

**RECURSOS Y RESULTADOS DE LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN:
ELABORACIÓN DE UNA TIPOLOGÍA DE SISTEMAS REGIONALES DE
INNOVACIÓN EN ESPAÑA***

MÓNICA MARTÍNEZ PELLITERO

*Instituto de Análisis Industrial y Financiero
Universidad Complutense de Madrid*

RESUMEN

Este documento presenta la metodología utilizada y los resultados obtenidos en la elaboración de una tipología de Sistemas Regionales de Innovación, para el caso de España. En la primera parte se realiza una revisión de la literatura relativa al concepto de Sistemas de Innovación, señalando el marco conceptual que envuelve dicho término, las principales obras pioneras en este ámbito, así como la aplicación del enfoque a temas regionales. En la segunda parte se analizan los indicadores y variables relativas a los recursos y resultados de los sistemas con las que se ha trabajado. Posteriormente se describen las técnicas estadísticas multivariantes manejadas en la elaboración de la tipología y los resultados obtenidos. Finalmente se incluye en el trabajo un análisis descriptivo a nivel regional que confirma la heterogeneidad de sistemas detectada para el caso español.

Palabras clave: Sistema Regional de Innovación, Indicadores, Ciencia y Tecnología, Comunidades Autónomas, Infraestructura, Universidades, Administración.

ABSTRACT

This working document presents the methodology and the results of study focussed on the drawing up of a typology of regional innovation systems in Spain. The first part offers the state of art about the concept of Innovation Systems analysing the main authors and approaches and studying the empirical application, especially in a regional context. The second part offers our own empirical results, starting with a description of the indicators used, explaining the different statistical multivariant techniques and the typology of the Spanish Regional Innovation Systems. The last part offers a descriptive analysis of the indicators used in this study that confirms the heterogeneity of the Spanish Regional Systems of Innovation.

Keywords: Regional Innovation Systems, R&D indicators, Science and Technology Systems, Regions, Technical Infrastructure, Universities, Administration.

* Quisiera expresar mis agradecimientos por su incondicional ayuda y críticas siempre constructivas, cruciales para la elaboración de este documento, a los profesores Mikel Buesa, Joost Heijs, y Montserrat Casado, y a Thomas Baumert del Instituto de Análisis Industrial y Financiero.

Este trabajo ha sido realizado en el marco del “Programa de Indicadores de la Ciencia y la Tecnología en la Comunidad de Madrid”, que se desarrolla en el IAIF de la Universidad Complutense con la ayuda financiera de la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid. Su contenido fundamental ha servido de base para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados en el Programa Interuniversitario de Doctorado: Economía y Gestión de la Innovación y Política Tecnológica (Universidad Complutense, Autónoma y Politécnica de Madrid).

INTRODUCCIÓN

El concepto de *Sistema Regional de Innovación* puede considerarse como relativamente nuevo en los estudios económicos, aunque su importancia ha ido creciendo en los últimos años, como muestran los diferentes trabajos que se han llevado a cabo, aplicándolo fundamentalmente al ámbito de los países desarrollados.

El interés por el estudio de los *Sistemas de Innovación* se deriva, entre otros factores, de la importancia que organismos de rango internacional, como la OCDE, han ido otorgando a la innovación como elemento fundamental del desarrollo y la competitividad. Más concretamente, la innovación ha comenzado a verse como un proceso interactivo y complejo en el que toman parte una gran variedad de agentes, y en el que las conexiones y retroalimentaciones entre ellos son fundamentales para su creación, desarrollo y difusión. *La innovación, en sus diferentes versiones, es la fuerza motriz que conduce a los sistemas económicos actuales al desarrollo y el progreso.*

Además, a pesar de la importancia que hoy más que nunca poseen los procesos de globalización en el entorno económico y social, las regiones, y sobre todo en aquellos países caracterizados por la heterogeneidad territorial y geográfica como España, van a configurar entornos y marcos diversos en materia de innovación, que no deben ser obviados. Existen todavía diferencias significativas entre Comunidades Autónomas, que conducen a que la aplicación de un tratamiento similar en materia económica y social —en general— y en materia científica y tecnológica —en particular—, no garantice la eficiencia de los sistemas.

Dentro de este marco general, el presente documento tiene por objetivo mostrar una metodología cuyo fin es la determinación para el caso español de una *Tipología de Sistemas Regionales de Innovación*, a través de la utilización de indicadores de carácter económico, social y relacionados con temas de ciencia y tecnología, que de alguna forma valoran los recursos y resultados en innovación de las diversas regiones. Se intenta mostrar el panorama español, con el objetivo de que dicha clasificación ayude a determinar las fuerzas y debilidades de las regiones, creando un marco de referencia a la hora de estudiar las capacidades tecnológicas, así como facilitar, una mejor gestión y desarrollo de las políticas de ciencia y tecnología.

El trabajo aquí expuesto se articula en dos partes:

- 1) En primer lugar, se realiza una revisión del “estado del arte” de la literatura vinculada a estos temas. Se comienza por situar el enfoque y la emergencia del mismo, para concluir hablando de las características principales del término, así como aquellos aspectos que actualmente los expertos en la materia consideran más relevantes.
- 2) La segunda parte se corresponde con una investigación de carácter empírico, donde el enfoque teórico es aplicado a un caso concreto, el español, para la identificación de los tipos de Sistemas Regionales de Innovación existentes.

1ª PARTE: EL ENFOQUE TEÓRICO DE LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN

1.- MARCO CONCEPTUAL QUE ENVUELVE EL TÉRMINO “SISTEMA DE INNOVACIÓN”

El enfoque de los Sistemas de Innovación es reciente, ya que su principal desarrollo comienza en la década de los años noventa. Es un enfoque que pretende subrayar la importancia que procesos, como son la innovación y el cambio tecnológico, poseen, tras el desplome de la corriente teórica dominante clásica, así como tras los nuevos conocimientos existentes en estos ámbitos. Subyace aquí la idea de cómo se pretende desarrollar una visión en torno a los procesos de innovación y cambio tecnológico, que vaya más allá de su materialización concreta en productos, mostrando en contra, a dichos procesos, como sistemas de carácter holístico, caracterizados por las retroalimentaciones entre los distintos elementos que los configuran, en los cuales las funciones de aprendizaje y el conocimiento constituyen los ejes fundamentales del sistema. Además, el conocimiento y el aprendizaje no son sólo partes importantes del sistema, sino también los propios resultados que se retroalimentan, modifican y completan en el desarrollo del mismo.

Dos son los hitos que pueden considerarse claves a la hora de situar este tipo de enfoque: la aparición en la literatura de lo que se ha conocido como *Corriente Evolucionista*, y muy ligado a ello, el nuevo enfoque desarrollado en torno a los procesos vinculados al *Cambio Tecnológico*. A continuación se realiza una síntesis de las principales nociones ligadas a estas teorías.

1.1. La Corriente Evolucionista

La corriente evolucionista surge durante los años 80 como contraposición a la corriente dominante neoclásica o también conocida *The Mainstream Economic*. Autores como Dosi y Nelson (1998) señalan como existía en ese momento una búsqueda continuada de una teoría alternativa que se preocupara del papel desempeñado por el cambio tecnológico en los comportamientos macroeconómicos, en los procesos ligados a los cambios estructurales, así como en las transformaciones de los propios sistemas económicos. Es por tanto, un intento de transformación del aparato teórico utilizado habitualmente en economía.

El desarrollo de esta nueva corriente evolucionista en el área de las ciencias sociales tendrá sus raíces tanto en el área de las ciencias naturales como de la propia economía. En relación con esta primera, Dosi y Nelson (1998) señalan como una corriente evolucionista es aquella que estudia trayectorias en el tiempo, y donde existen tres elementos fundamentales que caracterizan dichos movimientos: las unidades de selección, los mecanismos y criterios de dicha selección, y por último, la adaptación y variación. Al igual que en la biología y en el hábitat natural, existe un proceso inherente al funcionamiento del sistema que determina los procesos de cambio, así como la selección de aquellas unidades más acordes con el entorno¹. En el enfoque económico-social, dichos elementos pueden verse reflejados, por ejemplo, a través de las tecnologías y los patrones de comportamiento, caracterizados todos por sus propias reglas de codificación, trasmisión, selección y adaptación en el tiempo. Nótese, que en

¹ Autores como Nelson (1995) señalan como el evolucionismo busca en biología un conjunto de semejanzas validas en la explicación de los procesos de cambio tecnológico.

este sentido Alfred Marshall (1925) ya había reconocido la necesidad de que la economía se pareciera a la biología, admitiendo el carácter estático de los conceptos desarrollados en mecánica clásica, a pesar de opinar al respecto, que el aparato analítico necesario para dicho fin era demasiado complejo. Para el evolucionismo, las dificultades analíticas son superables, reafirmando la idea marshalliana².

Con respecto al ámbito de la teoría económica, su influencia sobre el enfoque evolucionista también ha sido notoria. Los propios autores evolucionistas destacan la existencia de un conjunto de aliados entre los que se cita a Knight como precursor de los nuevos estudios desarrollados en torno al concepto de *incertidumbre*; a la *Escuela Austriaca* con autores como Hayek y Kirzner, donde se ha enfatizado la naturaleza esencialmente cambiante e imprevisible de los procesos de mercado; a los llamados *Analistas de la Firma o Empresa* como Coase, Chandler, Penrose o Williamson; a la *Corriente Institucionalista*, e incluso a la *Corriente Marxista*, ya que la misma atribuye al sistema capitalista, las características propias de un sistema dinámico y que evoluciona. También, otras áreas de conocimiento que abarcan temas relacionados con las *Teorías de la autoorganización*, así como la *Teoría del Caos*, interrelacionadas con las propias ciencias matemáticas y físicas pueden considerarse como precursores e influyentes en la propia corriente.

Sin negar el alcance de los autores anteriormente citados en diversos aspectos, es preciso recalcar la importancia de otros dos: Simon y sobre todo Schumpeter, lo que ha llevado a denominar a la misma corriente como *Neo-Schumpeteriana*. De esta forma, autores como Nelson y Winter (1982) señalan como las principales deudas intelectuales del evolucionismo podrían atribuirse a los mismos. Centrándose en Schumpeter, su trascendencia deriva del desarrollo de conceptos como son el carácter evolutivo del capitalismo, así como la existencia de fuerzas endógenas detrás del mismo, la caracterización de la innovación como proceso cambiante ligada al término *creación-destrucción*, y sus críticas a los principios fundamentales neoclásicas, como por ejemplo la noción de equilibrio general.³

Ahora bien, tras describir los orígenes de la corriente, conviene realizar una comparación con la teoría clásica económica que ponga de manifiesto las diferencias entre las mismas. En Dosi et.al (1988) se señalan nueve aspectos como fundamentos de la teoría neoclásica:

- i) El comportamiento se basa en la *maximización*, tanto por parte de los *agentes* (máxima racionalidad) como en los *mercados*.

² A pesar de las semejanzas que existen entre la rama social y la de ciencias naturales, también existen diferencias importantes como han afirmado diversos autores, por ejemplo en los temas relacionados con las instituciones. De esta forma, conviene matizar como las similitudes que aquí se muestran hacen referencia a una perspectiva de carácter amplio.

³ Schumpeter (1939) definió la evolución como los cambios en el proceso económico causados por la innovación, junto a las respuestas y efectos de los sistemas. En este punto conviene también recalcar como el tema de Schumpeter a llevado a autores como Freeman (1994) a distinguir entre un viejo y un joven Schumpeter. Schumpeter en sus primeros trabajos, trata el cambio técnico como algo exógeno a la empresa, y el núcleo de su enfoque se basa en distinguir los agentes económicos en creadores e imitadores. Posteriormente, en su teoría comenzará a tomar peso la importancia de los departamentos de I+D en las empresas. No obstante, hay que señalar como los temas relacionados con la difusión, con el carácter en que hoy en día se estudia, o el propio desarrollo regional de la innovación, no se encontraron desarrollados en su marco de análisis.

- ii) Los sistemas económicos se caracterizan por la *escasez*.
- iii) El carácter natural de los estados *converge al equilibrio* y no depende de la historia de los mismos procesos (*path-independent*).
- iv) Las *interacciones* entre los elementos se encuentran *fuera de los modelos*.
- v) La *incertidumbre*, cuando ocurre, deriva de un problema de información incompleta, que se transforma en una cuestión de riesgo y probabilidades expresables matemáticamente.
- vi) Las *instituciones no económicas*, no afectan a las conductas de los agentes.
- vii) Los procesos de mercados conducen al *equilibrio*.
- viii) La tecnología se identifica como *información de libre acceso*.
- ix) Los *individuos son iguales* a excepción de sus dotaciones y preferencias.

En contra de estos supuestos, la corriente evolucionista cree en un concepto dinámico de la economía y la complejidad de elementos que la configuran (instituciones, trayectorias históricas, elementos culturales, conocimiento vs. información), la importancia del cambio técnico como proceso, y la diferente concepción de los agentes envueltos en los mismos. Freeman (1988) señala los siguientes rasgos como esenciales en la visión evolucionista:

- i) El *cambio técnico* es la fuerza que determina la transformación de la economía.
- ii) Existen mecanismos de *ajuste dinámico* radicalmente distintos a la asignación de recursos postulados por la teoría neoclásica.
- iii) Estos mecanismos tienen que ver tanto con los cambios técnicos como con los institucionales, y la forma de llevarse a cabo es a través de los propios desequilibrios (*dyanamic adjustment processes*). El sistema se caracteriza por una constante evolución, donde ya no tiene tanto sentido el concepto de equilibrio.
- iv) El *marco socio-institucional* influye, facilitando en algunos casos y en otros retardando, los procesos de cambio técnico y estructural, la coordinación y los ajustes dinámicos. Las instituciones son por lo tanto una parte inseparable de los mercados.

Estas ideas se completan con las siguientes expuestas por la misma corriente:

- v) Los *agentes son heterogéneos* y se caracterizan por diferentes competencias, creencias y expectativas, tal y como demuestran los estudios empíricos. Aquí, la incertidumbre no puede representarse como una simple función probabilística, ni emplear procedimientos de maximización. Por lo tanto, no puede definirse un comportamiento racional único. (Dosi y Orsenigo, 1988).
- vi) Las conductas de los agentes deben ser descritas a través de *rutinas* que cambien lentamente en el tiempo (Coriat y Dosi, 1994).
- vii) Tanto el aprendizaje, como el cambio económico, son *procesos sociales* que no pueden explicarse fuera del contexto cultural y social donde tienen lugar (Jonhson, 1992; Lundvall, 1992).
- viii) Los sistemas son dependientes del marco histórico que los configura: *path-dependent* (Lundvall 1992, 2001, Edquist, 1997, 2001, Nelson, 1993).
- ix) La *tecnología* comienza a verse como *conocimiento* y no como información.
- x) Se afirma la importancia de realizar estudios en los ámbitos *microeconómicos y sectoriales*.⁴

⁴ Nelson y Winter (1977) matizan la importancia de realizar estudios en el ámbito sectorial y microeconómico en la construcción de modelos económicos. Distinguen entre aquellos modelos que llaman *formales*- como por ejemplo los neoclásicos - donde prima la formulación matemática, frente a lo

Para concluir este apartado, debe mencionarse, en líneas generales, como el evolucionismo en las ciencias sociales y más concretamente en economía, abarca una amplia gama de temas⁵. Estos van desde el estudio de modelos formales sobre la teoría de la empresa (Teece, 1988), hasta los procesos de crecimiento y desarrollo (Fagerberg, 1994; Freeman, 1997), pasando por los determinantes del comercio internacional (Dosi y Soete, 1988), así como los patrones de convergencia en las trayectorias nacionales y los ciclos de las economías capitalistas (Freeman, Pérez, 1988), sin olvidar, por supuesto, el enfoque de los Sistemas de Innovación.

Es necesario tener presente como el aparato teórico desarrollado por la Corriente Evolucionista, no ha venido ligado al desarrollo de un único concepto, o parte del sistema económico. Esta perspectiva puede ayudar a la mejor comprensión del fin de esta revisión que trata sobre el tema *Los Sistemas de Innovación*.

1.2. La nueva concepción del cambio tecnológico

El segundo hito importante en la aparición del enfoque de los Sistemas de Innovación hace referencia a la nueva concepción de los procesos vinculados al cambio tecnológico.

En la teoría económica neoclásica, el cambio tecnológico se concibe como una “*caja negra*”: el cambio técnico aparece como un elemento externo a los procesos de mercado, y muy ligado a los desarrollos científicos y de la ingeniería. Se asume como la ciencia y la tecnología son factores exógenos de los procesos económicos, por lo que no se necesita una profundización en el estudio de los mismos. Este hecho ha llevado autores como Freeman (1994) a señalar una de las más importantes paradojas dentro de la economía neoclásica: “*Existe el general consenso de que la fuerza más importante de las economías capitalistas es el cambio técnico, y sin embargo se niega su estudio*”⁶.

A pesar de las dificultades implícitas en el estudio de estos temas, como por ejemplo las derivadas de la ausencia de datos estadísticos, se han producido avances considerables en la materia en cuestión. Dichos progresos pueden verse desde una perspectiva doble:

Por un lado, en el ámbito macroeconómico, aparece lo que se conoce como la *Nueva Teoría del Crecimiento Endógeno*. Autores como Romer (1986, 1989) y Lucas (1988, 2000), señalan la necesidad hacer endógeno el desarrollo tecnológico en los modelos económicos, y por lo tanto, el necesario abandono de la visión neoclásica de la *caja negra*. El progreso tecnológico es el factor más importante en los modelos de crecimiento, incluyendo elementos novedosos, más allá de los relacionados directamente con la investigación, como el capital humano. La medición de la llamada

que pueden ser más estudios de casos. En contra, hablan de los llamados *modelos apreciativos*, modelos basados más en fuentes empíricas que no otorgan tanta importancia a la estructura matemática de los propios modelos, pero que se encuentran más cercanos a la realidad empresarial y económica.

⁵ Nótese que en este documento nos centramos en los aspectos claramente vinculados con temas de innovación.

⁶ El abandono de estos temas, fue adelantado por autores como Jewkes (1958), al señalar dos posibles causas que explican esta carencia por parte de los economistas: la falta de datos y estadísticas en el tema en cuestión, y la mayor preocupación durante los años 30 y 40 en asuntos como el desempleo y los ciclos económicos.

tasa de crecimiento tecnológico, base del crecimiento competitivo de los países, ha constituido el núcleo central de este tipo de estudios.

Por otro lado, autores como Nelson y Winter (1977) pueden considerarse pioneros en el surgimiento de una importante línea de análisis, en la corriente evolucionista o neo-schumpeteriana. Los citados autores señalaron la relevancia de realizar estudios centrados más en la innovación, así como en las formas de influir sobre la misma. En este contexto, se apunta la necesidad de realizar investigaciones que tengan en cuenta la diversidad industrial de los sectores, con un enfoque que tiende hacia la vertiente microeconómica. Los cambios y avances de esta línea han sido muy notables.

Ahora bien, existen una serie de aspectos que conviene recalcar, ya que de forma directa han influido en la aparición de los enfoques sobre los Sistemas de Innovación, todos ellos relacionados con los propios procesos de cambio tecnológico. A continuación se exponen aquellos que destacan en la literatura sobre el tema.

1.2.1. Conocimiento vs. Información

El esquema seguido por la corriente neoclásica en estos temas se ha basado en una concepción de la tecnología como información. Se postula que la tecnología es sinónimo de información, un elemento que se puede aplicar de forma generalizada y que se encuentra materializado en un conjunto de instrucciones, cuyo fin es la consecución de unos objetivos específicos. El conocimiento tecnológico es algo *explícito, articulado, imitable, codificable y perfectamente transmisible*, y la tecnología, en sí misma, es un elemento ya realizado con anterioridad, por lo que se encuentra finalizado antes de incorporarse a la actividad productiva, eliminándose las retroalimentaciones o feedbacks que pudieran originarse en cualquiera de las fases de la producción, y donde la propia ciencia no juega ningún papel dentro del proceso económico. (OCDE, 1992).

En contra, para la corriente evolucionista, la tecnología no debe percibirse sólo como información, sino como *conocimiento*. Su producción se deriva de un proceso de *aprendizaje*, con unos costes asociados, tanto en tiempo, como en el empleo de recursos por parte de los agentes que participan. Dicho aprendizaje posee un carácter *acumulativo* dirigido e influido a través de la *experiencia*; y además, se da la posibilidad de ser *transmitido* entre los agentes del sistema, aunque sujeto a dificultades y costes (Buesa, et.al, 2001).

Esta nueva percepción evolucionista de la *tecnología como conocimiento tecnológico* implica la aceptación de una serie de atributos propios del término conocimiento en la misma⁷: la existencia en las tecnologías de *elementos con carácter público* -no-rivalidad -; poseer un carácter *tácito o implícito*, lo que conduce a que el factor experiencia sea un elemento necesario en el correcto desarrollo y uso; poseer como característica un *alto grado de especificidad*; tener un *carácter acumulativo* relacionado con la propia innovación tecnológica, que le permite tanto ser un recurso como un resultado derivado del incremento de valor producido por su propio uso; y encontrarse con inconvenientes asociados a las *dificultades de medir* una tecnología como ocurre con el conocimiento.

⁷ Para una revisión más detallada del tema en cuestión, véase: Freeman (1975) (1982); Dosi et al, (1988), Molero (1994), López (1996), Freeman y Soete (1997), Buesa et, al (2001).

Estas ideas suponen un salto cualitativo muy importante en la teoría del cambio tecnológico, encontrándose además muy relacionadas con las llamadas fuentes de aprendizaje, así como en la concepción interactiva de la innovación, que a continuación se describen.

