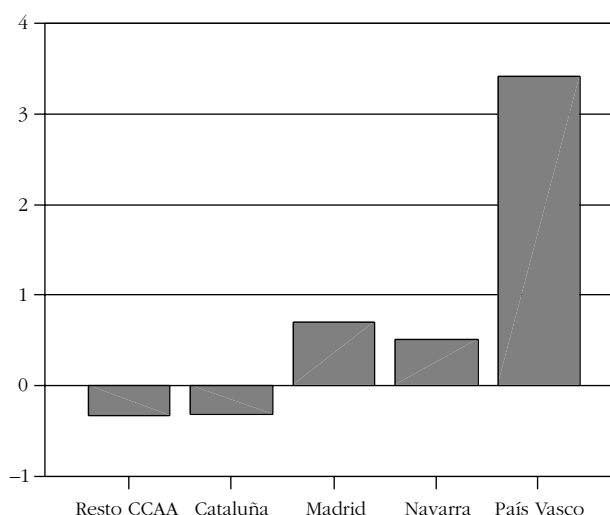
a ser notorias. Como se aprecia en el gráfico 4, dicha variable hipotética toma un valor muy alto, y positivo, en el caso del País Vasco, lo que señala la importancia de este subsistema dentro del propio regional de innovación. En segundo y tercer lugar, y con valores positivos, nos encontramos respectivamente con Madrid y Navarra, tomando Cataluña y las restantes comunidades puntuaciones negativas.

Si observamos los cifras recogidas en el cuadro 8, se comprueba cómo es el País Vasco la región que ostenta el liderazgo en la proporción de los recursos monetarios destinados a I+D por parte de las empresas, en relación con su Producto Interior Bruto. Dicho porcentaje toma aquí un valor del 0,95%, seguido de Madrid con un 0,84%. En tercer y cuarto lugar se encuentran Cataluña (0,61%) y Navarra (0,44%), ambas superando a la me-

dia española. Asimismo, este comportamiento es muy similar en el caso del personal en I+D.

Si nos fijamos ahora en la distribución regional de los centros tecnológicos, es el País Vasco el que

GRÁFICO 4
FACTOR 4: EL PAPEL DE LAS EMPRESAS EN LOS SRI



FUENTE: Elaboración propia.

cuenta con un mayor número de instituciones de este tipo. En este punto, se aprecia la presencia importante de la Comunidad Valenciana, con un valor que duplica el de Madrid. Cataluña aparece, con igual número de centros que Castilla y León, en la cuarta posición. Por último, en relación con el *stock* de capital tecnológico empresarial, Madrid y el País Vasco poseen los valores más altos, seguidos de Cataluña y Navarra.

CONCLUSIONES

Crecientemente se está concediendo una merecida atención a las relaciones entre innovación, el cambio tecnológico y el ámbito geográfico regional. En este marco, el enfoque de los SRI gana importancia al ser una potente herramienta de carácter descriptivo, que puede servir en la planificación y el desarrollo de políticas científicas, tecnológicas e industriales.

En este artículo se han mostrado los resultados obtenidos en la elaboración de una tipología de SRI para el caso español. Dos conclusiones principales se pueden destacar del estudio: la existencia de una serie de regiones claramente más desarrolladas en los aspectos y elementos que configuran esos sistemas identificados a través de cuatro factores (el entorno regional y productivo de la innovación, el papel de la Administración Pública, el de las empresas y el de la universidad en los SRI) y los distintos comportamientos que se observan en la tipología obtenida, que constatan la heterogeneidad del Sistema Nacional de Innovación de España, considerada en su conjunto.

Así, la tipología elaborada indica la existencia de cinco tipos de SRI que podemos considerar bajo dos subconjuntos, a los que designaremos, respectivamente, como sistemas de primero y de segundo or-

CCAA	Gasto I+D % PIB empresas	Personal I+D % población activa empresas	Stock tecnológico empresarial € habitante	Número de centros tecnológicos
Madrid	0,84	4,60	908,06	8
País Vasco	0,95	5,02	662,04	18
Navarra	0,44	2,94	323,58	3
Cataluña	0,61	3,41	445,65	6
Andalucía	0,18	0,65	69,66	2
Aragón	0,30	1,67	172,50	1
Asturias	0,17	0,74	116,22	1
Baleares	0,03	0,18	14,43	1
Canarias	0,06	0,22	9,57	0
Cantabria	0,23	0,98	82,64	0
Castilla y León	0,16	0,74	158,89	6
Castilla-La Mancha	0,31	0,71	69,88	1
C. Valenciana	0,19	0,97	87,82	16
Extremadura	0,04	0,18	16,67	0
Galicia	0,14	0,58	55,65	2
Murcia	0,19	0,81	66,13	2
La Rioja	0,23	1,16	94,01	0
España	0,42	1,95	283,06	67

FUENTE: Elaboración del IAI (Universidad Complutense).

den. Los sistemas de primer orden se encuentran más desarrollados tanto desde el punto de vista de los recursos como de los resultados innovadores. Las comunidades autónomas a las que nos referimos son: Madrid, el País Vasco, Navarra y Cataluña. Estas regiones poseen características propias que las diferencian del resto.