1.2.2. Fuentes de Aprendizaje y Entornos Tecnológicos

Los estudios microeconómicos vinculados a la corriente evolucionista, así como la nueva percepción de la tecnología como conocimiento, han llevado a diversos autores a incidir en los procesos de aprendizaje vinculados con el conocimiento. Siguiendo el esquema de Freeman (1994), es necesario apuntar hacia dos fuentes de aprendizaje determinantes:

1. Aprendizaje tecnológico a través de fuentes externas.

Los evolucionistas han otorgado un papel clave a la acumulación de conocimientos propios de la empresa (Dosi, 1984; Pavitt, 1986, 1993; Foray, 1991; Teece, 1988), Freeman, 1974, 1994; Rosenberg, 1990.); sin embargo, no puede pasarse por alto la importancia de las fuentes externas. Una revisión de la literatura en este tema distingue entre las siguientes *fuentes de aprendizaje tecnológico externas*:

- *Avances científicos desarrollados en las universidades y centros de investigación*: Los avances científicos basados en investigación constituyen una fuente importante de conocimiento. Los estudios de corte empírico sobre el tema —como por ejemplo el Project SAPHO 1974— además han ido matizando la idea de cómo en función del tipo de innovación y tecnología ante la que nos encontremos, la importancia de la investigación como input del proceso variará.⁸
- *La correcta interacción entre ciencia y tecnología*: La nueva generación y difusión de tecnologías otorga gran importancia a estas interacciones (*scientometric literature*), así como aquellas de carácter más informal entre los agentes que actúan en estos ámbitos. (Rothwell, 1992; Sharp, 1985; Dogson, 1993; Orsenigo 1993).
- *Relaciones formales e informales con fuentes de innovación y conocimiento (Networking relationship)*: Cada vez más, el entorno que nos rodea se caracteriza por los crecientes flujos de información, ya sean con carácter formal e informal, lo que deriva en un mayor peso de los mismos dentro de los cambios tecnológicos. Este tema ha sido muy relevante para la rama evolucionista.
- *La naturaleza e interacción entre los usuarios actuales y futuros del proceso productivo*. La corriente evolucionista ha enfatizado la importancia de los agentes receptores de la innovación sobre el desarrollo y difusión de un producto o proceso (Lundvall, 1988,1992). Tanto en las innovaciones de tipo radical, como incremental, su producción y difusión vendrá marcada por la percepción y aceptación que realicen los usuarios de los mismos (*demand-pull*).

2. Aprendizaje Tecnológico de fuentes internas: Empresas e Instituciones.

⁸ Freeman (1994) señala la complejidad de las innovaciones y la variedad de las mismas según las características del sector o los propios atributos tecnológicos. Distingue las innovaciones por el tipo (producto, proceso, organizativas y de sistemas) y por el grado de novedad (radicales e incrementales). Se señala como las innovaciones de tipo radical dependerán en mucha mayor medida que las incrementales de los recursos vinculados a la investigación. Pavitt (1990) en este contexto indica la importancia del sistema productivo como formador de trabajadores en las innovaciones de tipo incremental.

- *Empresas*: Este enfoque sitúa a la empresa como el elemento principal generador y acumulador de conocimiento, decisivo para los procesos de innovación y cambio tecnológico. Freeman (1987,1994), a partir de sus estudios comparativos entre la empresa japonesa y la americana señala, como es necesario una correcta integración entre los departamentos de I+D y los restantes. Se necesita un desarrollo capaz de coordinar las distintas fases del diseño, desarrollo, producción, marketing, así como la difusión de la innovación. Dentro de los procesos de aprendizaje, y también en los relativos a la acumulación de conocimientos en la empresa, los autores vinculados a estos temas, señalan como dicha función debe entenderse como una combinación de procesos de entrenamiento, y a través del aprendizaje derivado de su realización, de su uso y de la interacción (Kelley y Brooks, 1991; Marsden, 1993). La aceptación y existencia de diversidad de actores con un comportamiento heterogéneo, muestra la importancia de desarrollar un “aprendizaje interactivo” entre las diversas funciones y competencias de la empresa (Teece, 1988).
- *Instituciones*: La corriente evolucionista también ha subrayado la importancia de las *Instituciones* (Lundvall, 1985, 1992; Nelson 1985, 1992, 1993; Freeman, 1987, 1994, Edquist 1995, 1997). La introducción, implementación y difusión de una tecnología va asociada a un complejo cambio institucional y de infraestructura de soporte, que los evolucionistas cada vez más han destacado. Como se verá, más en detalle, al desarrollar el término Sistema Nacional de Innovación, el tratamiento y estudio adecuado de las instituciones en el desarrollo de modelos de cambio tecnológico no puede pasarse por alto. Para muchos autores, en los escenarios reales, caracterizados por la incertidumbre y la heterogeneidad de los diversos agentes que los configuran, las instituciones juegan un papel crucial en la difusión de nuevas tecnologías e innovaciones, como elementos reguladores. Autores como Freeman (1994) han llegado a señalar la existencia de una relación de doble sentido entre innovación institucional y técnica.

1.2.3. Modelo Interactivo vs. Modelo Lineal

Hasta la mitad de los años 70, como se ha descrito, la tecnología se consideraba un factor exógeno. Era entendida únicamente como información y no como conocimiento, y los procesos de aprendizaje, así como las fuentes de los mismos carecían de importancia en los estudios. En este contexto, se desarrollaba como instrumento analítico y de acción política hasta mitad de los años ochenta y sobre todo en el ámbito de los países desarrollados, el llamado *Modelo Lineal de Innovación*. Dicho modelo, se basaba en conceptos neoclásicos. Concretamente, en como los inputs o recursos (en este caso la I+D) eran transformados a partir de una función de producción en resultados (productos). La generación y desarrollo de la I+D se realizaba de forma aislada en los correspondientes centros de investigación, sin existir retroalimentación alguna, ni con el mercado, ni con las propias empresas del sector. La innovación, por tanto, era resultado de un *proceso lineal*, con fases de carácter aislado, donde no existían influencias por parte ni de las instituciones ni de la demanda; y que, de esta forma, comenzaba con el desarrollo de la Investigación Básica y finalizaba con la introducción de la innovación en los mercados (Malerba, Orsenigo, 1995). El modelo explicaba el cambio tecnológico como un proceso *automático*, donde no aparecen costes excesivos ni retrasos en el tiempo significativos, y donde la *tecnología es información* fácil de copiar.

Por consiguiente, el modelo lineal presentaba importantes limitaciones. Fue el *Modelo Interactivo* de Kline y Rosenberg (1986) el que constituyó una alternativa más acorde con el panorama real existente, basado en un entendimiento radicalmente distinto de estos procesos. Por un lado, trataba la tecnología como conocimiento, asumiendo los costes que ello conlleva, y por otro, otorgaba un gran énfasis sobre la actividad innovadora, como una interacción continuada entre distintos actores y elementos, que van desde la invención hasta el último eslabón de la cadena (la comercialización posterior de resultados). A diferencia del modelo lineal, que únicamente destacaba las actividades tecnológicas de los departamentos de I+D, el interactivo, subraya la importancia de las capacidades tecnológicas de la empresa, en general, considerando la gestión de la innovación como un proceso corporativo y estratégico, que abarca todos los niveles, y caracterizado por una trayectoria dinámica, con efectos de retroalimentación continuos entre las etapas (Malerba y Orsenigo, 1995; Heijs, 2001). Además, el modelo destaca la importancia de la infraestructura institucional: dado que el cambio tecnológico es un proceso dinámico y caracterizado por feedbacks, el contexto que envuelve todo el proceso debe estar presente en este tipo de estudios.

2.- EL ENFOQUE DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN.

2.1. Orígenes del término

Como ya se ha mencionado, durante la década de los años ochenta se produjeron una serie de circunstancias que finalmente condujeron a la aparición del enfoque conocido como *Sistema Nacional de Innovación* en su versión más general: la corriente evolucionista toma un papel más destacado frente a la neoclásica gracias a los supuestos manejados mucho más realistas; se eleva el conocimiento existente en temas vinculados a los procesos de cambio tecnológico; y además, existe una insatisfacción general derivada de la teoría neoclásica y su propia materialización en forma de medidas y políticas. Aparece así la idea del Sistema de Innovación, cuyo fin es de alguna forma describir “el conjunto de organizaciones tanto empresariales como institucionales, que dentro de un determinado ámbito, 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, base del desarrollo económico” (Buesa, 2002).

Fue en las obras de Freeman (1987): *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, y de Dosi, et.al (1988): *Technical Change and Economic Theory*, donde el término Sistema Nacional de Innovación aparece reflejado por primera vez en la literatura. En poco tiempo, dicho concepto y análisis dio lugar a tres trabajos de gran importancia en la literatura que constituyen los pilares básicos de este enfoque, cuyos autores fueron: Lundvall (1992), Nelson (1993) y Edquist (1997). “La cuestión es que casi simultáneamente en el tiempo, una serie de conocidos analistas en la literatura de la economía de la innovación (Freeman, Lundvall, Nelson.) coincidieron en el objetivo de análisis elegido y en la designación que al mismo otorgaron: Sistema Nacional de Innovación” (Navarro, 2001, 2002).

Se puede decir que el marco conceptual de los Sistemas de Innovación tuvo sus orígenes en los trabajos realizados por un grupo de académicos de la Universidad de Aalborg en Dinamarca, conocidos como IKE. Según autores pertenecientes al grupo

como Lundvall (2001), cuatro fueron las vertientes que se señalan como influyentes en el desarrollo de dicho término:

1. El enfoque estructuralista de los sistemas de producción.
2. La teoría del mercado doméstico en el mercado internacional.
3. Los factores determinantes del éxito innovador.
4. El papel de las instituciones para configurar las actividades innovadoras.

Para autores como Freeman (1995), además estas ideas rescataban las viejas teorías de los Sistemas de Política Económica de List (1841)⁹, donde de alguna forma, la historia económica había dado fundamentos sólidos al concepto de SNI otorgándole relevancia. Muestra de ello es el caso de Alemania, país que desbancó a Inglaterra en la segunda mitad del siglo XIX, gracias a elementos señalados por este enfoque como fueron el sistema educativo y el conjunto de instituciones que apoyaron la ciencia y la tecnología.

Inicialmente el enfoque de los Sistemas de Innovación, en su versión más amplia y general, hizo referencia al ámbito nacional, sin embargo, según fueron aumentando los estudios sobre el tema, comenzaron aparecer variantes, como los Sistemas Regionales de Innovación y los Sistemas Sectoriales de Innovación, que matizan casos más concretos. En esta revisión de la literatura se comenzará señalando los aspectos más generales que hacen referencia al ámbito nacional, centrándose en las tres obras clásicas de referencia sobre el tema, para concluir finalmente con una parte más específica: Los Sistemas Regionales de Innovación.

2.2. Las tres obras pioneras en el enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI).

Partiendo de la idea común de cómo el enfoque de los SNI, independientemente del autor, trata de focalizarse en aquellos elementos que de alguna forma potencian la generación, uso y difusión de conocimiento —base de la innovación— cuyo fin último será el mayor grado de desarrollo económico, a continuación se exponen los aspectos más relevantes de las tres obras que constituyen un punto de referencia en los estudios de este tipo.

2.2.1. La importancia del aprendizaje interactivo

Lundvall en su obra *National Innovation System: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning (1992)* define los Sistemas como *elementos y las relaciones propias entre estos elementos*. Siguiendo esta idea, el autor señala como “*los sistemas de innovación pueden entenderse como el conjunto de elementos y sus relaciones, que interactúan en la producción, difusión y uso de un conocimiento*”. Dicho Sistema de

⁹ Freeman (1995) señala cuatro aspectos: 1) La definición de capital debe incluir los aspectos relacionados con el capital intelectual y las habilidades propias de las personas. Es más, las diferencias entre países dependen de la capacidad de apropiarse o aumentar ese capital intelectual. 2) Se afirma la importancia de la educación y la preparación de las personas. El fomento de las ciencias y las artes es importante en el caso de los países caracterizados por economías manufactureras, ya que ello conduce a inventos, de las cuales son beneficiarias las propias industrias. 3) Se reconoce la relación e importancia que existe entre la tecnología propia de un país y aquella que proviene del exterior. 4) List pone un gran énfasis en el notorio papel desempeñado por los Estados en las políticas económicas e industriales.

Innovación se define como nacional, “*cuando los elementos y relaciones del mismo se encuentran localizados y arraigados dentro de las fronteras de los países*”.

Para Lundvall, un Sistema Nacional de Innovación es un *sistema social*. La actividad principal del sistema es el *aprendizaje (learning)*, una actividad social que envuelve las relaciones entre las personas. Es un *sistema dinámico* caracterizado por interacciones positivas, y donde a menudo, sus elementos se refuerzan los unos a los otros derivando en procesos de aprendizaje e innovación. La *acumulación de conocimiento* y los llamados círculos viciosos y virtuosos son características propias de los Sistemas de Innovación. Además, existe una reproducción del *conocimiento* en ellos, que es otro de los rasgos que los caracteriza.

En general, se podría decir, que las líneas principales que definen el enfoque de Lundvall es la afirmación constante de que el *conocimiento* es el recurso más importante en la economía moderna, y que *el aprendizaje* es el proceso más destacable de la misma. Este conocimiento posee las siguientes características: su valor no decrece con el uso, no es un bien escaso, posee elementos tácitos difíciles de transmitir, y se encuentra en un contexto donde los fallos del mercado son la regla, en lugar de la excepción. Por otro lado, el aprendizaje, se asume como un proceso interactivo que carece de sentido fuera de un contexto concreto cultural e institucional.

A partir de estas ideas Lundvall (1992) pretende consolidar una teoría sobre la innovación y el aprendizaje interactivo apoyándose en una herramienta de carácter descriptivo como son los SNI. Las ideas de Lundvall, al respecto, son las siguientes:

- El concepto *SNI* presupone la existencia de un Estado Nación con una *dimensión doble* —cultural y geográfica— que dificulta establecer los límites del mismo.
- Afirma que el estudio de *ámbito nacional* responde, en muchas ocasiones, a una *simplificación del análisis*.
- Los SNI estarán muy *ligados al tipo de políticas* que en ellos se desarrollen, siendo necesario potenciar la innovación como clave de crecimiento.
- La innovación es un proceso *ubiquitos y acumulativo*. Por eso, el aprendizaje interactivo y las relaciones entre los elementos que lo configuran, son fundamentales para su generación.
- La innovación es un resultado de los procesos de aprendizaje, los cuales en muchos casos se derivan de la experiencia (*learning by doing*¹⁰, *learning by using*¹¹, *learning by interacting*¹²). De aquí se extrae el siguiente corolario: “*Si la innovación es un reflejo del aprendizaje, y el aprendizaje parcialmente emana de las actividades rutinarias, la innovación se encuentra enraizada en la estructura económica existente*”, o, lo que es lo mismo, “*los Sistemas Nacionales de Innovación tienen sus raíces en los Sistemas Nacionales de Producción*”.
- *La estructura institucional (institutional set-up)* constituye, después de la productiva, la dimensión más importante de los Sistemas de Innovación. En la práctica, los procesos económicos y sociales, se encuentran inmersos en incertidumbre. Es ahí donde las instituciones juegan un papel clave que ofrece estabilidad. Además, en este contexto, una herramienta como los SNI ayuda a predecir el horizonte.

¹⁰ Arrow (1962)

¹¹ Rosenberg, (1982)

¹² Lundvall (1988)

- Los procesos de investigación, búsqueda y exploración son recursos de los propios sistemas.
- Señala la dificultad que en la práctica supone encontrar un buen indicador sobre la eficiencia y la eficacia de los sistemas.

A partir de estas nociones, Lundvall (1992), señala cinco elementos como diferenciadores de los Sistemas Nacionales de Innovación¹³:

1. *La organización interna de las empresas*, por ser éstos elementos muy importantes en la generación de innovaciones.
2. *Las relaciones entre empresas*, al ser claves en la transferencia de conocimientos.
3. *El papel desempeñado por el sector público*, ya que dirige en gran medida la cantidad, calidad y dirección de la investigación, así como el desarrollo de las innovaciones.
4. *La estructura institucional*, por su papel dentro de los SNI.
5. *La organización e intensidad de la I+D*, ya que los procesos de innovación se encuentran muy vinculados a ella.

2.2.2. Un estudio práctico de los Sistemas Nacionales de Innovación

La obra de Nelson (1993), *Technical Innovation and National System*, constituyó otro de los pilares del enfoque de los Sistemas de Innovación. A través del estudio empírico de 15 países de diferentes tamaños, el fin último fue encontrar las semejanzas y diferencias de los Sistemas Nacionales de Innovación. Para ello, se estudiaron los siguientes aspectos: la distribución de la I+D y sus fuentes de origen; las características de las empresas y las industrias; las políticas del gobierno como soporte a la innovación; y las universidades.

Como señala Nelson y Rosenberg (1993) esta obra surge influida por la importancia del enfoque de los Sistemas de Innovación, ya adelantado por la corriente evolucionista, y con el fin de completar la teoría propia de esta corriente hasta ese momento. Para ello, aunque el estudio sea de carácter empírico, se parte de en una serie de premisas teóricas que a continuación se sintetizan:

- Se enfatiza la idea de ver a los Sistemas Nacionales de Innovación como estructuras amplias que incluyan cualquier factor capaz de influir sobre las capacidades tecnológicas nacionales. La I+D es solamente una pequeña parte de los recursos y problemas con los que se enfrenta la innovación.
- Se señala la importancia del cambio técnico y su dependencia de las ciencias, las tecnologías y las conexiones entre las mismas. Todo ello conduce a un cambio dinámico en la naturaleza de los actores y las instituciones que configuran el sistema.
- Las empresas, las industrias, los laboratorios de investigación, las universidades, así como los centros de investigación gubernamentales, son agentes destacados en los procesos de innovación, que constituyen una infraestructura muy importante dentro de los Sistemas. Los avances tecnológicos proceden de la interacción de estos agentes, variando su importancia según los casos concretos.

¹³ Lundvall (1992) al hablar de Sistema Nacional de Innovación distingue entre una definición restrictiva que incluye sólo aquellos elementos vinculados directamente con la I+D, y otra más amplia que engloba todas las instituciones y estructuras económicas, que es a la que el mismo hace referencia con sus ideas.

- El análisis de un Sistema de Innovación a nivel nacional, facilita el estudio práctico. Sin embargo, no es razón para negar la importancia de los ámbitos regionales y transnacionales.

2.2.3. Las Organizaciones y las Instituciones en los SNI.

La obra de Edquist (1997) *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, señala cómo a la hora de especificar un sistema lo importante es incluir “todos los determinantes de la Innovación: factores económicos, sociales, políticos, organizacionales, e institucionales, que afectan al desarrollo, difusión y uso de la innovación” (Edquist, 1997). Tarea, a la que no niega la dificultad que conlleva.

La citada obra destaca principalmente por el papel prioritario que se le otorga a las *Instituciones* y a las *Organizaciones* dentro de los Sistemas de Innovación. Se crea aquí toda una teoría en torno a las mismas, que incluye definiciones precisas, así como una taxonomía que ayuda a la determinación y diferenciación de los elementos que configuran los sistemas.

Edquist y Johnson (1997) definen las Instituciones como “.... un conjunto de hábitos comunes, rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes que regulan las relaciones e interacciones entre los individuos y los grupos”. Por su parte, las Organizaciones son “Estructuras formales con unos propósitos explícitos creadas conscientemente”. Así, las “*instituciones son las llamadas reglas del juego*” y “*las organizaciones los jugadores del mismo*”.

Para Edquist (1997, 2001), las instituciones juegan un rol central a la hora de regular las relaciones entre los grupos de agentes, tanto dentro, como fuera de las organizaciones. En líneas generales señala las siguientes *Funciones* de las mismas en el entorno económico:

- Proporcionan información y reducen la incertidumbre.
- Controlan y regulan los conflictos, sirviendo de medio de cooperación entre individuos y grupos.
- Son suministradoras de incentivos, siendo muchos de ellos, en el ámbito de la innovación de carácter pecuniario.
- Son fuentes de recursos para el ámbito de la innovación.
- Pueden ser también obstáculos a la propia innovación.¹⁴

Dentro de las instituciones diferencia entre (Edquist, 1997):

- *Instituciones formales (ej. Las leyes) vs. informales (ej. las tradiciones)*
- *Instituciones Básicas (ej. leyes constitucionales) vs. Específicas (ej. regulación especial de alguna industria)*
- *Instituciones Hard (ej. normas obligatorias) vs. Soft (ej. acciones de sugestión).*

¹⁴ Freeman y Pérez (1988) definieron el concepto *Paradigma Tecnológico* en el que se pone de manifiesto los problemas a los que se enfrenta una innovación radical en su difusión, hasta que no se produce un cambio en las instituciones tradicionales. La llamada estructura institucional (*institucional set-up*) se caracteriza por cierta estabilidad. No obstante, esto puede producir cierta resistencia al cambio tecnológico, por lo que es necesario que se produzcan adaptaciones en las mismas. Estas adaptaciones, derivan de fuerzas relacionadas con los cambios técnicos, sociales, políticos y económicos.

Por su parte, en las Organizaciones establece la siguiente taxonomía:

A) Organizaciones Privadas:

- *La Empresa:* Es considerada como la más importante organización dentro del marco de los Sistemas de Innovación. Las empresas capaces de tener un comportamiento innovador pueden desarrollar las siguientes actividades: realizar investigación; cambiar sus rutinas cuando el entorno así lo requiera, utilizar los resultados de la investigación; absorber conocimientos generando aun más, y estimular la generación de éstos, así como su aprovechamiento.
- *Asociaciones industriales.* (Nelson, 1991)
- *Asociaciones profesionales.* (Nelson, 1991)

B) Organizaciones Públicas: Dentro de las más destacadas para la generación de innovación se incluyen aquellas capaces de crear e implementar políticas tecnológicas, organizaciones que desarrollen investigación y ofrezcan enseñanza de alta cualificación, entidades de soporte tecnológico, etc. Edquist distingue:

- *Organizaciones productoras de conocimiento:* universidades, centros enseñanza, e investigación...
- *Organizaciones que distribuyen el conocimiento:* parques científicos, centros tecnológicos.
- *Organizaciones que regulan el conocimiento:* oficinas de patentes.

La importancia de las instituciones y organizaciones dependerá del tipo de Sistema de Innovación que nos encontremos, y las relaciones entre las mismas serán cruciales para el desarrollo de las innovaciones.

2.3. Semejanzas y diferencias dentro del enfoque

En general, se puede decir que las tres aproximaciones anteriormente descritas, tienen un objetivo común, *el mayor entendimiento de los procesos vinculados a la innovación, así como a la producción y difusión de conocimientos.*

El enfoque mostrado por Lundvall (1992), define al Sistema Nacional de Innovación como una estructura amplia, sin límites bien definidos, en la que el aparato productivo, en primer lugar, y la estructura institucional, en segundo término, son los elementos principales a la hora de determinar sus características básicas. Se basa sobre todo en el estudio de aquellos factores que pueden caracterizar, o estar vinculados, en lo que el propio autor define como *procesos de aprendizaje interactivo.*

En el caso de 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 ligados directamente con la investigación y el desarrollo, como son los laboratorios, las universidades y los departamentos de I+D.

Por su parte, Edquist (1997), posee una visión en la que se enfatiza el papel de las instituciones y las organizaciones, así como las relaciones entre las mismas. Realiza

una definición clara de éstas y justifica el estudio y la importancia de los Sistemas de Innovación a partir de las mismas.

A pesar de estas matizaciones, está claro que los rasgos más característicos del enfoque son comunes. Edquist (1997) señala los siguientes:

1. La *innovación* y el *aprendizaje* son los elementos que constituyen el núcleo de este enfoque.
2. Es un enfoque *holístico e interdisciplinario*.
3. La perspectiva histórica es un elemento natural en dicho enfoque: *path-dependent*.
3. Los sistemas son *diferentes* y no convergen hacia un óptimo.
4. Se otorga una gran importancia a la idea de *interdependencia* y *no linealidad*.
5. El enfoque incluye *innovaciones* tanto *tecnológicas* como *organizativas*.
6. Las *instituciones* son consideradas como elementos centrales del enfoque.
7. Es todavía un *concepto difuso*, ya que existen diferencias en las definiciones de los elementos que constituyen los SIN.
8. Es un *enfoque o marco conceptual*, más que una teoría propiamente dicha.

El enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación se define por la amplitud de elementos que lo configuran, así como la importancia que se otorga a las relaciones entre los mismos, base para el desarrollo de conocimientos, procesos de aprendizaje, y finalmente, del grado del desarrollo económico. Es esta amplia gama de aspectos que abarca lo que a la hora de desarrollar un estudio de corte empírico dificulta enormemente su realización. Es necesario tener en cuenta no sólo variables vinculadas directamente con la I+D, sino también indicadores relativos a otros aspectos económicos, sociales y políticos. A todo esto, hay que unirle los problemas existentes con las fuentes estadísticas, que no siempre son lo concisas que debieren para temas de este calibre, así como las dificultades derivadas de la propia medición de los aspectos intangibles. No obstante, los resultados obtenidos a través de un estudio de este tipo poseen un importante valor agregado.

3.- SURGIMIENTO DEL ESTUDIO REGIONAL DE LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN

El análisis de los Sistemas de Innovación nace, referido al ámbito “*nacional*”.

Navarro (2001) señala como “en un periodo del capitalismo caracterizado, por un lado, por la globalización y por un despliegue de las empresas multinacionales que relajan sus relaciones con sus países de origen, y por otro lado, por la toma de conciencia, de la creciente importancia de los aspectos regionales y locales, ello resultaba paradójico, por lo que los autores impulsores de tal enfoque —SNI— (Nelson, Lundvall, Freeman..), se vieron impulsados a justificar la opción tomada en favor de un marco de análisis nacional”.

Autores como Lundvall (1992) y Edquist (2001), consideran que el marco de análisis de la nación, sigue siendo fundamental, sin negar la importancia de los procesos de globalización y regionalización. No obstante, dicho ámbito se encuentra justificado, en el caso de países pequeños culturalmente homogéneos, como por ejemplo Suecia y Dinamarca, así como en aquellos políticamente centralizados. Porter (1990), al respecto

también señala la importancia de las *diferencias nacionales* en estructuras económicas, valores, culturas, instituciones e historias como justificación.

Sin embargo, a pesar de la aparición original de los Sistemas de Innovación en el ámbito nacional, al poco tiempo, una serie de analistas comienzan a aplicarlo al ámbito regional, como se refleja en los trabajos de Braczyck, Cooke y Heidenreich (1996), Cooke, Gómez Uranga y Etxebarria (1997), Koschatzky, Zenker, Kulicke (2000), Morgan (1997), Morgan y Nauwelaers (1999) entre otros. Las razones que fundamentan este tipo de análisis se basan principalmente en la noción de cómo las industrias tienden a concentrarse en regiones específicas, así como por la existencia de políticas descentralizadas, donde las regiones constituyen el marco de aplicación (Porter, 1990).

En este sentido, el término Sistema Regional de Innovación, puede entenderse como un apartado del propio *Nacional*, donde las características principales identificables del mismo, no dejen de tener validez al realizar estudios de carácter territorial menor. Así, se puede definir un *Sistema Regional de Innovación (SRI) como un Conjunto de redes entre agentes públicos, privados que interactúan y se retroalimentan en un territorio específico, aprovechando una infraestructura propia, para lo 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 la propia difusión dentro de un territorio, están determinados por numerosas instituciones, organizaciones y agentes que influyen en la capacidad del propio aprendizaje interactivo de la región. De esta forma, se requiere un esfuerzo y un desarrollo adecuado de la infraestructura local y regional (relaciones entre empresas, entre éstas y el resto de infraestructuras físicas y de soporte; un capital humano adecuado; la acumulación y transferencia de conocimientos; determinadas estructuras productivas, etc). Por lo tanto, los elementos que configuran el propio Sistema Nacional de Innovación deben tener coherencia a escala regional.

Para países como España es necesario tener una visión de este tipo, debido a la variedad de regiones con pautas de comportamiento diferenciadas, donde las propias capacidades¹⁵ de los sistemas, recursos y resultados varían de unos territorios a otros, como posteriormente se verá reflejado en la parte empírica de este trabajo. El caso español no es singular. En casi todos los países se han detectado concentraciones geográficas altas de las actividades innovadoras, con regiones con un peso muy elevado en el conjunto del Sistema Nacional de Innovación y otras con pocas actividades innovadoras, muy aisladas. Ello ha conducido a que autores como Heijs (2001) señalen que, en muchas ocasiones, cuando se habla de un SNI, se suele reflejar el mismo a partir de las características de las regiones más avanzadas. Esto lleva a una pérdida de información de estimado valor en el desarrollo económico y social de la región, y por ente, del propio país, lo que no ayuda a disminuir la brecha entre las regiones de mayor y menor riqueza.

Del hecho de tener en cuenta la importancia del carácter regional al llevar a cabo estudios vinculados a la innovación, surge la importancia de diferenciar los propios sistemas regionales dentro de una nación, y por lo tanto definir *tipologías de Sistemas Regionales de Innovación* en función de los recursos y resultados relacionados con los mismos.

¹⁵ Un estudio detallado sobre la capacidad innovadora regional puede verse en Baumert y Heijs (2002).

Para autores como Landabaso, Oughton, Morgan (1999); Morgan y Nauwealers (1999) es de crucial importancia diferenciar los Sistemas Regionales de Innovación menos favorecidos o avanzados, dentro de un estado nación, sobre todo a la hora de desarrollar políticas vinculadas a estos temas. Más concretamente, los citados autores señalan como un primer aspecto a tener en cuenta cuando se realizan estos estudios, es tener presente las características de los sistemas menos aventajados. Landabaso (1997) hace una relación de lo que el llama *Factores estructurales que afectan a los Sistemas Regionales de Innovación en las regiones menos favorecidas*. A continuación se describen:

1. Insuficiente capacidad de las empresas de la región para identificar las necesidades de innovación, así como el conocimiento técnico necesario para su desarrollo, así como una escasa expresión de la demanda de innovación existente, unido a una baja cualificación y cantidad de infraestructura tecnológica y científica.
2. Escasez de intermediarios tecnológicos capaces de identificar y canalizar la demanda de innovación, investigación y desarrollo, hacia ya sea la región, el país o el ámbito extranjero responsable de dicha demanda.
3. Desarrollo débil del sistema financiero, caracterizado por escasos fondos dirigidos a cubrir el riesgo inherente a los procesos de innovación de las empresas.
4. Falta de la dinámica de un sector de los servicios, que ofrezca a las empresas la capacidad para desarrollar la diferenciación de tecnologías en sectores distinguidos por la escasa utilización de recursos propios destinados a la innovación tecnológica.
5. Débil cooperación entre los sectores público y privado, y una insuficiente cultura que promueva la cooperación entre empresas.
6. Sector tradicional industrial caracterizado por una escasa orientación hacia la innovación, y el predominio de la unidad familiar empresarial, con débiles conexiones con el mercado internacional.
7. Mercados pequeños y relativamente cerrados, con una demanda poco sofisticada que no incita a la innovación.
8. Escasa participación en proyectos tecnológicos, de I+D, de ámbito internacional, y dificultades para atraer recursos humanos cualificados, así como para acceder al *know-how* externo.
9. Existencia de pocas empresas grandes, y multinacionales, que desarrollen I+D, con escasas conexiones con la economía local.
10. Baja participación del sector público en materia de innovación, y escasa adaptación a las propias necesidades regionales.

Dichos factores gozan de gran relevancia en la identificación de tipos de SRI, así como en la planificación y desarrollo de una correcta política científica, tecnológica e industrial, capaz de corregir las desviaciones, y que realmente ayude a las regiones débiles a converger con las más avanzadas.

Como se verá en el caso Español, los SRI menos avanzados son las más numerosos. Así, la mayor parte de las Comunidades Autónomas reflejan gran parte de los factores estructurales anteriormente señalados. Dichos rasgos deben ser corregidos para favorecer el Sistema Nacional de Innovación en su conjunto.

4.- DEBILIDADES Y ORIENTACIÓN ACTUAL DEL ENFOQUE DE LOS SIN.

El enfoque de los Sistemas de Innovación, incluida su versión más centrada en el ámbito regional, ha tenido una importancia merecida en el ámbito de la economía y de las políticas que utilizan dicha herramienta. No obstante, existen puntos todavía que necesitan un mayor estudio y desarrollo.

Para autores como Edquist (2001) y Johnson (2001), una de las debilidades principales de dicho enfoque se materializa en quizás el demasiado énfasis otorgado a lo que se podría definir como los *elementos* o determinantes, que constituyen los sistemas, ya sean de tipo nacional, regional sectorial, en detrimento de otros aspectos. Al respecto, Edquist (2001) ha señalado las siguientes *debilidades del enfoque*:

- Problemas en el conocimiento real de los determinantes de la innovación.
- En algunos casos existe el abandono de rutinas y procesos que conllevan el aprendizaje, dada la dificultad existente al definirlos en términos cuantificables.
- Lagunas teóricas sobre el papel concreto del Estado en los Sistemas de Innovación.
- Las relaciones entre las variables quizás gozan todavía de poco rigor académico que es necesario mejorar.
- Es esencial un mayor apoyo empírico en estas materias que complemente al desarrollo teórico.
- No es suficiente identificar los componentes principales de los sistemas. El análisis debe abarcar un campo más amplio.

Ante esta situación autores como Edquist (2001), Johnson (2001), Rickne (2001), comienzan a hablar de las llamadas *Funciones de los Sistemas*. Anna Johnson (2001) concretamente define *función* como “... la contribución de un componente o de un conjunto de componentes en la consecución de la propia meta o fin del sistema”. Este concepto ayuda a una mayor delimitación de las fronteras de los propios Sistemas de Innovación, así como a definir su situación y dinámica. De esta forma, señala cómo, independientemente del tipo de Sistema de Innovación que en concreto queramos estudiar, existen una serie de funciones relacionadas entre sí que deben ser consideradas en este tipo de enfoques. Dichas funciones son las siguientes:

- Identificación de problema relativos a los procesos vinculados a la innovación.
- Creación de conocimiento.
- Proporcionar incentivos a la propia innovación.
- Suministrar recursos a los sistemas.
- Dirigir el rumbo de la investigación, y por consiguiente de los actores involucrados en la misma.
- Reconocer focos que puedan potenciar el crecimiento de la propia economía.
- Facilitar el intercambio de información y conocimiento entre los propios agentes del sistema.
- Estimular la creación de mercados que promuevan la difusión de la innovación y el conocimiento.
- Reducir la incertidumbre social.
- Contrarrestar la resistencia al cambio.

Las dos primeras funciones son consideradas como *básicas*, y las restantes de *sopORTE*.

No sólo interesa qué agentes están envueltos en las diversas regiones, sino también el tipo de procesos que son capaces de generar los propios sistemas. Siguiendo esta línea, autores como Rickne (2001) hacen referencia a las funciones, como procesos esenciales de los sistemas para el desarrollo de uno de los elementos más importantes de los mismos: *las empresas innovadoras*. De esta forma, un Sistema de Innovación, tanto nacional como regional, deberá ser capaz de llevar a cabo las siguientes *funciones*:

- Crear capital humano (adecuado al sistema frente al que nos encontremos)
- Crear y difundir oportunidades tecnológicas.
- Creación y difusión de productos.
- Creación del soporte técnico y de equipamiento necesario.
- Facilitar la regulación de las nuevas tecnologías.
- Legitimizar la tecnología y las empresas.
- Crear mercados adecuados para la difusión de los conocimientos.
- Alimentar el llamado networking, o colaboración entre empresas.
- Dirigir la tecnología, los mercados y los patrones de investigación.
- Facilitar la financiación.
- Crear un mercado laboral adecuado a este tipo de empresas.

Como se ha visto en el epígrafe anterior, el modo en el que se desarrollen dichas funciones determinará también que nos encontremos ante un Sistema de Innovación poco desarrollado, correlacionado, por tanto, con un ente local de escasa importancia en el ámbito de la innovación y el conocimiento.

Para otros autores como Liu y White (2000), el complemento del enfoque de los Sistemas de Innovación, debe tener en cuenta lo que ellos denominan *actividades*. Realmente dicho término refleja, lo que se podría designar como las funciones básicas de un Sistema de Innovación: *creación, difusión y explotación de la innovación tecnológica dentro del sistema*. Dichas *actividades*, para los citados autores son cinco:

- Investigación básica, de desarrollo y de ingeniería.
- Implementación del producto o tecnología.
- End-use: Conseguir una conexión adecuada entre los consumidores y los productos. y procesos.
- Linkage: Conseguir complementariedades entre el conocimiento
- Educación: Proporcionar una educación adecuada a los agentes que forman parte del sistema.

Se puede decir que existe una similitud grande entre lo que algunos autores llaman *funciones* y otros prefieren nombrar *actividades*. Es más, ambas visiones lo que pretenden recalcar es la importancia y misión de los elementos y agentes, permitiendo tener una visión global de lo que es un Sistema de Innovación, y de esta forma servir verdaderamente como herramienta en los estudios empíricos, así como a la hora de identificar tipologías de sistemas.

A modo de conclusión, se puede señalar que los estudios relacionados con este tema deben seguir creciendo y complementándose proporcionando una fusión adecuada entre los enfoques teóricos y prácticos.

2ª PARTE: TIPOLOGÍA DE LOS SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN EN ESPAÑA

1.- OBJETIVO, VARIABLES Y FUENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Una vez realizada la revisión de la literatura relativa al concepto Sistema de Innovación, el objetivo perseguido en la parte empírica de este trabajo, *es la determinación, para el caso Español, de una tipología de Sistemas Regionales de Innovación, identificando rasgos y patrones que los caracterizan, y contando para ello con la utilización de indicadores de recursos y resultados de los propios sistemas.*

Las Comunidades Autónomas, ya a priori, muestran un comportamiento diferente tanto a nivel económico, como más concretamente en materias vinculadas a innovación, ciencia y tecnología. Matizando este aspecto, se observa la existencia de una serie de regiones más sobresalientes: Madrid, Cataluña y el País Vasco.

Dado que los Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación son *sistemas sociales*, constituidos por elementos vinculados con las empresas, las infraestructuras sociales, y las instituciones y materias específicas de ciencia y tecnología, su caracterización debe realizarse, con la utilización de indicadores y variables que recojan en la medida de lo posible dichos elementos¹⁵.

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, et. al (2001), el tipo de indicadores de ciencia, tecnología e innovación utilizados hacen referencia a los *recursos y resultados*, es decir, “...se trata de una distinción clásica en la que se separan las medidas referidas a los inputs consumidos por el sistema de innovación de aquellos que tratan de cuantificar el output que se desprende de las actividades desarrolladas dentro de él”.

El periodo 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 periodo responde a una cuestión de carácter práctico y realista: para estos años se contaba con valores de todos los indicadores a nivel regional, siendo un periodo relativamente próximo a la actualidad, que puede servir para explicar el momento presente.

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 cabo¹⁷.

¹⁶ Para una explicación más detalle sobre los problemas existentes es la recogida de información sobre estos temas véase Buesa, et. al (2001)

¹⁷ En especial de los resultados del *Programa de Indicadores de la Ciencia y la Tecnología de la Comunidad de Madrid*, financiado por la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid (Dirección General de Investigación).

A partir de la selección de aquellos datos desagregados en el ámbito regional¹⁸ y disponibles, han sido aplicadas 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. El procedimiento de investigación, por tanto, ha contado con las siguientes etapas:

1. Selección de variables de acuerdo con el objetivo perseguido.
2. Tratamiento estadístico.
3. Interpretación económica de los resultados .

1.1. Indicadores y variables utilizadas

A la hora de seleccionar las variables y los indicadores que formarán 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, tanto nacional como regional, de innovación 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 global de la innovación.

Como señala 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 infraestructura 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. No obstante, dicha clasificación resulta útil como esquema analítico, en este caso para fijar los indicadores y señalar que aspectos del Sistema de Innovación reflejan. Además, hay que enfatizar la importancia que en un estudio de este tipo posee tener una perspectiva amplia que contenga las relaciones de los mismos y la interdependencia de las partes que configuran los sistemas. La idea no es tanto tener una clasificación de variables, sino más bien determinar la selección de las mismas.

En el Cuadro 1 se muestran las variables originales que se han incluido en el estudio, así como la fuente estadística original de donde han sido obtenidas. Cómo se verá en la siguiente sección, algunas han sido eliminadas al no añadir un significado relevante en el modelo.

Hay que matizar al respecto, que en el caso de los valores de los términos monetarios, se ha procedido a una homogenización inicial de los mismos a través de la utilización del índice de precios implícitos del PIB que proporciona la Contabilidad Nacional de España, y tomando como base el año 1999, pues es en esta fecha cuando se adopta el tipo de cambio irreversible de la moneda española con el euro. Una explicación más detallada de la obtención de cada uno de los indicadores y las variables utilizadas aparece en el ANEXO I del trabajo.

¹⁸ 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.

1.1.1. Empresas y Sistemas Regionales de Innovación.

Las empresas constituyen el elemento más importante de los Sistemas de Innovación, como fuente de aprendizaje interno e instrumentos capaces de generar conocimiento 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 lo tanto, un análisis de este tipo no puede pasar por alto los aspectos que relacionan a las empresas con los Sistemas de Innovación de la región. La idea ha sido incluir en el modelo los datos relativos a los recursos humanos, financieros así como el stock de capital tecnológico empresarial en I+D de las diversas Comunidades Autónomas españolas.

1.2.2. Actuaciones públicas vinculadas a la innovación

La Administración Pública juega un papel muy relevante en el desarrollo de los Sistemas de Innovación. El sector público posee una parte importante del ámbito científico de las regiones, a la vez que ejerce un papel notorio como agente financiador, lo que deriva en reconducir las actividades propias de la innovación. Pero además, su papel es también muy relevante 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, financieros y los propios del stock de capital científico en I+D, vinculados a la misma, así como una parte importante de la política tecnológica representada por los proyectos nacionales aprobados por el CDTI en las distintas regiones.

1.1.3. 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; y por otro lado, 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.

1.1.4. Entorno regional y global de la innovación.

El entorno regional y global 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 ha tratado de incluir cinco aspectos, por considerarse básicos en un estudio de este tipo:

- La estructura productiva, ya que como ya se ha indicado anteriormente, constituye uno de los ejes fundamentales de los Sistemas de Innovación. Dicha estructura se representa a través del valor añadido bruto y las exportaciones generadas por las industrias de las regiones, según el grado de intensidad tecnológica.