En el caso de Madrid, la región presenta el sistema de innovación más desarrollado del conjunto. Los factores latentes identificados en la investigación poseen unos valores en todos los casos superiores a la media, destacando el eje articulado en torno a la Administración Pública en temas de I+D. Es un sistema en el que los recursos utilizados son abundantes y los resultados relativos favorables. Las economías de aglomeración derivadas de la capitalidad de España le otorgan un estatus diferente al del resto de las comunidades autónomas.

En el País Vasco, la parte vinculada a los recursos, tanto humanos como financieros, de las empresas destinados a la I+D va a ser el eje principal del SRI, situándola en estos aspectos a la cabeza de las regiones españolas, y por lo tanto diferenciándola del resto. Sin embargo, los resultados cuantificables del sistema a través de las patentes o de los *outputs* del sistema universitario —sobre todo este último— se revelan especialmente débiles. Es decir, los demás factores se encuentran escasamente desarrollados, especialmente el que refleja la actividad de la universidad y la administración pública, cuyo peso relativo es inferior a la media de las demás comunidades autónomas.

El caso de Navarra es también llamativo. Su SRI se encuentra muy desarrollado en aquellos aspectos ligados al ámbito universitario, tanto desde el punto de vista de los recursos como de los resultados

generados, que le conceden así una diferencia notable frente al resto de regiones. También es positivo, pero de menor relieve, el papel empresarial. Sin embargo, los otros factores no muestran el mismo comportamiento. Es más, la región se encuentra muy identificada con las periféricas en el ámbito de la Administración Pública y en lo que se ha denominado entorno de la innovación, seguramente debido a su reducido tamaño.

Cataluña presenta también unas características singulares. Dicha región, cuya dimensión es grande y su tradición industrial muy longeva, se encuentra a la cabeza en aquellos elementos que configuran el entorno de la innovación. Sin embargo, es un sistema en el que los elementos de la investigación universitaria y de la innovación empresarial son todavía insuficientes. Podría pensarse que se trata de un sistema en fase emergente, que, a diferencia de lo que ocurre en el País Vasco, Navarra y Madrid, no ha logrado desarrollar aún factores que afectan a las instituciones y agentes implicados en las actividades de creación del conocimiento tecnológico.

El grupo de sistemas de segundo orden se encuentra constituido por las restantes comunidades autónomas. Todas ellas cuentan con una puntuación negativa de los factores, que refleja los valores bajos en los indicadores y variables del estudio. Son regiones, por tanto, periféricas en materia de innovación y vinculadas a lo que la teoría también llama *sistemas regionales de innovación menos aventajados*. Aquí las funciones propias de generar, utilizar y retroalimentar el conocimiento, base de la innovación y del posterior progreso económico, no se desarrollan adecuadamente, lo que en muchos casos deriva de problemas estructurales como, por ejemplo, la insuficiencia de las empresas para identificar las necesidades de innovación, la existencia de sectores tradicionales con

escasa orientación al cambio y la falta de una verdadera cultura en estos temas.

Estas regiones, con importantes debilidades, debieran tener un tratamiento claramente diferenciado en lo que a política tecnológica se refiere frente a las anteriormente señaladas. Por ello, corresponde a los planificadores nacionales de la ciencia y la tecnología, así como a los gobiernos nacionales y regionales, el diseño de instrumentos capaces de contemplar estas diferencias interregionales, a la vez que impulsar el desarrollo científico tecnológico del país considerado en su conjunto.

.....

(*) Este artículo se inscribe en el Programa de Indicadores de la Ciencia y la Tecnología que financia la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid (Dirección General de Investigación) en el marco del Contrato Programa 2000-2003 suscrito con la Universidad Complutense. Deseamos expresar nuestros agradecimientos a los profesores de la Escuela de Estadística de la Universidad Complutense Eduardo Ortega Castelló, Conrado Manuel y Enrique González Arangüena.

.....