- El Sistema financiero constituye otro de los componentes del entorno de los Sistemas de Innovación. La capacidad de innovación de un país o región depende en gran medida de la financiación que las empresas puedan tener. En este contexto destaca la accesibilidad a los sistemas de capital riesgo, sobre todo en el ámbito de la innovación, por lo que se ha incluido en el modelo las inversiones realizadas de este tipo en las diversas regiones.¹⁹

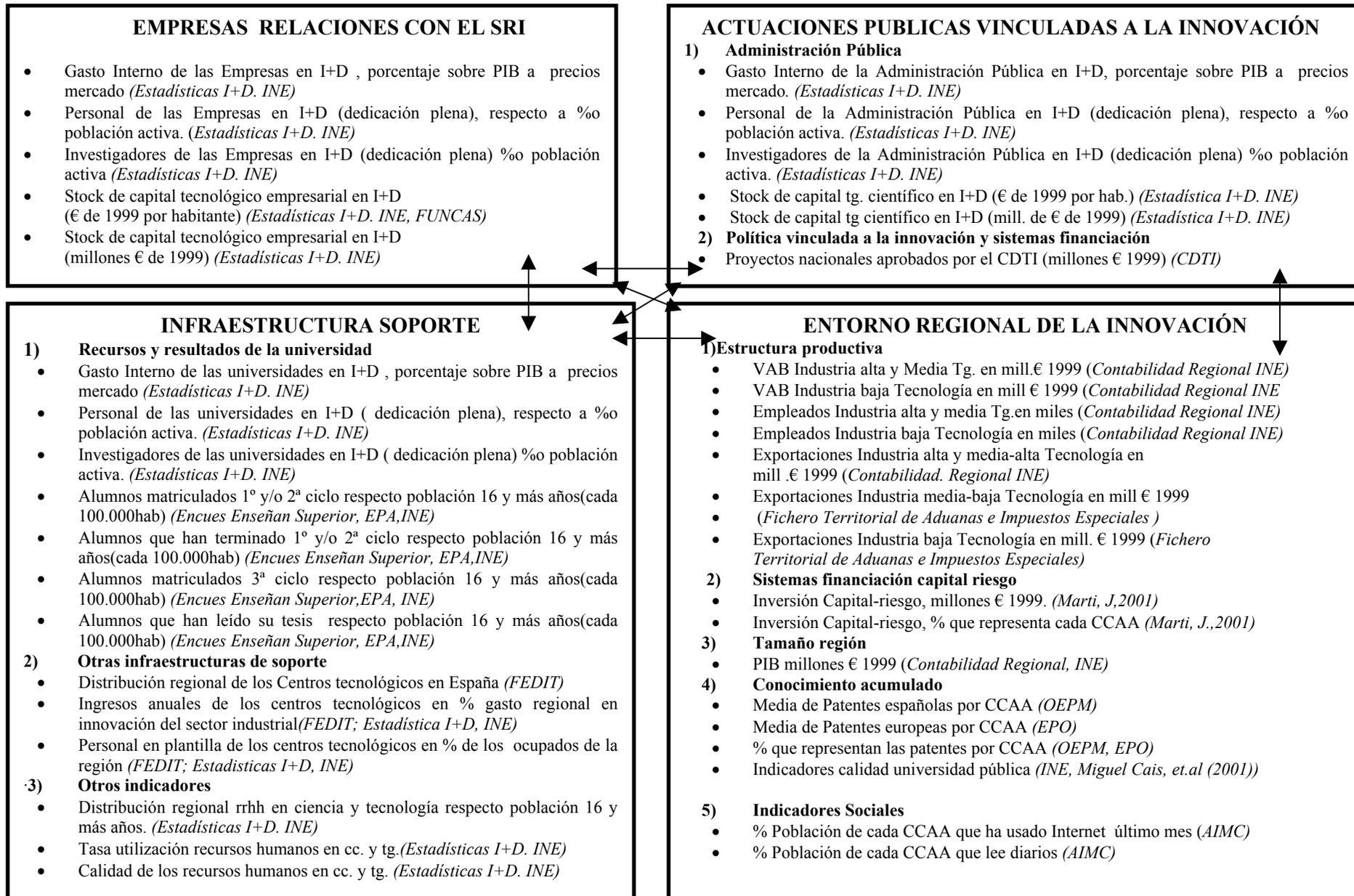
- El conocimiento acumulado constituye otro de los aspectos importantes. No hay que olvidar como la innovación se basa en gran medida en la acumulación de conocimientos, por lo que incluir en un estudio de este tipo de estudio los indicadores relativos a las patentes, así como al índice de calidad de las universidades se encuentra justificado.

- El tamaño de la región es otro aspecto que influye indirectamente en el funcionamiento del Sistema de Innovación de una región. Tanto desde el punto de vista de los recursos, como de los resultados, el Sistema de Innovación queda condicionado por el mismo. En este sentido, la variable que se ha utilizado para representarlo es el Producto Interior Bruto de cada una de las Comunidades Autónomas.

- Indicadores sociales. Es necesario utilizar algún indicador de carácter social que represente las preferencias, así como rasgos culturales de la población. Aquí se han utilizado dos indicadores, uno relativo a la llamada sociedad de la información, y otro que recoge aspectos culturales más generales de la misma.

¹⁹ Un estudio detallado del tema se puede obtener en Martí, J(2001) (ed): *Capital Inversión en España 2000*.

Cuadro 1



2. METODOLOGÍA

Una vez creada la base de datos con los indicadores y variables que se han señalado en el apartado anterior, se ha procedido a realizar el análisis a través del paquete Estadístico SPSS 10.0. El esquema seguido es el siguiente:

- *Análisis factorial*, para la obtención de aquellos factores que caracterizan las regiones españolas.
- *Análisis de Conglomerados (o Análisis cluster)*, con el fin de clasificar las regiones y así establecer una Tipología de Sistemas Regionales de Innovación.
- *ANOVA (Análisis de la Varianza)*, para la verificación de cierta lógica y consistencia en los resultados obtenidos anteriormente

A continuación se describen más detalladamente los procedimientos realizados, así como las salidas mostradas por el SPSS.

2.1. 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, que resume prácticamente toda la información que reside en el conjunto original*. Estas variables hipotéticas reciben el nombre de *Factores*, y entre sus características destaca la de estar incorrelados entre ellos. Para la elaboración de este análisis, en primer lugar se han seleccionado todos los indicadores²⁰, que aparecen en el Cuadro 1.

Inicialmente, en el análisis factorial, se tipifican (estandarizan) las variables, es decir, cada una de ellas pasa a tener varianza 1, y además la variabilidad de la muestra coincidirá con el número de variables presentes en la misma. Por defecto el SPSS extrae un conjunto de factores según el llamado *Criterio de Kaiser*, de tal manera que se conserve una cierta variabilidad de la varianza o variabilidad inicialmente presentada en la muestra.

Al llevarse a cabo dicho análisis, deberá procurarse perder la menor cantidad posible de esta variabilidad inicial, normalmente 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*. El autovalor representa la parte de la variabilidad total que un factor es capaz de recoger. El criterio por defecto del programa, 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 1.

Siempre podremos 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.

²⁰ También se ha realizado el análisis con variables en términos absolutos, sin embargo, se ha preferido seguir con una investigación basada en indicadores, por su mayor riqueza en información, así como por su mayor claridad a la hora de interpretar resultados.

Por otro lado, no debe entenderse en la solución inicial que cada componente extraído está asociado con la misma variable (1º factor con la 1ª variable, 2º factor con la 2ª variable, y así sucesivamente). La interpretación, y por tanto, significado de los factores se verá posteriormente 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, una de ellas 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. En este caso las variables excluidas han sido:

- 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 español y en el periodo de tiempo analizado, dichos indicadores no aportan información al estudio. Con relación a las variables vinculadas a los recursos humanos en ciencia y tecnológica, 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 resultar redundantes. Con respecto a los otros dos indicadores, con un carácter más social, (población que ha usado Internet en el último mes; población de personas que lee habitualmente diarios), la causa podría atribuirse a que actualmente estas diferencias por regiones no son claramente significativas.

En la Tabla 1, muestra la salida del SPSS con la extracción de cuatro factores utilizando el *Método de Componentes Principales*. Como se aprecia, las comunalidades de las variables en general son altas, lo que garantiza la fiabilidad de los resultados, y muchas de ellas cercanas a la unidad, lo que está indicando el alto grado de conservación de la varianza de las mismas. Es en el caso de la variable que representa el *gasto interno de las universidades en I+D*, donde la comunalidad posee un valor más reducido, sin embargo, dada la importancia de este indicador, y que no se presentan más casos similares, se ha optado por su permanencia en el modelo.

Durante 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 el escogido para la interpretación de los resultados, donde además, como se pone de manifiesto en la Tabla 2²¹ se conserva un 91,18% de la variabilidad del modelo.

²¹ Sólo se muestra la salida hasta el resultado con 17 factores, ya que a partir de este momento la varianza total explicada es del 100%.

Tabla 1. Comunalidades

| | Inicial | Extracción |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| Gasto interno de las Empresas en I+D (%sobre PIBpm) | 1.000 | .919 |
| Personal interno (EDP) de las Empresas en I+D (%o población activa) | 1.000 | .946 |
| Investigadores (EDP) de las Empresas en I+D empresas (%o población activa) | 1.000 | .963 |
| Gasto Interno de las Universidades en I+D (%sobre PIBpm) | 1.000 | .497 |
| Personal interno (EDP) de las Universidades en I+D (%o población activa) | 1.000 | .927 |
| Investigadores (EDP) de las Universidad en I+D (%o población activa) | 1.000 | .941 |
| Gasto interno en I+D Administración pública (% sobre el PIBpm) | 1.000 | .956 |
| Personal interno en I+D Administración pública (%o población activa) | 1.000 | .977 |
| Investigadores (EDP) de la Administración Pública en I+D (%o población activa) | 1.000 | .969 |
| Inversión Capital-riesgo (millones de €1999) | 1.000 | .888 |
| Inversión Capital-riesgo (% que representa cada CCAA) | 1.000 | .888 |
| Media de Patentes españolas por CCAA | 1.000 | .981 |
| Patentes en % que representan cada CCAA | 1.000 | .981 |
| Media de patentes Europeas por CCAA | 1.000 | .970 |
| Patentes en % solicitadas a Europa por cada CCAA | 1.000 | .970 |
| Proyectos Nacionales aprobados por el CDTI (millones de € 1999) | 1.000 | .981 |
| Distribución regional de los Centros Tecnológicos en España (n°) | 1.000 | .728 |
| Ingresos anuales de los C. Tec en % del gasto regional en innovación sector Industrial | 1.000 | .863 |
| VAB industria alta y media tecnología (millones de € de 1999) | 1.000 | .940 |
| VAB industria baja tecnología (millones de € de 1999) | 1.000 | .993 |
| Empleados industria en sectores alta y media tecnología (miles de personas) | 1.000 | .943 |
| Empleados industria en sectores baja tecnología (miles) | 1.000 | .973 |
| Alumnos matriculados 1 y/o 2 ciclo (cada 100.000habitantes >16años) | 1.000 | .701 |
| Alumnos que han terminado 1 y/o 2ciclo (cada 100.000habitantes >16años) | 1.000 | .875 |
| Alumnos matriculados 3 ciclo (cada 100.000 habitantes>16años) | 1.000 | .970 |
| Alumnos que han leído su tesis (cada 100.000habitantes >16 años) | 1.000 | .953 |
| Distribución regional recursos en cc y tg respecto población >16años | 1.000 | .929 |
| Exportaciones alta y media-alta tecnología (millones de € 1999) | 1.000 | .889 |
| Exportaciones media-baja tg en millones de € 1999 | 1.000 | .756 |
| Exportaciones baja tecnología en millones € 1999 | 1.000 | .976 |
| PIB (millones de euros 1999) | 1.000 | .945 |
| Índice de calidad de las universidades | 1.000 | .857 |
| Stock de capital tecnológico científico(millones de €1999) | 1.000 | .960 |
| Stock de capital tecnológico científico(€ 1999 por habitante) | 1.000 | .965 |
| Stock de capital tecnológico empresarial I+D (€1999 por habitante) | 1.000 | .970 |
| Stock de capital tecnológico empresarial I+D (millones €1999) | 1.000 | .973 |
| Método de extracción: Análisis de Componentes principales. | | |

El siguiente paso consiste en analizar la Matriz de componentes factorial. *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.

Aunque ya en la salida de la Tabla 3 se podría hacer alguna interpretación de los resultados, 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 correladas con varios factores, y ello puede deberse a que la variable participe del significado de todos ellos.

La variabilidad explicada total por los cuatro factores, una vez han sido rotados, coincide con la solución sin rotar. Como ya se ha indicado, con 4 factores el modelo conserva 91, 18% de la varianza total original, por lo que se puede afirmar que es correcto reducir las 36 variables iniciales a 4 factores. (Tabla 2). Ahora bien, lo que interesa es *interpretar el significado de los factores* tras la rotación. Ello se hará teniendo en cuenta la saturación de las variables en los mismos.

Tabla 2 . Varianza total explicada

| Compon | Autovalores iniciales | | | Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción | | | Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación | | |
|--------|-----------------------|------------------|-------------|--------------------------------------------------------|------------------|-------------|-----------------------------------------------------|------------------|-------------|
| | Total | % de la varianza | % acumulado | Total | % de la varianza | % acumulado | Total | % de la varianza | % acumulado |
| 1 | 19.963 | 55.454 | 55.454 | 19.963 | 55.454 | 55.454 | 12.516 | 34.766 | 34.766 |
| 2 | 5.982 | 16.617 | 72.071 | 5.982 | 16.617 | 72.071 | 8.419 | 23.387 | 58.154 |
| 3 | 4.352 | 12.088 | 84.158 | 4.352 | 12.088 | 84.158 | 6.341 | 17.615 | 75.769 |
| 4 | 2.505 | 6.960 | 91.118 | 2.505 | 6.960 | 91.118 | 5.526 | 15.349 | 91.118 |
| 5 | 1.555 | 4.320 | 95.438 | | | | | | |
| 6 | .582 | 1.617 | 97.055 | | | | | | |
| 7 | .341 | .947 | 98.002 | | | | | | |
| 8 | .216 | .599 | 98.601 | | | | | | |
| 9 | .176 | .489 | 99.090 | | | | | | |
| 10 | .136 | .377 | 99.467 | | | | | | |
| 11 | 6,32E+01 | .176 | 99.643 | | | | | | |
| 12 | 4,50E+01 | .125 | 99.768 | | | | | | |
| 13 | 3,14E+01 | 8,72E+01 | 99.855 | | | | | | |
| 14 | 2,55E+01 | 7,09E+01 | 99.926 | | | | | | |
| 15 | 1,72E+01 | 4,79E+01 | 99.974 | | | | | | |
| 16 | 9,49E+00 | 2,64E+01 | 100.000 | | | | | | |
| 17 | 1,33E-12 | 3,69E-12 | 100.000 | | | | | | |

En el Cuadro 2 se expone una síntesis de la información proporcionada por la matriz de componentes rotadas (Tabla 4), cuyo fin es una correcta visualización de los indicadores clasificados por factores. Adicionalmente, se han incluido flechas con el objetivo de que sean visibles las relaciones entre aquellas variables e indicadores vinculados a más de un factor²². El análisis factorial revela cuatro factores identificables para el caso español en los SRI. Cada uno de esos factores recoge una serie de indicadores con un grado de saturación elevado en los mismos. La asignación de un nombre a los mismos se ha basado en su composición y los factores identificados se corresponden claramente con los elementos que se han visto esenciales en los Sistemas de Innovación:

Factor 1: Entorno regional y productivo de la innovación.

Factor 2: Papel de la Administración Pública en los Sistemas de Innovación.

Factor 3: Papel de las Universidades en los Sistemas de Innovación.

Factor 4: Papel de las Empresas en los Sistemas de Innovación.

²² Se ha fijado no incluir variables con saturaciones menores de 0,46, por considerarse adecuado para el estudio

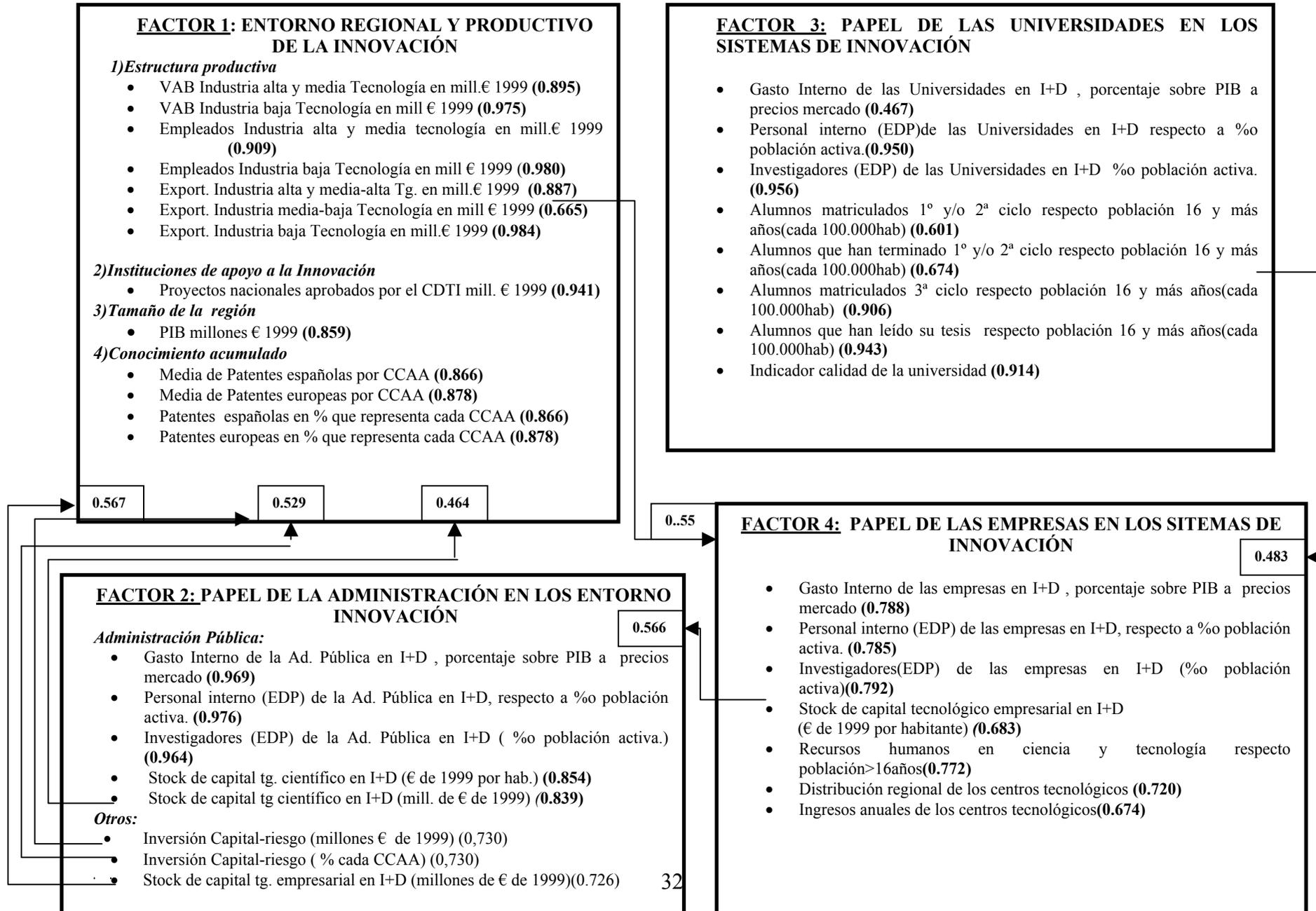
Tabla 3. Matriz de componentes(a)

| | Componente | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Media de patentes españolas en CCAA | .940 | | | |
| Patentes en % que representan cada CCAA | .940 | | | |
| Stock de capital tecnológico Empresarial I+D (millones de €1999) | .932 | | | |
| Patentes en % solicitadas a Europa por cada CCAA | .927 | | | |
| Media de patentes españolas solicitadas a Europa | .926 | | | |
| VAB industria alta y media tecnología (millones de € 1999) | .893 | | | |
| Stock de capital tecnológico empresarial en I+D (€1999 por habitante) | .880 | | | |
| Empleados industria en sectores alta y media tecnología(miles de personas) | .879 | | | |
| PIB (millones € 1999) | .878 | | | |
| Proyectos Nacionales aprobados por el CDTI (millones de €1999) | .868 | | | |
| Inversión Capital-riesgo (millones de €1999) | .867 | | | |
| Inversión Capital-riesgo (% que representa cada CCAA) | .867 | | | |
| Stock de capital tecnológico científico(millones de €1999) | .846 | | -475 | |
| Exportaciones alta y media-alta tg (millones de € de 1999) | .844 | | | |
| Personal interno (EDP) de Empresas en I+D (%o población activa) | .831 | | | |
| Investigadores (EDP) en empresas en I+D (%o población activa) | .829 | | | -486 |
| VAB industria baja tecnología (millones de € de 1999) | .816 | -484 | | |
| Gasto interno de las Empresas en I+D(%sobre PIBpm) | .809 | | | -496 |
| Alumnos que han terminado 1 y/o2 ciclo (cada 100.000habitantes>16 años) | .755 | .517 | | |
| Stock de capital tecnológico científico (€ 1999 por habitante) | .755 | | | |
| Empleados industria en sectores baja tecnología (miles de personas) | .755 | -533 | | |
| Distribución regional recursos en cc y tg/ población 16+ | .706 | .478 | | |
| Exportaciones baja tecnología (millones € 1999) | .690 | -560 | | |
| Alumnos matriculados 1 y/o 2 ciclo (cada 100.000habitantes>16años) | .659 | .517 | | |
| Exportaciones media-baja tg en millones de € de 1999 | .625 | | | |
| Distribución regional de los centros tecnológicos en España (nº) | .582 | | | -467 |
| Investigadores (EDP) en la Universidad en I+D (%o población activa) | | .769 | | |
| Alumnos que han leído su tesis (cada 100.000habitantes>16 años) | .481 | .746 | | |
| Alumnos matriculados 3 ciclo (cada 100.000 habitantes>16años) | .585 | .717 | | |
| Personal interno (EDP) en las Universidades en I+D (%o población activa) | | .714 | | |
| Índice de calidad de las universidades | | .680 | | |
| Gasto interno de la Administración Pública en I+D (% sobre el PIBpm) | .579 | | -755 | |
| Ingresos anuales de los cent.tgs en % del gasto regional en innovación sector industrial | | | .741 | |
| Personal interno (EDP) de la Administración Pública (%o población activa) | .620 | | -728 | |
| Investigadores (EDP) de la Administración Pública(%o población activa) | .650 | | -695 | |
| Gasto interno de las Universidades en I+D (%sobre PIBpm) | | | | .534 |
| Método de extracción: Análisis de componentes principales. | | | | |
| a 4 componentes extraídos | | | | |

Tabla 4. Matriz de componentes rotados(a)

| | Componente | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Exportaciones baja tecnología (millones € 1999) | .984 | | | |
| Empleados industria en sectores baja tecnología (miles de personas) | .980 | | | |
| VAB industria baja tecnología (millones de € de 1999) | .975 | | | |
| Proyectos Nacionales aprobados por el CDTI (millones de €1999) | .941 | | | |
| Empleados industria en sectores alta y media tecnología (miles de personas) | .909 | | | |
| VAB industria alta tecnología (millones de € de 1999) | .895 | | | |
| Exportaciones alta y media-alta tg en millones de € de 1999 | .887 | | | |
| Media de patentes españolas solicitadas a Europa | .878 | | | |
| Patentes en % solicitadas a Europa por cada CCAA | .878 | | | |
| Media de patentes españolas por CCAA | .866 | | | |
| Patentes en % que representan cada CCAA | .866 | | | |
| PIB (millones € 1999) | .859 | | | |
| Exportaciones media-baja tecnología (millones € 1999) | .665 | | | .550 |
| Personal interno(EDP) de la Administración Pública (%o población activa) | | .976 | | |
| Gasto interno en I+D Administración publica (% sobre el PIBpm) | | .969 | | |
| Investigadores(EDP) de la Administración Pública en I+D (%o población activa) | | .964 | | |
| Stock de capital tecnológico científico(€ 1999 por habitante) | | .854 | | |
| Stock de capital tecnológico científico(millones de €1999) | .464 | .839 | | |
| Inversión Capital-riesgo (% que representa cada CCAA) | .529 | .730 | | |
| Inversión Capital-riesgo (millones €1999) | .529 | .730 | | |
| Stock de capital tecnológico empresarial I+D (millones € 1999) | .567 | .726 | | |
| Investigadores (EDP) de la Universidad en I+D (%o población activa) | | | .956 | |
| Personal interno (EDP) de las Universidades en I+D (%o población activa) | | | .950 | |
| Alumnos que han leído su tesis (cada 100.000habitantes>16 años) | | | .943 | |
| Índice de calidad de las universidades | | | .914 | |
| Alumnos matriculados de 3 ciclo(cada 100.000 habitantes>16 años) | | | .906 | |
| Alumnos que han terminado 1 y/o 2 ciclo (cada 100.000habitantes>16 años) | | | .674 | .483 |
| Alumnos matriculados 1 y/o 2 ciclo (cada 100.000habitantes >16 años) | | .463 | .583 | |
| Gasto interno de las Universidades en I+D (%sobre PIBpm) | | | .467 | |
| Investigadores (EDP) en Empresas en I+D (%o población activa) | | | | .792 |
| Gasto interno de las Empresas en I+D(%sobre PIBpm) | | | | .788 |
| Personal interno (EDP) de las Empresas en I+D (%o población activa) | | | | .785 |
| Distribución regional recursos en ciencia y tecnología respecto población >16 años | | | | .772 |
| Distribución regional de los centros tecnológicos en España (nº) | | | | .720 |
| Stock de capital tecnológico empresarial I+D(€1999 por habitante) | | .566 | | .683 |
| Ingresos anuales de los cent.tgs en % del gasto regional en innovación sector industrial | | | .489 | .674 |
| Método de extracción: Análisis de componentes principales. | | | | |
| Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser. | | | | |
| a La rotación ha convergido en 6 iteraciones. | | | | |

Cuadro 2



- **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. 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
- 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 una puntuación de 0,8, a excepción de la variable que representa las *exportaciones de media-baja tecnología*. Esta variable se encuentra 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 relación existente.

- **Factor 2: Papel de la Administración en los Sistemas de Innovación**

El segundo eje factorial que mayor variabilidad recoge, exactamente, 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 (%o población activa)
- Gasto interno de la Administración Pública en I+D (% PIB)
- Investigadores en I+D de la Administración Pública (%o población activa)

Estos tres indicadores poseen un grado de correlación superior a 0,85

Además de estos indicadores, claramente asociados al entorno de la Administración Pública, aparecen, por un lado, las variables relacionadas con lo que se ha definido como stock de capital tecnológico científico en I+D y, por otro, aquellas relacionadas con el sistema de capital riesgo español.

En el caso de las variables del stock tecnológico científico, a su vez estas forman también parte del factor relacionado con el entorno regional y productivo de la innovación. Teniendo en cuenta, que dicho stock ha sido calculado como diferencia del total de la región y el empresarial, y que además su propia definición implica la existencia de conocimientos acumulados, su participación en ambos factores goza de una correcta interpretación.

Con respecto al tema del capital inversión, aquí se vuelve a encontrar una participación en el significado del factor entorno. La saturación, por tanto, en este caso tampoco es única en el factor vinculado a la Administración Pública, sino que el significado es completo con el factor representante del entorno regional y productivo. Originalmente cuando hicimos la selección de estas variables, el sistema financiero se incluyó como una estructura propia del entorno. Por lo tanto, no parece incoherente dicho resultado.

- ***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 Sistemas Regionales de Innovación españoles. 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 (%o población activa)
- Personal interno (EDP) de las Universidades en I+D (%o población activa)
- Alumnos 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 1 y/o 2 ciclo (cada 100.000 habitantes >16 años)
- Alumnos matriculados 1 y/o 2 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 primer y segundo ciclo, el grado de correlación es menor. Destaca el hecho de cómo el relativo a aquellas 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. Sin embargo, en la práctica, dicha afirmación no es tan clara.

En el caso del gasto de las Universidades, la saturación no es muy alta, sin embargo ya partíamos de la base de cómo la comunalidad de la misma en el modelo era la más baja.

- ***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 (%o población activa)
- Gasto interno de las Empresas en I+D (% PIB)
- Personal interno (EDP) de las Empresas en I+D (%o 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, este es su fin—, de ahí que no resulte extraña la relación existente.

A modo de resumen, se puede decir que se ha conseguido agrupar todas las variables originales, que trataban de representar aquellos matices de los Sistemas de Innovación que pueden ser cuantificables y de los que se posee información, en cuatro variables hipotéticas, conservando una la variabilidad original del modelo elevada, y además, estas nuevas variables o factores, tienen una interpretación coherente con los sistemas económicos, más concretamente con los elementos que configuran lo que se conoce como Sistema de Innovación.

3. Análisis de Conglomerados o Cluster

Una vez que se han detectado los factores latentes de la investigación, se procede a clasificar las Comunidades Autónomas aglomerándolas a través de la *Técnica cluster* o de *Análisis de Conglomerados*²³, 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 los grupos que se formarán a priori, 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, por un lado, cada conglomerado sea lo más homogéneo posible, pero además, que entre ellos sean también distintos. En nuestro caso, los individuos son las propias Comunidades Autónomas. La aplicación de esta técnica tiene como objetivo determinar el número de tipos de Sistemas Regionales de Innovación, las características que los definen y las regiones que pertenecen a cada uno de ellos. Es en sí misma también una técnica con carácter descriptivo.

A la hora de 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. El SPSS ofrece la opción de utilizar varios tipos. Cuanto mayor sea la distancia, lógicamente, menos se asemejaran los Sistemas de Innovación de las Comunidades Autónomas. 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 defecto ha sido a través de la estandarización o tipificación de las variables. En este caso, el método de usado ha sido el llamado de *puntuaciones Z*.

²³ 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.

Con respecto al *Método de Formación de Clusters*, se ha utilizado un procedimiento aglomerativo, es decir, se comienza considerando todos los individuos como integrantes de grupos aislados. Consecutivamente se van uniendo 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 uniendo en función de una menor distancia.

La Tablas 5 y 6 muestran como se ha llevado a cabo el *Procesamiento de los Casos*, así como el *Historial de Conglomeración*. Como se aprecia, el número de casos válidos es de 17, que se corresponden con las Comunidades Autónomas. No existen datos *missing* en el análisis. Por otro lado, el historial permite ver como se van formando los grupos en función de las etapas.

Tabla 5. Resumen de procesamiento de los casos(a)

| Casos | | | | | |
|---------|------------|----------|------------|-------|------------|
| Validos | | Perdidos | | Total | |
| N | Porcentaje | N | Porcentaje | N | Porcentaje |
| 17 | 100.0% | 0 | .0% | 17 | 100.0% |

*a Distancia euclídea al cuadrado usada
Método vecino más próximo*

Tabla 6. Historial de Conglomeración

| Etapa | Conglomerado que se combina | | Coeficientes | Etapa en la que el conglomerado aparece por primera vez | | Próxima etapa |
|-------|-----------------------------|----------------|--------------|---------------------------------------------------------|----------------|---------------|
| | Conglomerado 1 | Conglomerado 2 | | Conglomerado 1 | Conglomerado 2 | |
| 1 | 3 | 6 | 7,49E+01 | 0 | 0 | 2 |
| 2 | 3 | 14 | 8,74E+01 | 1 | 0 | 3 |
| 3 | 2 | 3 | .192 | 0 | 2 | 7 |
| 4 | 4 | 8 | .257 | 0 | 0 | 5 |
| 5 | 4 | 17 | .335 | 4 | 0 | 10 |
| 6 | 11 | 12 | .382 | 0 | 0 | 7 |
| 7 | 2 | 11 | .505 | 3 | 6 | 8 |
| 8 | 1 | 2 | .560 | 0 | 7 | 9 |
| 9 | 1 | 5 | .582 | 8 | 0 | 10 |
| 10 | 1 | 4 | .603 | 9 | 5 | 11 |
| 11 | 1 | 7 | .873 | 10 | 0 | 12 |
| 12 | 1 | 10 | 2.350 | 11 | 0 | 13 |
| 13 | 1 | 9 | 4.996 | 12 | 0 | 14 |
| 14 | 1 | 15 | 7.655 | 13 | 0 | 15 |
| 15 | 1 | 16 | 11.168 | 14 | 0 | 16 |
| 16 | 1 | 13 | 12.594 | 15 | 0 | 0 |

Tabla 7. Conglomerado de pertenencia

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

La Tabla 7 muestra la solución obtenida para el rango de dos seis cluster con el *Método del vecino mas próximo*. El número que aparece en esta tabla. indica cual es el cluster al que pertenece cada Comunidad Autónoma. Es decir, en el caso de una solución con dos cluster, sólo aparecen dos conglomerados: uno formado por la Comunidad de Madrid (2), y otro, formado por el resto de CCAA (1). En el caso de tres soluciones, aparecen dos cluster que solo contienen una región cada uno —Madrid, y País Vasco—, y un tercero formado por las restantes Comunidades. En el caso de cuatro soluciones, los cluster son: Madrid, País Vasco, Navarra y el resto de CCAA formando uno sólo. En el caso de cinco cluster, nos encontramos con: Madrid, País Vasco, Navarra, Cataluña y resto de CCAA. Y finalmente con seis conglomerados son: Madrid, Navarra, País Vasco, Cataluña Comunidad Valenciana y resto de regiones.

Una vez que llegado a este punto, *a priori*, la solución que nos parece más acorde con el 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*²⁴. Los resultados de cinco conglomerados coinciden con los obtenidos con el método del vecino más alejado, lo que nos da una mayor fiabilidad a la hora de optar por dicha clasificación como solución final.

El siguiente aspecto consistirá en realizar un análisis de la varianza a través del factor que clasifica las regiones, y de esta forma comprobar si existen realmente diferencias entre los diversos Sistemas de Innovación Regionales identificados.

²⁴ Dicho método se basa unir aquellos grupos de individuos más próximos dentro de los más alejados.

3. Anova

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 es comprobar si la media en los distintos grupos es significativamente distinta. La salida del ordenador se refleja en la Tabla 8:

Tabla 8: ANOVA

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------------------------------------------|--------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| FACTOR.1: ENTORNO PRODUCTIVO Y REGIONAL | Inter-grupos | 12.085 | 4 | 3.021 | 9.259 | .001 |
| | Intra-grupos | 3.915 | 12 | .326 | | |
| | Total | 16.000 | 16 | | | |
| FACTOR.2: ADM. PÚBLICA | Inter-grupos | 14.786 | 4 | 3.696 | 36.538 | .000 |
| | Intra-grupos | 1.214 | 12 | .101 | | |
| | Total | 16.000 | 16 | | | |
| FACTOR.3. UNIVERSIDAD | Inter-grupos | 12.157 | 4 | 3.039 | 9.489 | .001 |
| | Intra-grupos | 3.843 | 12 | .320 | | |
| | Total | 16.000 | 16 | | | |
| FACTOR.4. EMPRESAS | Inter-grupos | 13.997 | 4 | 3.499 | 20.964 | .000 |
| | Intra-grupos | 2.003 | 12 | .167 | | |
| | Total | 16.000 | 16 | | | |

La hipótesis nula del contraste es: la media de los factores en los distintos grupos es igual, con un nivel de significación del 95%

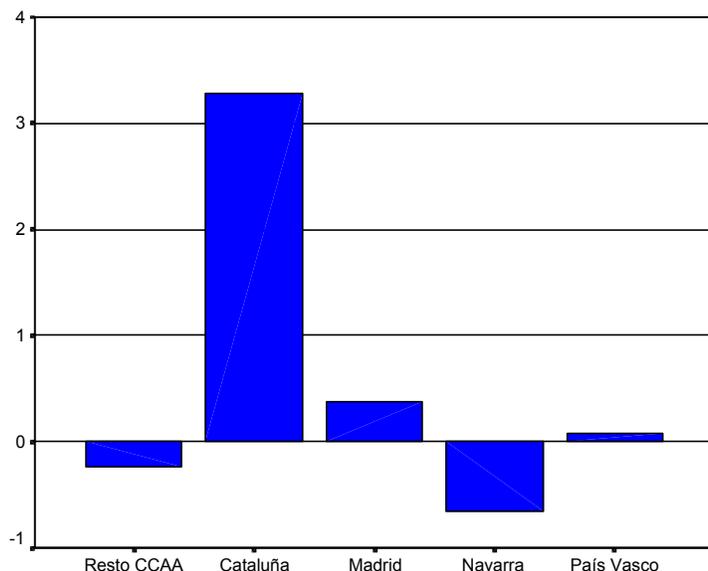
Fijándose en el significativo (Sig.), al ser menor que 0,05 en los cuatro grupos, se rechaza la hipótesis nula de que la media sea igual en los distintos conglomerados para un nivel de significación del 95%. Por lo tanto, se puede afirmar que los tipos de Sistemas Regionales de Innovación que se han detectado registran un comportamiento distinto en los cuatro factores.

En este punto, conviene una vez más recalcar, que la elección de esta solución basada en cinco conglomerados, ha respondido a dos motivos principalmente: dicha interpretación es acorde con los conocimientos a priori que se tienen sobre el tema, pero además, esta idea se ha visto apoyada por el hecho de que, utilizando dos técnicas distintas (vecino más próximo y vecino más alejado), la solución de cinco grupos coincide. En la solución de seis cluster con el método del vecino más alejado se rechaza también la

hipótesis de igualdad de medias, donde la Comunidad Valenciana aparece formando un solo conglomerado. En el ANEXO II se pueden ver los resultados y los gráficos que señalan las características propias de este sistema que de alguna forma puede encontrarse como fronterizo en lo que se han llamado sistemas de segundo orden²⁵ (Comunidades que aparecen todas configurando un mismo cluster) y el propio de la Comunidad Autónoma de Cataluña²⁶.

Una vez matizado este hecho, a continuación se muestran una serie de gráficos que representan la media de los cuatro factores en función de cada uno de los 5 clusters, con el fin de visualizar estas ideas²⁷.

Gráfico 1. Factor 1: 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 identificados a través de la técnica cluster.

La Comunidad Autónoma que presenta un valor de esta variable hipotética superior al resto de regiones es Cataluña²⁸. En un segundo y tercer lugar, con unos valores bastante inferiores, pero positivos, se sitúan la Comunidad de Madrid y el País Vasco, correspondiendo el valor más bajo, y con signo negativo, a la Comunidad Navarra. Asimismo, es negativa la puntuación del cluster formado por el resto de las Comunidades Autónomas.

Se manifiesta la gran importancia que dentro del Sistema de Innovación catalán poseen aquellos elementos vinculados con el entorno y la infraestructura de soporte, como

²⁵ Así los denominan Acosta, Coronado (1999)

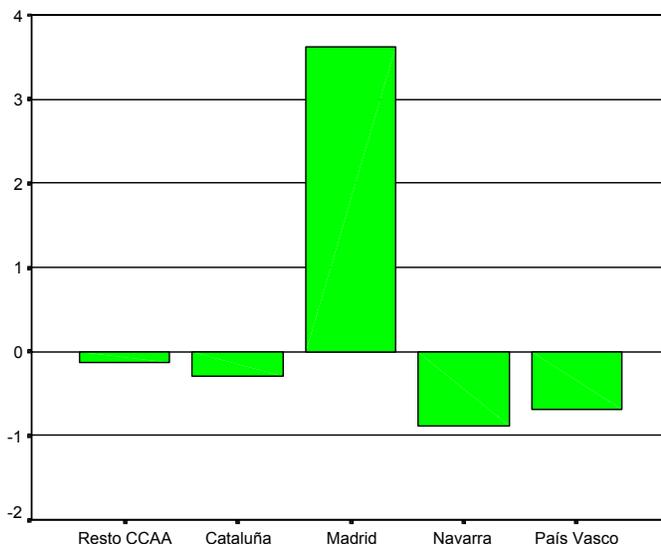
²⁶ Estos hechos se confirman en la parte descriptiva que constituye el siguiente punto de este trabajo.

²⁷ Los gráficos son salidas ofrecidas por el SPSS al realizar el ANOVA

²⁸ La media para el conjunto de regiones es 0.

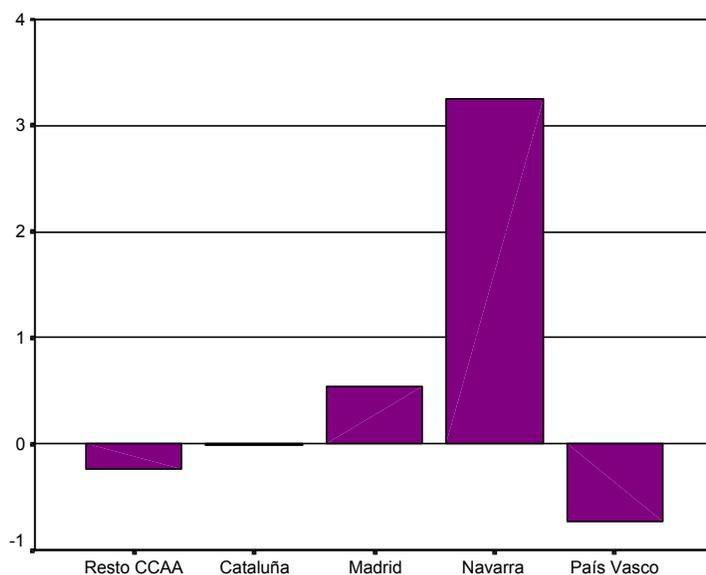
la estructura productiva, las ayuda a la innovación en las empresas, el conocimiento acumulado y el tamaño regional.

Gráfico 2. Factor 2: Papel de la Administración Pública en los SRI.



En el caso del factor que recoge aquellos elementos vinculados a la Administración Pública, (Gráfico 2) la situación también resulta bastante llamativa. Nos encontramos con una región, Madrid, donde la media es muy superior a las restantes, que en todos los casos puntúan negativamente. Se observa la importancia del sector público en este sistema que le otorga unas características diferentes al resto. En contra, y más acentuado en el País Vasco y Navarra, las restantes regiones se caracterizan por tener unas puntuaciones bajas en este factor, lo que no es extraño, teniendo en cuenta la concentración de elementos de la Administración en temas de ciencia, tecnología e innovación, que se ubican en la capital española.

Gráfico 3. Factor 3: El papel de las Universidades en los SRI.

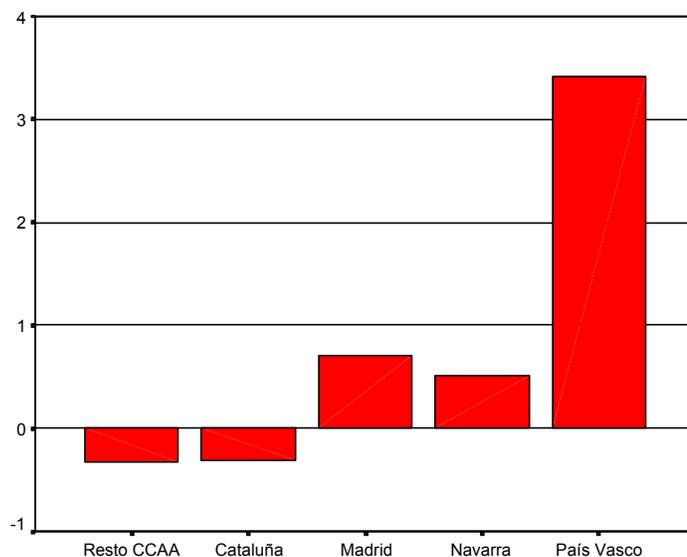


Como se aprecia en el Gráfico 3, el sistema universitario cuenta con un papel relativo claramente más destacado en Navarra que en las demás regiones. Madrid, con signo positivo, ocupa una segunda posición, aunque con una diferencia clara frente al primero. Mientras, en el lado opuesto, y con unos resultados inferiores a la media, y en todo caso negativos, se sitúa el País Vasco, además de Cataluña y el conglomerado de las demás regiones.

Por último, en el caso del cuarto factor representante de aquellos aspectos más ligados al ámbito de las empresas innovadoras, las diferencias vuelven a ser notorias. Como se aprecia en el Gráfico 4, la media de dicha variable hipotética toma un valor muy superior en el caso del País Vasco, lo que señala la importancia de este subsistema dentro del propio regional de innovación.

Con valores positivos nos encontramos en segundo y tercer lugar con Madrid y Navarra, respectivamente, ocupando Cataluña y las restantes Comunidades Autónomas las posiciones más rezagadas, lo que se refleja en las puntuaciones negativas que obtienen en este factor.

Gráfico 4. Factor 4: El papel de las Empresas en los SRI.