NOTAS

(1) El enfoque mostrado por Lundvall (1992) define al Sistema Nacional de Innovación (SNI) como una estructura amplia, sin límites bien definidos, en la que el aparato productivo, en primer lugar, y la estructura institucional, en segundo, son los elementos principales a la hora de determinar sus características fundamentales. Se basa sobre todo en el estudio de aquellos factores que pueden estar vinculados a los *procesos de aprendizaje interactivo*. Nelson (1993), al realizar un estudio comparativo, se fija más en definir los términos y componentes a partir de un enfoque de corte empírico. Su versión es claramente evolucionista en los temas relacionados con el cambio técnico; y destaca la importancia que otorga a elementos vinculados directamente con la investigación y el desarrollo, como son los labo-

ratorios, las universidades y los departamentos de I+D. Edquist (1997), por su parte, posee una visión en la que se enfatiza el papel de las instituciones y las organizaciones, así como las relaciones entre ellas. Para una revisión de la teoría en español véanse Navarro (2001, 2002), Heijs (2001) y Martínez Pellitero (2002).

(2) Los indicadores y variables utilizados se encuentran en una base de datos existente en el Instituto de Análisis Industrial y Financiero de la Universidad Complutense de Madrid, que se ha ido creando a partir de las investigaciones que allí se llevan a cabo, en especial de los resultados del *Programa de Indicadores de la Ciencia y la Tecnología de la Comunidad de Madrid*. Vid., para una síntesis, Buesa *et al.* (2002c).

(3) Ceuta y Melilla no se incluyen en esta investigación, ya que no se contaba con la información para muchas de las variables e indicadores utilizados.

(4) Para la creación de la base de datos ha sido necesaria, en algunos casos, la elaboración de explotaciones *ad hoc* por parte del INE. En otros se ha precisado la aplicación de algún modelo de estimación, como ocurre con el *stock* de capital científico y tecnológico. Y, por último, algunos datos se han obtenido directamente de fuentes primarias como los referidos a los centros tecnológicos o las patentes. Los problemas metodológicos que se plantean en el empleo de las distintas fuentes se estudian en Buesa, Casado, Heijs, Gutiérrez de Gandarrilla y Martínez Pellitero (2002c). Vid., también para estas cuestiones, Buesa, Navarro *et al.* (2001).

(5) El programa estadístico manejado en la parte empírica de este trabajo es el SPSS 10.0.

(6) Tras la extracción de los cuatro factores, las comunalesidades se encuentran en unos márgenes que varían entre los 0,700 y 0,981 puntos. Más concretamente, el 73 % de las variables muestran unas comunalesidades superiores a 0,900.

(7) Se ha determinado no incluir variables con saturaciones menores de 0,46, por considerarse este criterio el más adecuado para el estudio.

(8) En el caso del gasto de las universidades, la saturación no es muy alta, sin embargo se partía de la base de cómo la comunalesidad de dicha variable era la más baja de todo el modelo.

(9) Cuando se ha realizado el análisis factorial, se ha procedido a guardar en la base de datos las llamadas puntuaciones factoriales para las diferentes comunidades autónomas.

(10) Dicho método se basa en unir aquellos grupos de individuos más próximos dentro de los más alejados.