Se puede señalar, que la investigación realizada hasta el momento, basada en técnicas multivariantes, ha determinado una *tipología de Sistemas Regionales de Innovación*. Por un lado, nos encontramos con una serie de Comunidades Autónomas más sobresalientes que el resto: Madrid, País Vasco, Navarra y Cataluña. A su vez, los Sistemas de Innovación de estas Comunidades poseen matices diferentes que los caracterizan.

En el caso de Madrid, como reflejan los gráficos, nos encontramos con un sistema en el que los cuatro factores presentan valores superiores a la media de las Comunidades Autónomas. Por un lado, destaca el hecho del importante eje articulado en torno a la Administración Pública, pero además, como apuntan sus valores en los restantes gráficos,

en ningún caso presentan una posición rezagada respecto al resto. Estas ideas apoyan las expuestas por los autores que la identifican, en el marco español como una *Región Tecnológica por Excelencia* (Acosta, Coronado, 1999) y por lo tanto, también un *Sistema Regional de Innovación muy desarrollado* frente al resto.

En el caso del País Vasco, el Sistema Regional de Innovación, es muy distinto del anterior. Aquí poseen un papel muy importante los elementos vinculados directamente con las empresas que hacen I+D. Es más, los otros factores encontrados, no se encuentran muy desarrollados, y concretamente en el caso de las variables vinculadas al entorno de la Universidad y la Administración Pública, su papel relativo es inferior a la media de las restantes Comunidades Autónomas.

Navarra también posee un SRI peculiar, dado el gran peso y calidad que poseen las universidades que allí se ubican, y por consiguiente, las fuentes de recursos y de resultados proporcionados. Asimismo, es relevante el papel de las empresas innovadoras. En contra, la media de los factores representativos del entorno y la Administración Pública gozan de valores por debajo de la media.

Por último, Cataluña muestra lo que se podría llamar un *Sistema de Innovación en fase creciente*. Es un sistema, que a diferencia de lo que ocurre en el País Vasco, Navarra y Madrid, no se encuentra diferenciado por un aspecto tan concreto. Lo más destacable es la infraestructura que rodea el ámbito de la innovación —entorno regional— y que engloba una gama más amplia de elementos que afectan de forma más indirecta sobre el desarrollo de conocimientos e innovaciones tecnológicas.

Con respecto al resto de las CCAA, se podría decir son *Sistemas de Innovación de segundo orden*, constituidos por las regiones situadas en la periferia tecnológica, como señalan Acosta y Coronado (1999). Estas Comunidades Autónomas no destacan en ninguno de los factores identificados que caracterizan los Sistemas de Innovación. Este hecho se comprueba observando como las puntuaciones factoriales poseen siempre un valor negativo. Son por lo tanto regiones todavía muy débiles, y que deberían tener un tratamiento diferenciado en las políticas de innovación.

3 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS SRI

A partir de estos resultados observados con el análisis multivariante, el siguiente punto ha consistido en la confirmación de los mismos a través del estudio descriptivo de las variables, ya no hipotéticas, sino reales que se han utilizado en la investigación. El objetivo de este apartado es realizar una descripción basada en variables reales, que consoliden los resultados que se han desprendido de las variables hipotéticas o factores. Los datos muestran la media de los años 1996, 1997 y 1998.

3.1. Entorno regional y productivo de la innovación

Como se ha mencionado anteriormente, el primer factor extraído y vinculado al entorno, muestra una composición que diferencia entre los siguientes elementos: estructura productiva, tamaño de la región, política tecnológica, y conocimiento acumulado. A

continuación se muestran los resultados que arrojan la mayor parte de las variables que los configuran.

Estructura productiva

A la vista de los datos de los Gráficos 5 a 7, se observa el peso mayor de Cataluña, frente al resto de Comunidades en lo que se ha denominado estructura productiva.

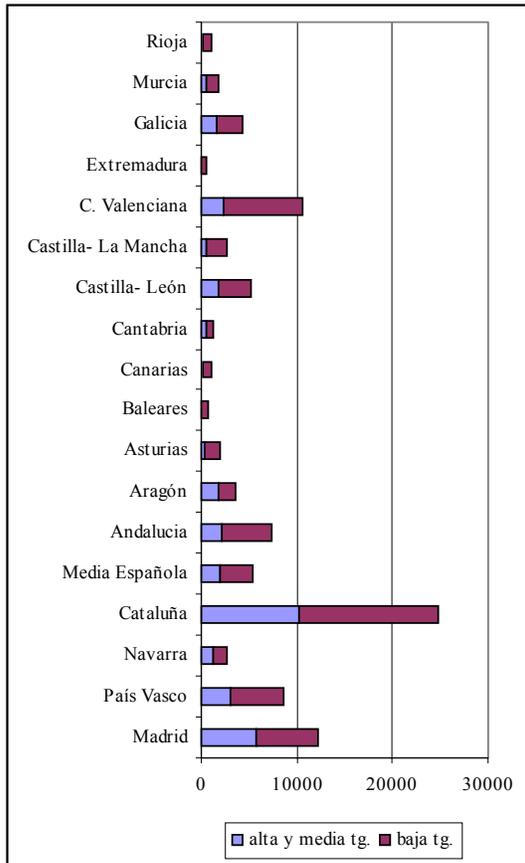
Cataluña ostenta el liderazgo en el caso del VAB generado por el sector industrial, los recursos humanos vinculados a los mismos, así como en la cifra de negocios relativa a las exportaciones. En el caso del VAB generado por la industria, en los sectores de alta y media tecnología, el valor es 14.489 millones de euros, y en los de baja tecnología de 10.270 millones. En este contexto, la media española se sitúa en 1898 y 3436 millones de euros respectivamente. La segunda posición en volumen dentro del entorno industrial, la ocupa la Comunidad de Madrid, con unos resultados superiores a la media.

Destacan aquí también los valores de la Comunidad Valenciana, sobre todo en el número de personas empleadas. Valencia se sitúa también en una situación aventajada, lo que apoya los resultados obtenidos por el análisis cluster con seis soluciones, en el que se indicaba la constitución de dicha región como sistema independiente.

Por su parte, el País Vasco, sin llegar a los niveles madrileños y catalanes consigue situarse por encima de la media española; y con un patrón de comportamiento muy distinto al caso navarro, región, sin embargo, que está en niveles cercanos a los denominados sistemas de segundo orden, y en todo caso, siempre por debajo de la media española.

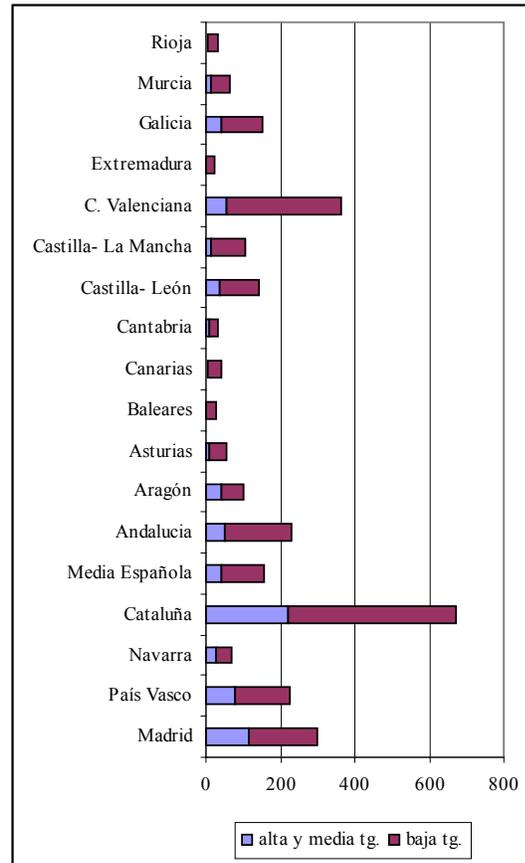
En relación con las exportaciones, como se observa en el Gráfico 7, los patrones anteriormente descritos se vuelven a reafirmar. Cataluña vuelve a destacar por los resultados, sobre todo, cuando se hace referencia a las llamadas exportaciones de alta y media-alta tecnología, donde los valores se sitúan en torno a los 15367 millones de euros, frente a los 2886,47 de media en las regiones españolas. Matizando el comportamiento de este tipo de exportaciones, que son las mayoritarias en nuestro país, destacan también Madrid, el País Vasco y la Comunidad Valenciana con valores superiores a la media.

Gráfico 5. VAB Industria (mill € 1999)



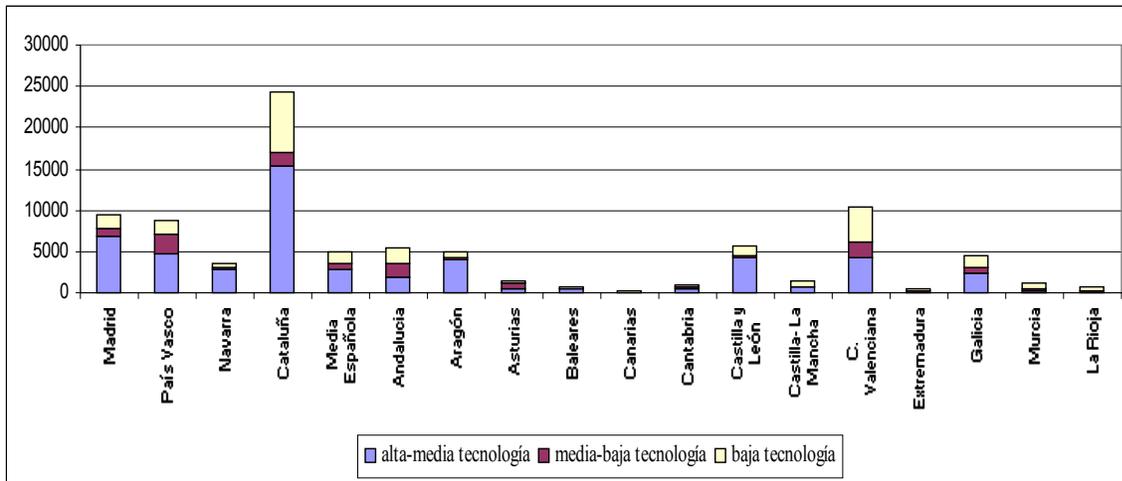
Fuente: Elaboración del IAIF a partir de los datos del INE

Gráfico 6. Empleados industria (miles)



Fuente: Elaboración del IAIF a partir de los datos del INE

Gráfico 7. Exportaciones (millones de € de 1999)

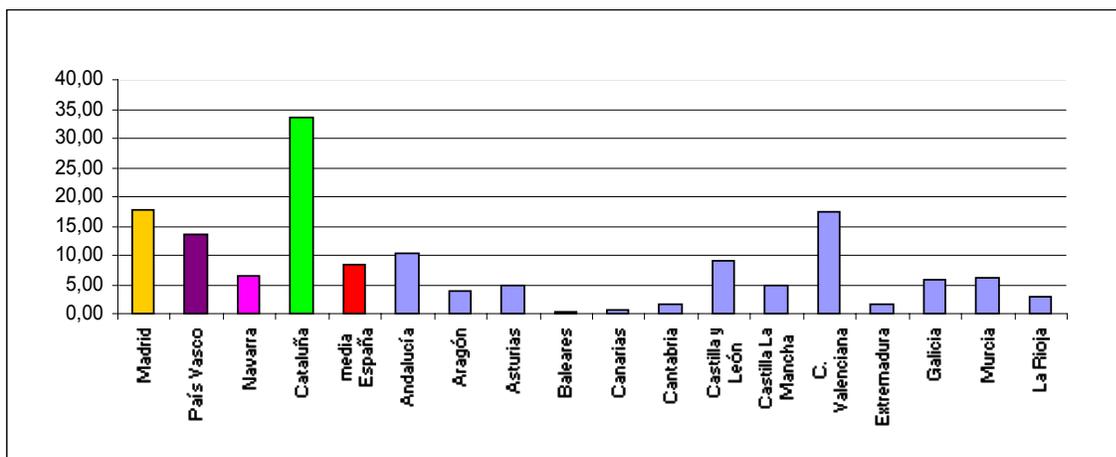


Fuente: Elaboración del IAIF a partir de datos del Fichero Territorial del Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales

Instituciones de apoyo a la innovación.

Como instituciones de apoyo a la innovación, y dadas las variables con las que se ha contado para el estudio, se ha identificado la que representa los proyectos nacionales aprobados por el CDTI en millones de euros de 1999.

Gráfico 8. Proyectos nacionales aprobados por el CDTI (millones €1999)



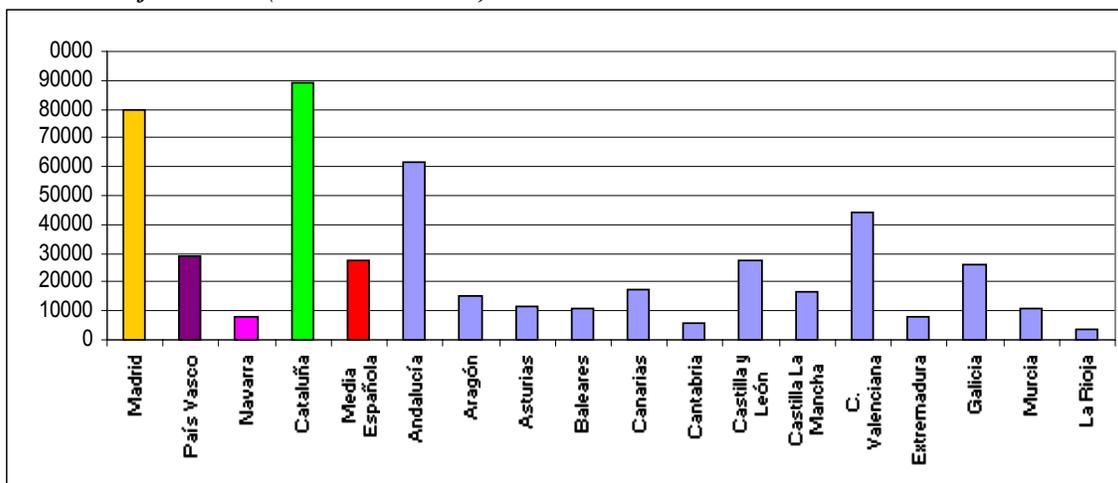
Fuente: Elaboración del IAIF a partir de los datos del CDTI

Como se observa en el Gráfico 8, Cataluña ostenta el liderazgo en la cifra de millones de euros dedicados por el CDTI a financiar proyectos tecnológicos, concretamente con 33,64 millones. En segundo y tercer lugar se encuentran Madrid y la Comunidad Valenciana con 17,63 y 17,27 millones respectivamente. En cuarto lugar, se sitúa el País Vasco con 13,57 millones, valor considerablemente por encima de la media española, que se encuentra en estos años alrededor de los 8,25 millones de euros. Navarra, por otro lado, aquí vuelve a poseer una posición inferior a la media del conjunto de las regiones.

Tamaño de la región

El tamaño de las diversas Comunidades Autónomas se ha cuantificado a través del Producto Interior Bruto. A la vista del Gráfico 9, se aprecia como las regiones de mayor tamaño 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 Valencia.

Gráfico 9. PIB (millones de € 1999)

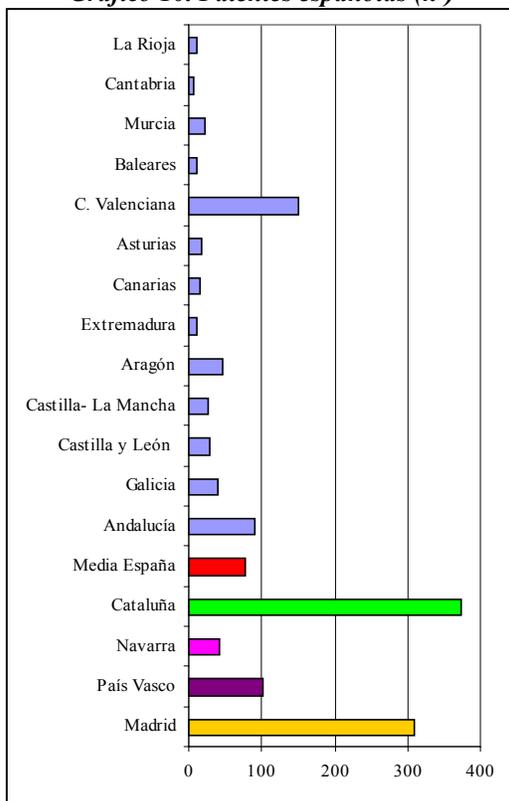


Fuente: Elaboración del IAIF a partir de los datos del INE

Conocimiento acumulado

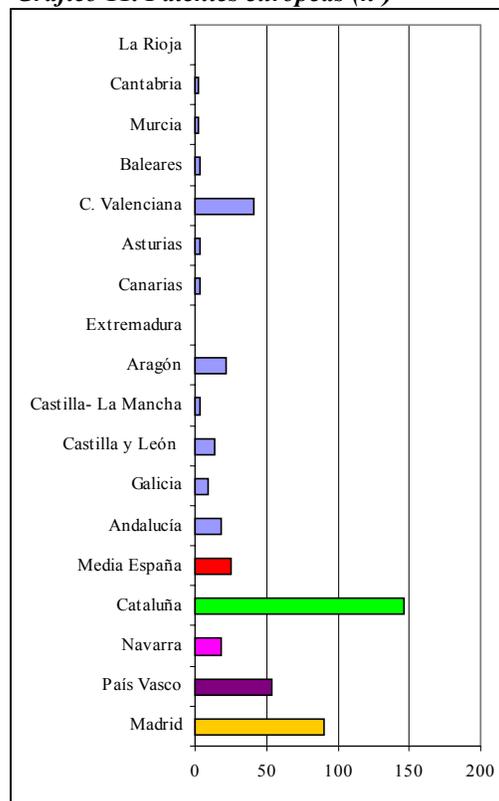
Por último, el cuarto subsistema integrante de lo que se ha denominado entorno regional de la innovación, lo constituye los llamados elementos asociados al conocimiento acumulado. Se integran aquí tanto las patentes españolas, como las europeas solicitadas por las diversas regiones españolas, outputs o resultados de los propios Sistemas de Innovación.

Gráfico 10. Patentes españolas (nº)



Fuente: Elaboración del IAIF a partir datos OEPM

Gráfico 11. Patentes europeas (nº)



Fuente: Elaboración del IAIF a partir de datos de EPO

El número de patentes solicitadas en España supera a las europeas (Gráficos 10 y 11). No obstante, el comportamiento regional es muy similar en ambos casos. Es decir, la Comunidad Autónoma con un mayor número de patentes, tanto españolas como europeas, es Cataluña, con una media para los años considerados de 374 y 146 respectivamente. En segundo lugar se encuentra Madrid con 310 y 91, y, en tercer lugar, la Comunidad Valenciana con 149 y 41 patentes.

El País Vasco se sitúa también en un buen nivel con 103 patentes españolas y 53 europeas, estando por encima de la media para todas las regiones, que se fija en torno a las 77 y 25 patentes.

A excepción de Andalucía, cuyo comportamiento es algo superior a media, el resto de Comunidades Autónomas no muestra una tendencia muy marcada a patentar sus resultados, como se puede apreciar en los gráficos.

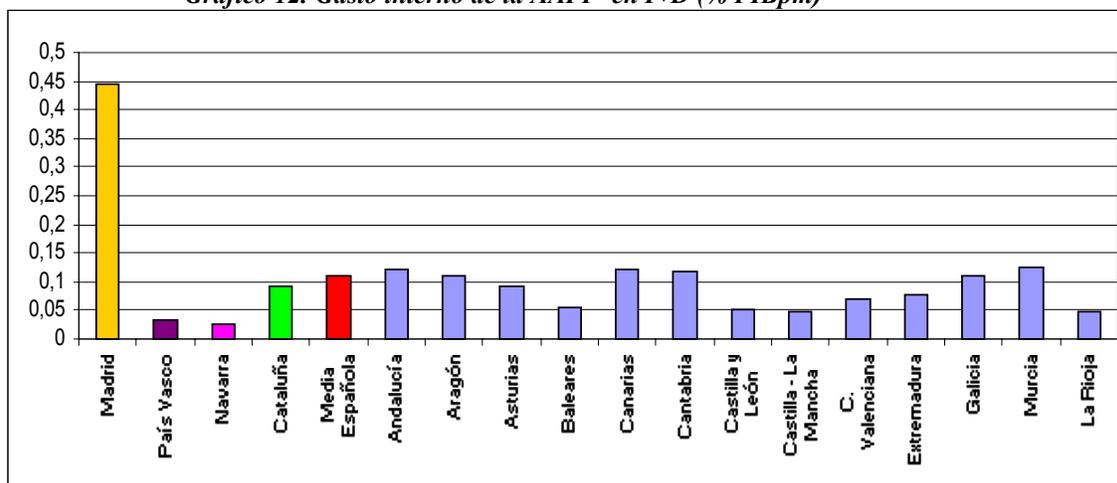
3.2. Entorno de la Administración Pública en los SRI

El segundo factor latente a nivel regional, hace referencia principalmente a aquellas variables vinculadas a los recursos y resultados utilizados por la Administración Pública en temas de innovación. A continuación se exponen las variables e indicadores referentes a las medias de los años 1996, 1997 y 1998.

Recursos y resultados de las Administraciones Públicas

El Gráfico 12 muestra el gasto interno de las Administraciones Públicas por regiones, en relación con el Producto Interior Bruto de las mismas, en I+D.

Gráfico 12. Gasto interno de la AAPP en I+D (% PIBpm)



Fuente: Elaboración del IAIF a partir de datos del INE

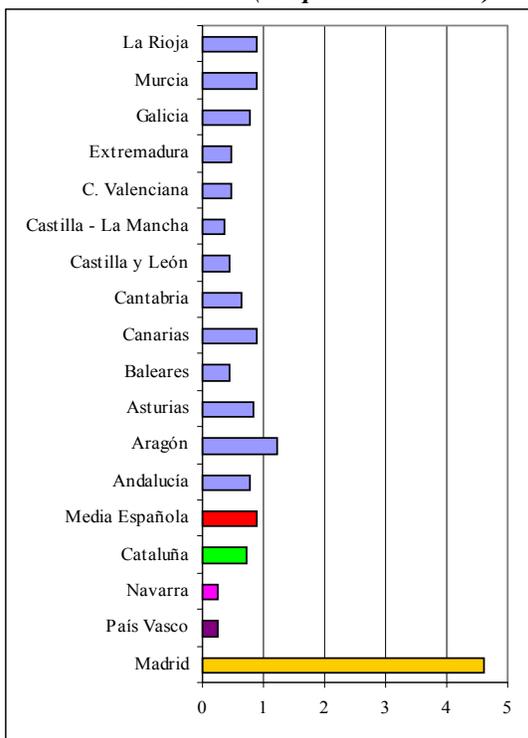
Como se aprecia, existe una Comunidad Autónoma que apila una proporción mucho mayor de recursos: Madrid. Exactamente, su nivel gasto interno respecto a su PIB, para la

media de los años de estudio, es del 0,45%, frente a la media española que se encuentra solamente alrededor del 0,11%.

Regiones que han sido identificadas como Sistemas Regionales de Innovación más desarrollados, como Cataluña y 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%.

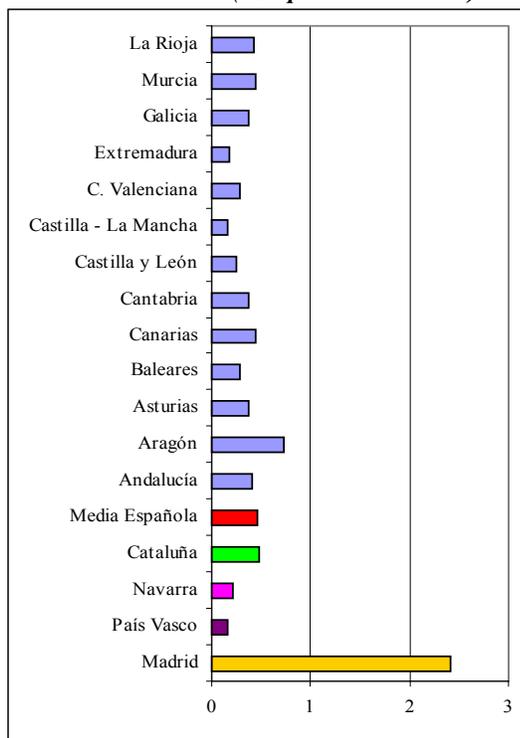
Con respecto a los recursos humanos en temas de I+D, vinculados a la Administración Pública, los Gráficos 13.y 14. muestran un patrón similar.

Gráfico 13. Personal interno (EDP) AAPP en I+D (%o población activa)



Fuente: Elaboración del IAIF a partir de los datos del INE

Gráfico 14. Investigadores (EDP) AAPP en I+D (%o población activa)

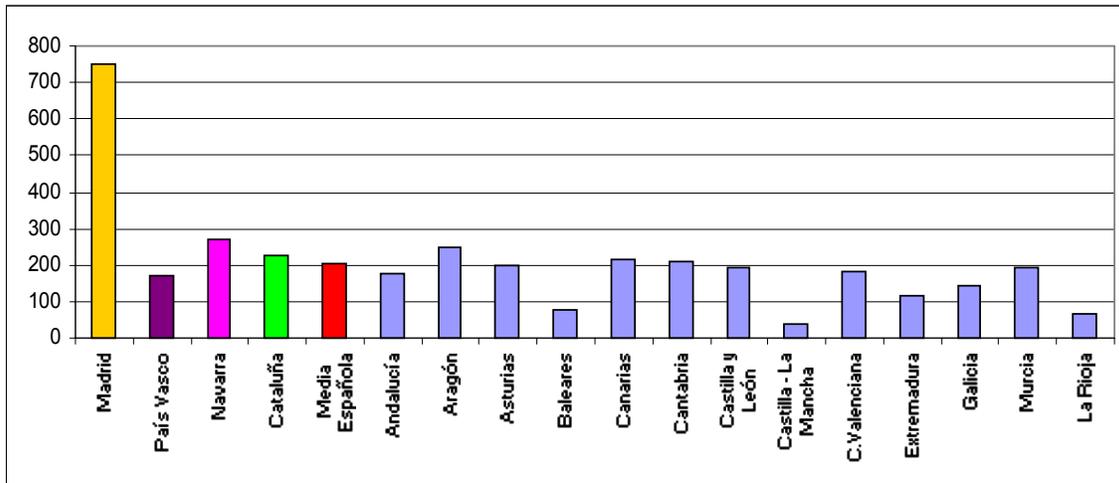


Fuente: Elaboración del IAIF a partir de los datos del INE

La región madrileña, vuelve a tener un comportamiento sobresaliente sobre el resto. En el caso del personal interno de la Administración Pública, respecto a la población activa, las cifras se sitúan en torno al 4,5 %o muy superior al resto de Comunidades Autónomas. Dicha situación se repite al observar el Gráfico 14 donde la Comunidad de Madrid toma un valor del 2,41 %o frente al 0,77 %o de media española. El País Vasco, Navarra y Cataluña vuelven a poseer valores por debajo de la media, teniendo las dos primeras junto a Extremadura una ratio que sólo alcanza el 0,21 %o.

En relación al stock de capital tecnológico científico en I+D (euros por habitante), el Gráfico 15 señala el panorama del ámbito regional.

Grafico 15. Stock de capital tecnológico científico en I+D (€ 1999 por habitante)



Fuente: Elaboración del LAIF a partir de datos del INE

La Comunidad de Madrid, vuelve a alcanzar las cifras más altas de las regiones españolas. En los casos de Navarra, País Vasco y Cataluña, los resultados se muestran muy por debajo de los alcanzados por la capital, no obstante, superiores a la media española.

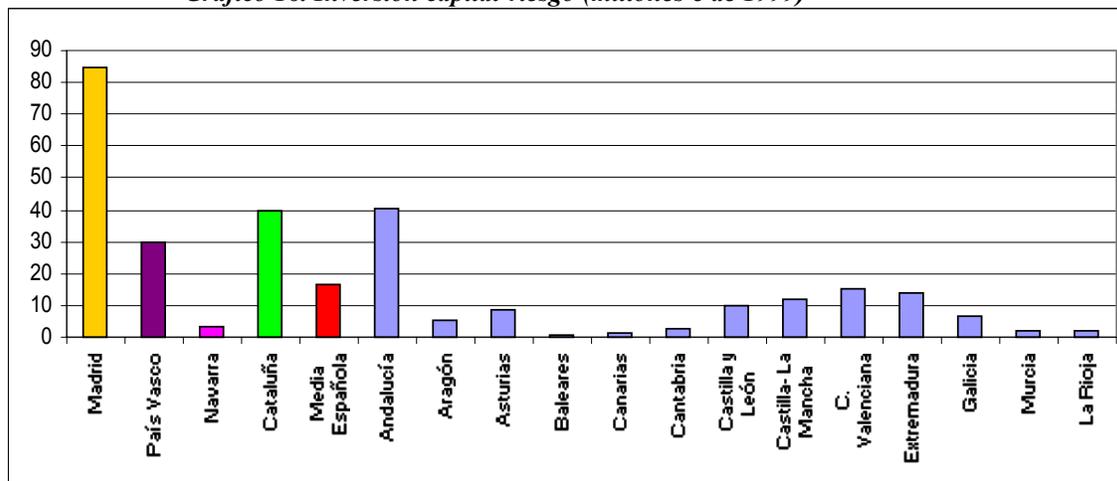
Otros indicadores

Por último, hay que señalar como este factor de corte claramente administrativo incluye elementos pertenecientes a la configuración del sistema de capital riesgo. Los resultados se muestran en el Gráfico 16.

En este caso, Madrid posee una situación aventajada respecto al resto de regiones en lo concerniente a la configuración del sistema de capital- riesgo. Madrid cuenta con unas cifras cercanas a los 85 millones de euros, situándose la media española es tan sólo de 16,4 millones.

En las Comunidades del País Vasco, y en mayor medida 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, aunque fuera en un grado menor de importancia.

Gráfico 16. Inversión capital-riesgo (millones € de 1999)



Fuente: Elaboración del IAlF a partir de Martí, J (2001)

3.3. Papel de las Universidades en los Sistemas de Innovación

El papel de las Universidades en los Sistemas Regionales de Innovación ha sido el tercer factor extraído a través de análisis factorial. Aquí, 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.

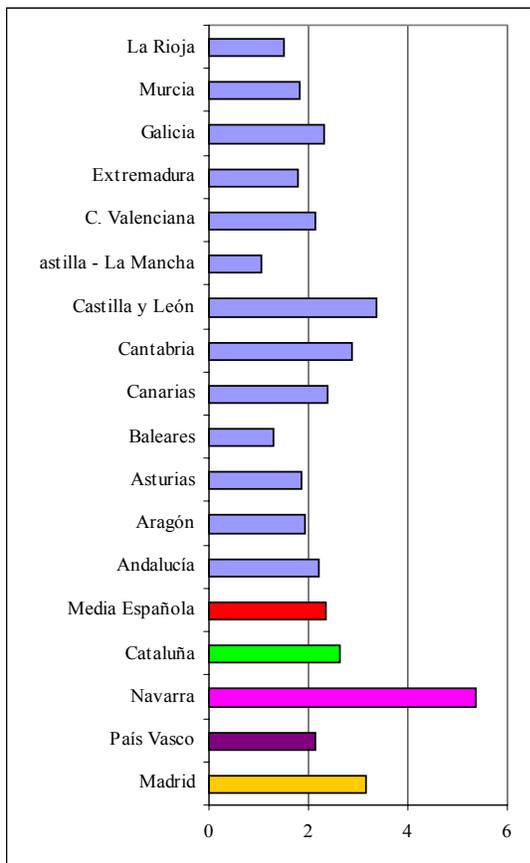
Los Gráficos 17 y 18, muestran los recursos humanos asociados a la investigación dentro de las Universidades. Como se comprueba en ellos, destaca el papel de Navarra, con unas cifras claramente superiores al resto, incluida la región madrileña. Así, en el caso de la ratio relativa al personal interno en I+D, dicha Comunidad toma un valor de 5,37 ‰, y en el caso de los investigadores de 4,93 ‰, siendo la media española para ambos casos de 2,34 ‰ y 1,99 ‰ respectivamente. La segunda Comunidad Autónoma con valores más altos es Madrid (personal interno 3,14 ‰, e investigadores 2,63 ‰). Cataluña por su parte presenta unas cifras cercanas a la media, mientras que el País Vasco, se sitúa por debajo (2,14 y 1,89).

En relación con los resultados de la investigación académica medidos a través de la proporción de alumnos matriculados en tercer ciclo, así como de aquellos que han leído su tesis, Navarra vuelve a destacar sobre el resto de regiones españolas, a la vista de los Gráfico 19 y 20. En Navarra, la ratio que relaciona los alumnos matriculados de tercer ciclo respecto a la población de 16 y más años, cada 100.000 habitantes, tiene un valor de 437, y en el caso de aquellos que han finalizado con la lectura de su tesis, de 59,05. La media española toma valores solamente de 160 y 17 en cada uno de estos temas.

Al igual que en lo relativo a los recursos humanos universitarios, Madrid presenta un comportamiento superior a la media, aunque eso sí, menor que Navarra con niveles en torno a 349 y 35 en alumnos matriculados en tercer ciclo y aquellos que han leído su tesis, respectivamente. Cataluña, vuelve a situarse en niveles algo superiores a la media del

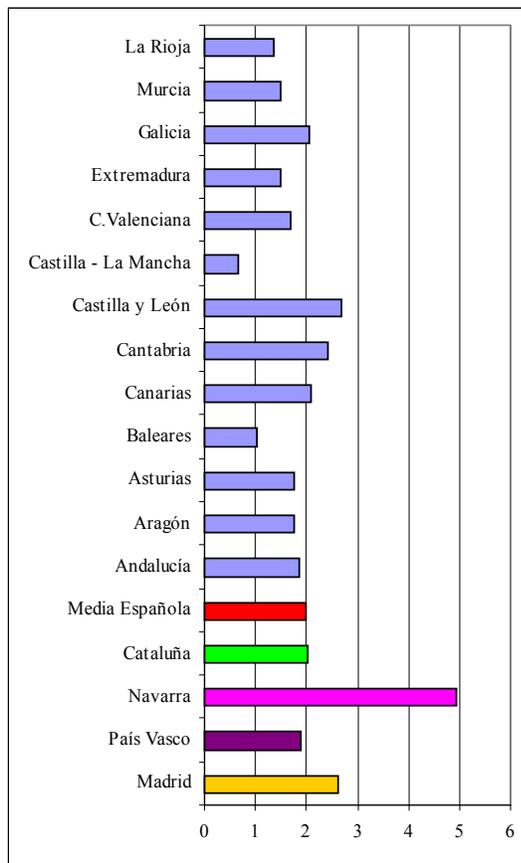
conjunto de Comunidades Autónomas, mientras que el País Vasco vuelve a encontrarse por debajo.

Gráfico 17. Personal interno (EDP) de las Universidades I+D (%o población activa)



Fuente: Elaboración del IAIF a partir de datos del INE

Gráfico 18. Investigadores (EDP) de las Universidades en I+D (%o población activa)

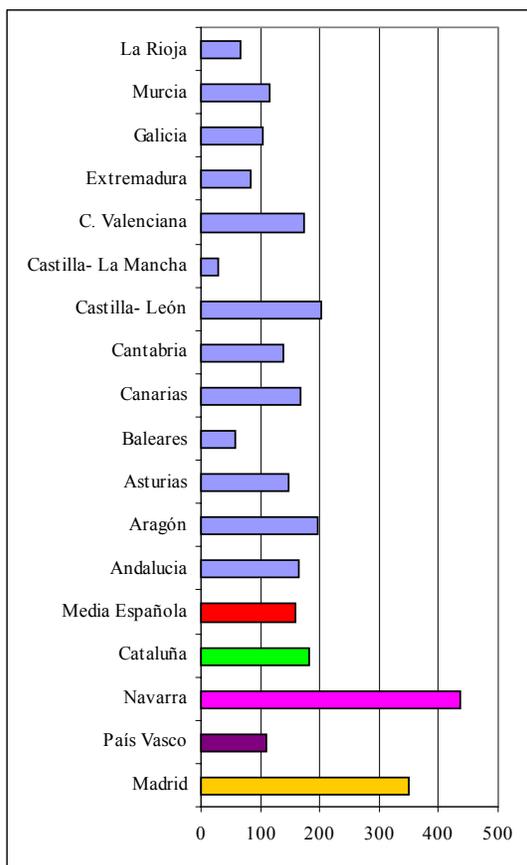


Fuente: Elaboración del IAIF a partir de datos del INE

Otro indicador que también se ha incluido en la investigación es aquel que mide la calidad de las Universidades. Los valores calculados aparecen en el Gráfico 21, donde se aprecia el sobresaliente papel navarro frente al resto de Comunidades Autónomas. Dicho índice toma un valor de 12,8 puntos, seguidos de Madrid y Cataluña con 7,34 y 7,19 puntos respectivamente.

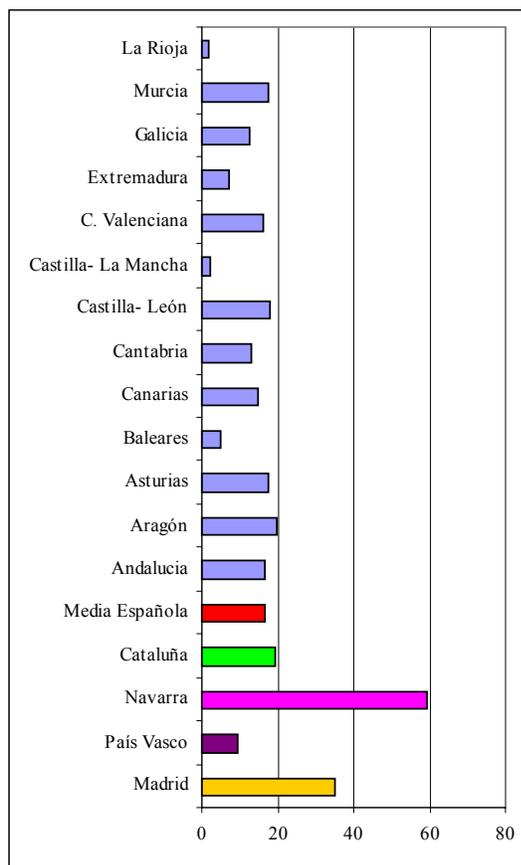
En relación con el resto de variables vinculadas al tercer factor, cuyas correlaciones son menores, los resultados vuelven a destacar el importante desarrollo del sistema universitario navarro, en relación con las demás regiones. No obstante, a la vista de los Gráficos 22 a 24 las diferencias no son tan marcadas, siendo superado en algunos casos por el sistema madrileño.

Gráfico 19. Alumnos matriculados en tercer ciclo respecto población 16 y más años (cada 100.000 personas)



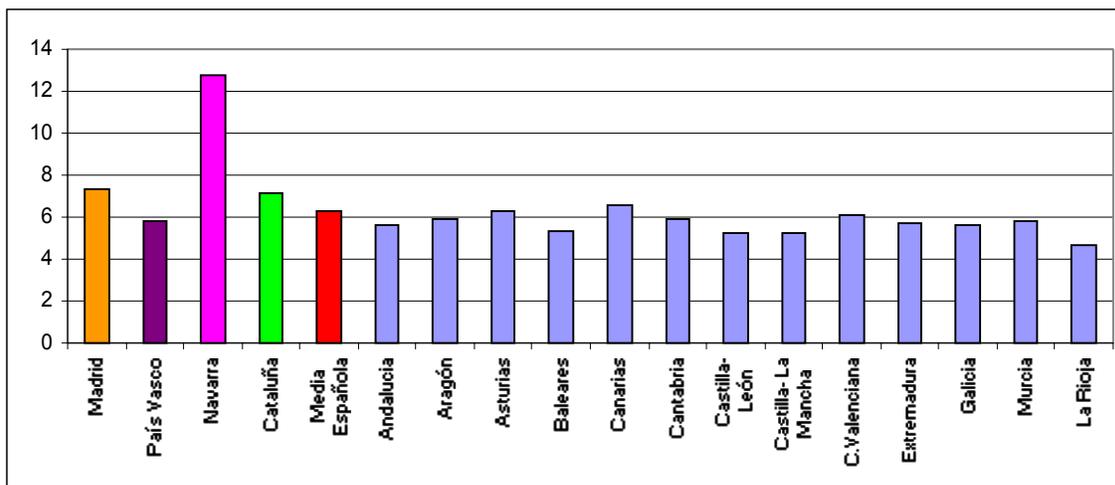
Fuente: Elaboración del IAIF a partir de datos del INE

Gráfico 20. Alumnos que han leído su tesis respecto a la población de 16 y más años (cada 100.000 personas)



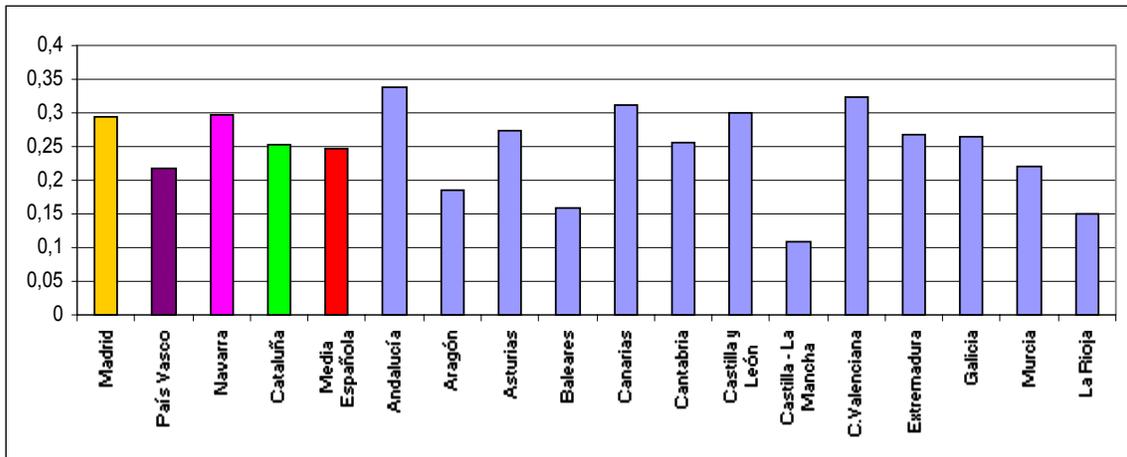
Fuente: Elaboración del IAIF a partir de datos del INE

Gráfico 21. Índice de calidad de las Universidades



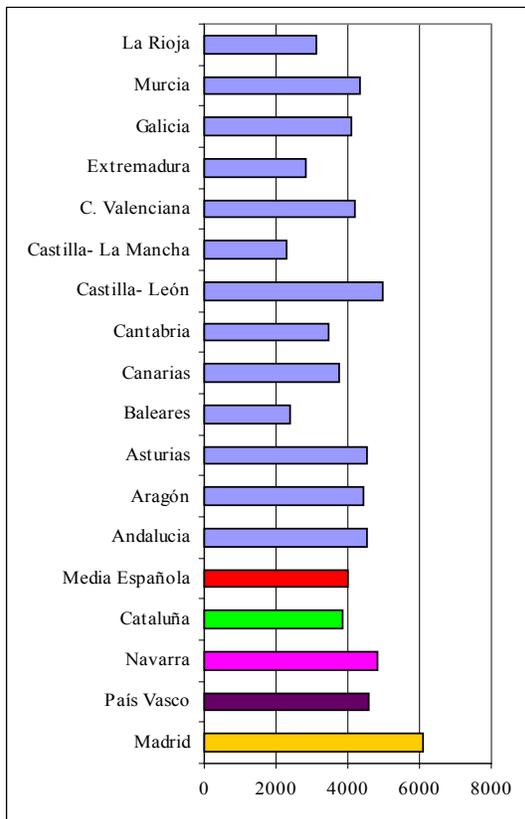
Fuente: Elaboración del IAIF a partir del INE y Miguel et.al.(2001)