(11) La media del factor toma un valor de 0 y por tanto los valores positivos denotan cierta intensidad del factor superior a la media del conjunto de las comunidades autónomas, y los negativos lo contrario.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, M. y CORONADO, D. (1999): «Innovación Tecnológica y Desarrollo Regional», *Información Comercial Española*, octubre, nº 781, pp. 103-116.
- AIMC (2001): *Audiencia de Internet. EGM*, Madrid.
- AIMC (varios años): *Marco general de los medios en España*, Madrid.
- 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 nº 33, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense, Madrid, www.ucm.es/BUCM/cee/iaif.
- BRACZYK, H. J., COOKE, P. y HEIDENREICH, R. (eds.) (1996): *Regional Innovation Systems*, Londres, London University Press.
- BUESA, M. (2002): *El sistema regional de innovación de la Comunidad de Madrid*, documento de trabajo nº 30, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense, Madrid, www.ucm.es/BUCM/cee/iaif.
- BUESA, M.; NAVARRO, M.; ARANGUREN, M. J.; OLARTE, F. y MOLERO, J. (2001): *Indicadores de la ciencia y la tecnología en la innovación: Metodología y fuentes para la CAPV y Navarra*, San Sebastián. Azkoaga, Cuadernos de Ciencias Sociales y Económicas, nº 9, Eusko Ikaskuntza-Sociedad de Estudios Vascos.
- BUESA, M.; CASADO, M.; HEIJS, J. y GUTIÉRREZ-GANDARILLA, A. (2001a): *Indicadores del sistema regional de innovación basados en las estadísticas de I+D*, Programa de Indicadores de la Ciencia y la Tecnología en la Comunidad de Madrid, Informe de Investigación, nº 1, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense, Madrid.
- BUESA, M.; CASADO, M.; HEIJS, J. y GUTIÉRREZ-GANDARILLA, A. (2001b): *Estimación del stock de capital tecnológico: comparación en el marco europeo*, Programa de Indicadores de la Ciencia y la Tecnología en la Comunidad de Madrid, Informe de Investigación, nº 2, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense, Madrid.
- BUESA, M.; CASADO, M.; HEIJS, J.; MARTÍNEZ, M. y GUTIÉRREZ-GANDARILLA, A. (2001c): *Las ayudas a la innovación empresarial gestionadas por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial*, Programa de Indicadores de la Ciencia y la Tecnología en la Comunidad de Madrid, Informe de Investigación, nº 6, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense, Madrid.
- BUESA, M.; CASADO, M.; HEIJS, J.; MARTÍNEZ, M. y GUTIÉRREZ-GANDARILLA, A. (2002a): *Los Centros Tecnológicos en España*, Programa de Indicadores de la Ciencia y la Tecnología en la Comunidad de Madrid, Informe de Investigación, nº 7, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense, Madrid.
- BUESA, M.; CASADO, M.; HEIJS, J.; MARTÍNEZ, M. y GUTIÉRREZ-GANDARILLA, A. (2002b): *Indicadores de recursos humanos en ciencia y tecnología*, Programa de Indicadores de la Ciencia y la Tecnología en la Comunidad de Madrid, Informe de Investigación, nº 8, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense, Madrid.
- BUESA, M.; CASADO, M.; HEIJS, J.; MARTÍNEZ, M. y GUTIÉRREZ-GANDARILLA, A. (2002c): *El Sistema Regional de I+D+I de la Comunidad de Madrid*, Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid, Dirección General de Investigación, Madrid, www.madrimasd.org/informacion/publicacion/doc/Sistema_regional.pdf.
- COOKE, P.; GÓMEZ URANGA, M. y ETXEBARRÍA, G. (1997): «Regional Systems of Innovation: Institutional and Organisational Dimensions», *Research Policy*, nº 26, pp. 474-491.
- COTEC (1998): *El Sistema Español de Innovación. Diagnósticos y recomendaciones*, Madrid.
- COTEC (varios años): *Informe COTEC. Tecnología e Innovación en España*, Madrid.
- DEPARTAMENTO DE ADUANAS E IMPUESTOS ESPECIALES (varios años): *Fichero territorial de Aduanas e Impuestos Especiales*, Madrid, Agencia Estatal de la Administración Tributaria.
- EDQUIST, C. (1997): *Systems of Innovation Technologies, Institutions and Organizations*, Londres, Pinter.
- FREEMAN, C. (1987): *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Londres, Pinter.
- HEIJS, J. (2001): *Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación y Política Tecnológica*, documento de trabajo nº 24, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense, Madrid, www.ucm.es/BUCM/cee/iaif.
- INE (varios años): *Contabilidad regional de España*, Madrid.
- INE (varios años): *Encuesta de Población Activa*, Madrid.
- INE (varios años): *Estadística de Enseñanza Superior Universitaria*, Madrid.
- INE (varios años): *Estadística sobre las actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D)*, Madrid.
- KOSCHATZKY, K.; KULICKE, M. y ZENKER, A. (eds.) (2000): *Innovation Networks*. ISI.
- LANDABASO, M. (1997): «The promotion of innovation in regional policy: proposals for a regional innovation strategy», *Entrepreneurship & Regional Development*, nº 9, pp. 1-24.
- LANDABASO, M.; OUGHTON, C. y MORGAN, K. (1999): «Learning regions in Europe: Theory, Policy and Practice through the RIS», presentado en 3ª International Conference on Technology and Innovation Policy, Austin, USA, 30 agosto, 2 septiembre.
- LUNDVALL, B. A. (1992): *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londres, Pinter.
- MARTÍ, J. (2001): *Capital Inversión en España 2000*, Madrid, Cívitas.
- 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 nº 34, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense, Madrid, www.ucm.es/BUCM/cee/iaif.
- MIGUEL, J.; CAÍS, J. y VAQUERA, E. (2001): *Excelencia: calidad de las universidades españolas*, Madrid, CIS.
- MORGAN, K. y NAUWELAERS, C. (eds.) (1999): *Regional Innovation Strategies*, Londres, The Stationery Office.
- NAVARRO, M. (2001): *Los sistemas nacionales de innovación: Una revisión de la literatura*, documento de trabajo nº 26, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense, Madrid, www.ucm.es/BUCM/cee/iaif.
- NAVARRO, M. (2002): «El marco conceptual de los sistemas de innovación nacionales y regionales», Madrid, monografía nº 4, pp. 87-102.
- NELSON, R. R. (ed.) (1993): *National Innovation Systems: A Comparative Study*, Nueva York, Oxford University Press.
- PORTER, M. E. (1990): *The Competitive Advantage of Nation*, Londres, Mac Millan.