Gráfico 22. Gasto interno de las Universidades en I+D respecto al PIBpm



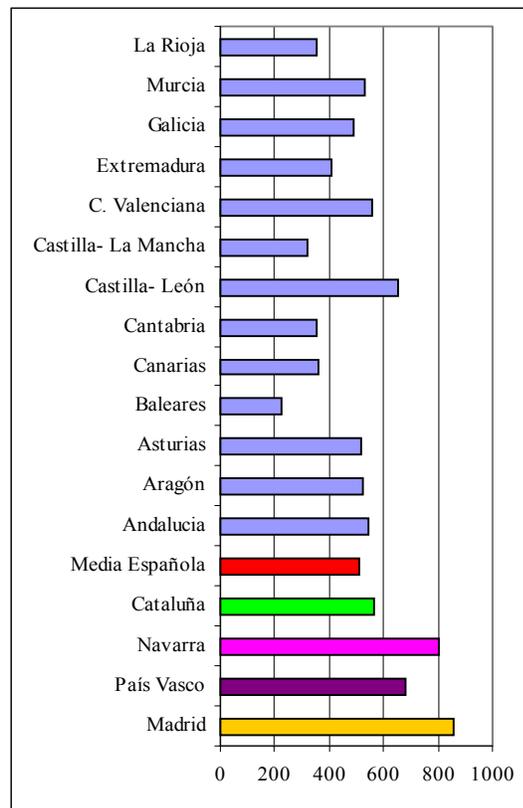
Fuente: Elaboración del IAIF a partir de datos del INE

Gráfico 23. Alumnos matriculados en 1y/o2 ciclo respecto población 16 y más años (cada 100.000 personas)



Fuente: Elaboración del IAIF a partir de datos del INE

Gráfico 24. Alumnos que han terminado 1 y/o 2 ciclo respecto a la población de 16 y más años (cada 100.000 personas)



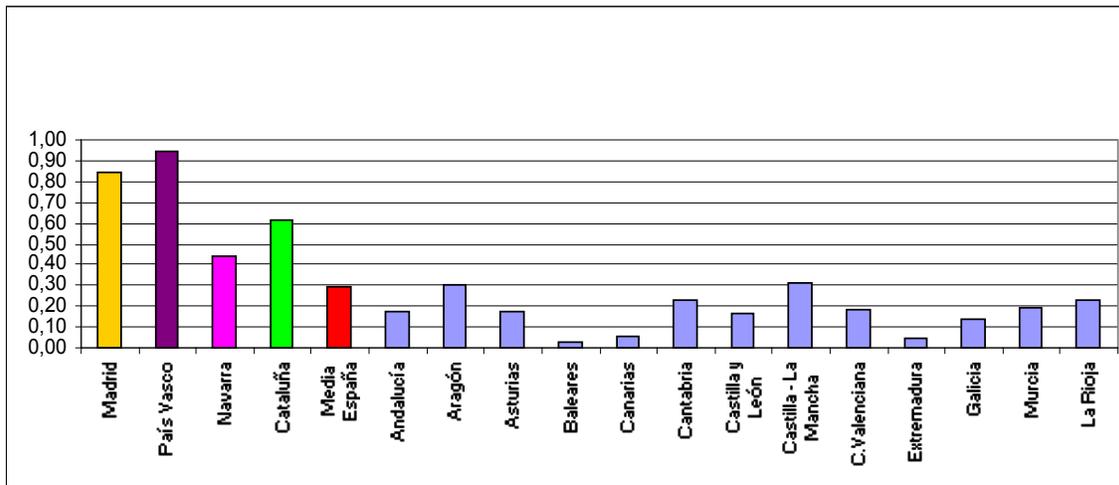
Fuente: Elaboración del IAIF a partir de datos del INE

3.4. Entorno empresarial en los Sistemas de Innovación.

EL cuarto y último factor identificado a través del análisis factorial está relacionado con el mundo empresarial. Los indicadores con un grado de correlación mayor con el factor hacen referencia a los recursos humanos y financieros de las empresas en I+D, así como los centros tecnológicos como elementos de apoyo a las mismas.

El Gráfico 25, muestra las cifras relativas al gasto interno en I+D de las empresas.

Gráfico 25. Gasto interno de las empresas en I+D respecto al PIB pm

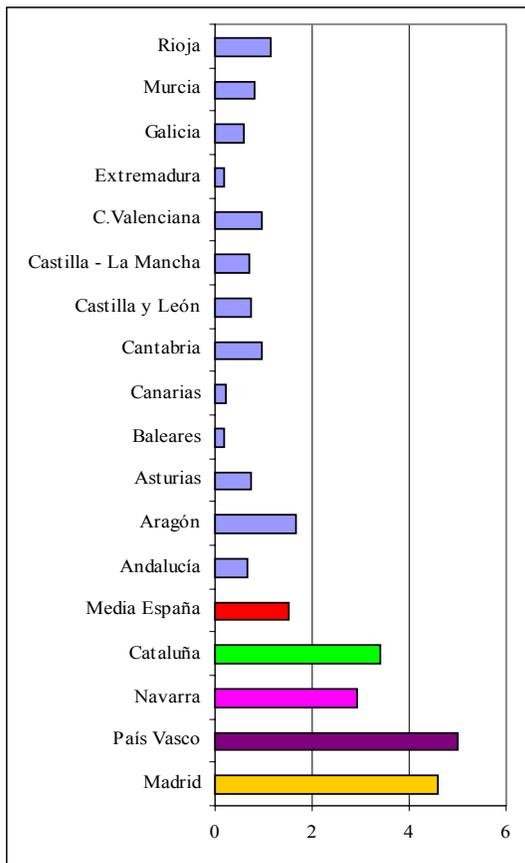


Fuente: Elaboración del IAIF a partir de datos del INE

Se comprueba como es el País Vasco la Comunidad Autónoma 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 de 0,95%, seguido de Madrid con un 0,84%. En tercer y cuarto lugar, se encuentra Cataluña (0,61%) y Navarra (0,44%), ambas superando a la media española para los años 96, 97 y 98 establecida en 0,30 %.

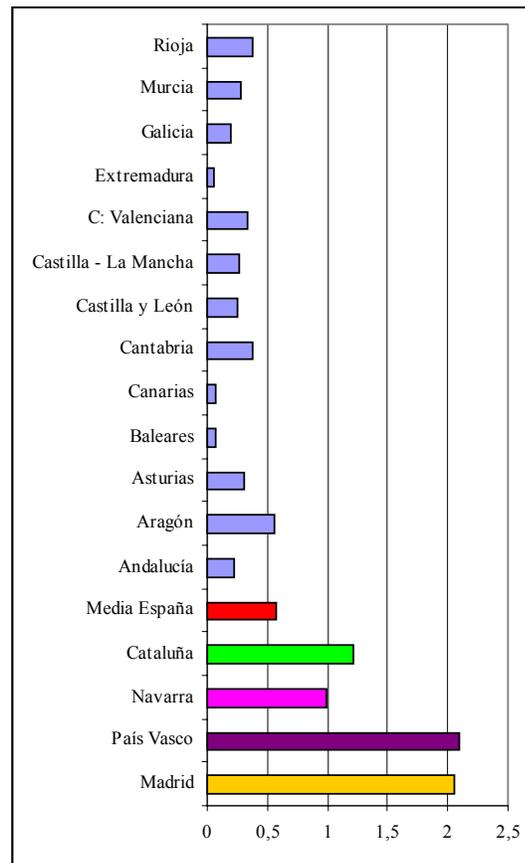
Con respecto a la proporción de personal, así como investigadores de empresas en I+D, los datos aparecen reflejados en los Gráficos 26 y 27. Se vuelve a percibir un resultado muy similar al de los recursos financieros. El País Vasco es la Comunidad Autónoma con un porcentaje más elevado, tanto en personal (5,01 ‰) como en investigadores (2,09 ‰) que se dedican a la I+D. Madrid se sitúa en segunda posición (4,60 ‰, 2,05 ‰) a una distancia considerable y superior de la media española (1,50 y 0,57 respectivamente). Por su parte, Cataluña y Navarra vuelven a presentar unos resultados por encima de las restantes regiones.

Gráfico 26. Personal interno de las empresas en I+D respecto población activa (%)



Fuente: Elaboración del IAIF a partir de datos del INE

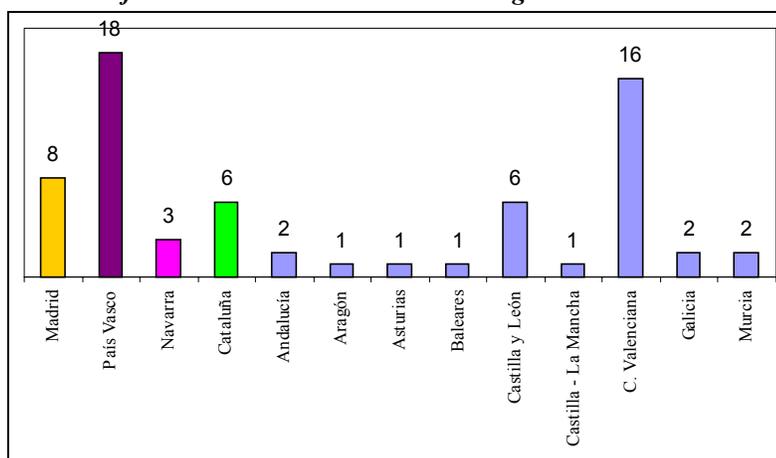
Gráfico 27. Investigadores de empresas en I+D respecto población activa (%)



Fuente: Elaboración del IAIF a partir de datos del INE

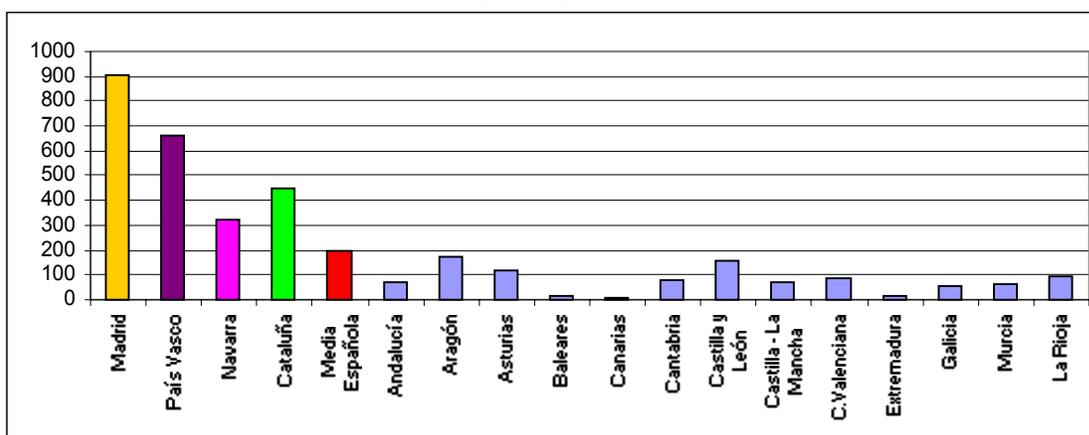
En el caso de la distribución regional de los centros tecnológicos, el resultado que refleja el Gráfico 28 muestra que la región con mayor número de centros de este tipo es el País Vasco con 18. En este punto, se aprecia la presencia importante de la Comunidad Valenciana con 16 centros. Madrid, se sitúa con 8, mientras que Cataluña posee 6.

Gráfico 4.4. Número de centros tecnológicos



Fuente: Elaboración del IAIF a partir de datos FEDIT

Gráfico 29. Stock de capital tecnológico empresarial en I+D (€ 1999) por habitante



Fuente: Elaboración del IAIF a partir de datos del INE

Por último en relación con el stock de capital tecnológico empresarial, los datos aparecen reflejados en el Gráfico 29. Madrid y País Vasco poseen los valores más altos, seguidos de Cataluña y Navarra. Las cuatro Comunidades Autónomas se encuentran por encima de los valores medios para España.

4 CONCLUSIONES

Cada vez más se está concediendo una atención merecida a las relaciones existentes entre innovación, cambio tecnológico y ámbito geográfico regional. Tanto los estudios empíricos, como aquellos de corte más teórico, subrayan la importancia que posee una herramienta de carácter descriptivo como es el *enfoque de los Sistemas Regionales de Innovación*, al ser capaz de identificar y sistematizar la amplia gama de elementos y de interrelaciones que se asocian a los procesos de innovación.

El presente documento ha pretendido contribuir al progreso de este enfoque realizando no sólo una revisión de la literatura sobre el tema en cuestión, sino también de un estudio aplicado al caso concreto de España, utilizando como unidad regional las Comunidades Autónomas. La idea ha sido conectar la teoría con el análisis empírico para determinar y clasificar las regiones, identificando distintos tipos de Sistemas Regionales de Innovación.

A través de los datos proporcionados por diversas fuentes, con un tratamiento estadístico basado principalmente en técnicas multivariantes, complementado por otras con carácter más descriptivo, se ha creado una *tipología de Sistemas Regionales de Innovación a partir de los Recursos y Resultados de los propios sistemas*.

Los resultados obtenidos han determinado para el caso español cinco tipos de Sistemas Regionales que se reúnen en dos grupos:

1. *Sistemas Regionales de primer orden.*

Estos sistemas se encuentran más desarrollados tanto desde el punto de vista de los recursos como de los resultados generados. Las Comunidades Autónomas a las que se alude son: Madrid, País Vasco, Navarra, Cataluña y en una posición fronteriza la Comunidad Valenciana, que se ha optado por clasificar entre aquellos de segundo orden. A su vez, estas regiones poseen características propias que los diferencian del resto.

En el caso de Madrid, la región presenta el Sistema de Innovación más desarrollado de España. Los factores latentes identificados en la investigación poseen unos valores en todos los casos superiores a la media, sobre todo en aquellos aspectos vinculados a la Administración Pública en temas de Innovación y Desarrollo. Es un sistema en el que los recursos utilizados son abundantes y los resultados favorables. Las economías de aglomeración derivadas de la capitalidad de España, probablemente le otorgan un estatus diferente al del resto de Comunidades Autónomas.

Dentro de la Comunidad Autónoma del 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, situándolo en estos aspectos a la cabeza de las regiones españolas. No obstante, los resultados cuantificables del sistema a través de las patentes, o de los propios outputs del sistema universitario, sobre todo este último, no le denotan en una posición tan aventajada.

En Navarra, la situación es también llamativa. Su Sistema Regional de Innovación se encuentra muy desarrollado en aquellos aspectos ligados al ámbito universitario, tanto desde el punto de vista de los recursos como de los resultados que le concede una diferencia notable frente al resto de regiones. También es positiva, pero de menor relieve la situación empresarial. Sin embargo, los restantes factores latentes no muestran dicho 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.

El caso de Cataluña, también presenta unas características singulares. Dicha región se encuentra en la delantera en aquellos elementos que configura el llamado *entorno de la innovación*, y que afectan no sólo de forma directa, sino también indirectamente a la misma. Pero es un sistema en el que los elementos de la investigación universitaria y de la innovación empresarial son todavía insuficientes. Por eso se ha conceptualizado como Sistema Emergente, considerándolo dentro de los de primer orden.

2. *Sistemas Regionales de segundo orden*

Dentro de este grupo se incluyen las restantes Comunidades Autónomas que, en todo los factores, obtienen puntuaciones negativas. 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 se debe a problemas estructurales

como, por ejemplo, la insuficiencia de las empresas para identificar las necesidades de innovación, la existencia de sectores tradicionales con escasa orientación hacia la innovación, y la falta de una verdadera cultura en estos temas.

En resumen, en lo relativo a los Sistemas de Innovación, se puede percibir una estructura heterogénea en España, donde las debilidades y fortalezas de las regiones difieren entre sí. Estos contrastes por regiones deberían ser tenidos en cuenta por parte de los agentes responsables de las políticas, para el mejor funcionamiento del sistema en su conjunto.

ANEXO I

En este anexo se detalla el procedimiento seguido para la obtención de los indicadores y variables utilizadas en la investigación.

1. INDICADORES RELACIONADOS CON LAS EMPRESAS

Como se señala en el trabajo, las empresas son elementos centrales en los Sistemas Regionales de Innovación, ya que son, por un lado, fuentes de aprendizaje de los sistemas, y por otro, instrumentos generadores de conocimiento y resultados materializados tanto en productos como procesos.

En este apartado se han incluido aquellos indicadores que muestran el comportamiento de estas unidades a nivel regional en el ámbito de la I+D. Los mismos pueden ser consultados en la base de datos existente en el *Instituto de Análisis Industrial y Financiero* (IAIF) de la Universidad Complutense de Madrid, creada para tal efecto, así como en el Informe de Investigación nº1, Febrero de 2001, *Indicadores del Sistema Regional de Innovación basados en las Estadísticas de I+D*, IAIF, y en el Informe de Investigación nº 2, Marzo de 2001, *Estimación del Stock de Capital Tecnológico: Comparación en el marco europeo*, IAIF, ambos relativos al Programa de Indicadores de la Ciencia y la Tecnología en la Comunidad de Madrid, donde se ofrece una información más detallada.

La elaboración de los datos ha sido realizada a partir de las *Estadísticas de I+D* recogidas por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Estas estadísticas se refieren, de una forma agregada, a los recursos financieros y humanos que se utilizan en este ámbito en cada una de las Comunidades Autónomas. Las series permiten elaborarse haciendo referencia al total regional y cada uno de los sectores institucionales que aquí se han definido: Empresas, Administración Pública y Universidades.

Partimos de la noción de que dichas estadísticas contienen todavía problemas metodológicos y quizás no son capaces de recoger todos los aspectos que debieran ser cuantificables en la innovación (innovación organizacional, medición de intangibles...). En Buesa et. al (2001), se realiza un análisis detallado de los principales inconvenientes de las Estadísticas de I+D. Siguiendo a Patel y Pavitt (1995), destacan los siguientes hechos:

- Los indicadores basados en la I+D sólo se refieren a uno de los inputs de las actividades que pueden dar lugar a innovación tecnológica (no se incluyen otras actividades importantes como la ingeniería de producción)
- Los indicadores de I+D no proporcionan información sobre la eficacia de los recursos destinados; se minusvaloran las actividades de las empresas pequeñas y de los países o regiones menos desarrollados.
- Se infravaloran las actividades ligadas a las tecnologías de producción
- Se infravaloran igualmente las actividades tecnológicas ligadas al procesamiento de la información.

A pesar de estos aspectos, la información proporcionada por las mismas, no puede ser desestimada en una investigación de este tipo.

A continuación se señalan los indicadores vinculadas a la empresa, media de los años 1996, 1997 y 1998:

- *Gasto interno de las Empresas en I+D sobre el PIB (%) a precios de mercado. (millones de € de 1999).* La serie del *gasto interno en I+D de las empresas* es obtenido directamente partir de los datos originales del INE, deflatando las cifras en pesetas con el índice de precios implícitos del PIB y posteriormente transformándolos en euros. Sin embargo, en el caso de este indicador en concreto (*gasto en I+D de las empresas respecto al PIB*), la serie es publicada directamente para las cifras globales regionales, es decir, no se diferencia por empresas, administración pública, y universidades, por lo que ha sido preciso estimar el indicador correspondiente a cada uno de los sectores, en este caso las empresas²⁹, a partir de la participación de cada uno de ellos en el gasto total en I+D.
- *Personal interno en equivalencia dedicación plena(EDP) de las Empresas en I+D como tanto por mil de la población activa.* El INE proporciona directamente el *número de personas ocupadas en I+D en empresas, equivalencia a dedicación plena (EDP)*, pero al igual que ocurría anteriormente, para el indicador que relaciona dicho personal con la población activa, ha sido necesario estimar los valores a un nivel más desagregado institucionalmente con un procedimiento similar al anterior.
- *Investigadores de las Empresas en I+D (EDP) como tanto por mil de la población activa.* Para el caso de los investigadores en relación con la población también se han estimado los valores correspondientes a los valores institucionales.
- *Stock de capital tecnológico empresarial en I+D (millones de € 1999).* El stock de capital tecnológico hace referencia al “conjunto de conocimientos que se han venido obteniendo a lo largo del tiempo, agregando en él la experiencia adquirida en la realización de actividades de I+D y restando los elementos que se quedan obsoletos o carecen de posibilidad para su aplicación”. Tal representación puede realizarse mediante una función que recoja acumulativamente a lo largo del tiempo los gastos que tienen lugar para financiar dichas actividades, sujetando a un cierto retardo su incorporación al stock, pues puede suponerse que los resultados de esta no son inmediatos. El IAIF ha calculado el stock de capital tecnológico empresarial y el total partiendo de una función de este tipo:

$$T_t = \sum w_i \cdot \text{GID}_{t-1}$$

En la que T significa el stock de capital tecnológico en un momento determinado (t) y w_i refleja la estructura de retardos temporales con los que se

²⁹ Siempre que se haga referencia a los sectores institucionales, éstos serán las Empresas, Administraciones Públicas y Universidades.

incorpora el gasto en I+D (GID) a dicho stock, así como la tasa de depreciación a que se ve sometida éste.

Para este caso en concreto, la función utilizada ha sido:

$$T_t = (1 - 0,15)T_{t-1} + (0,20 \text{ GID}_{t-1} + 0,30\text{GID}_{t-2} + 0,30\text{GID}_{t-3} + 0,20\text{GID}_{t-4})$$

En la estimación del capital tecnológico (empresarial y total) es preciso adoptar criterios que especifiquen tanto la estructura de los retardos a los que se sujeta la incorporación del gasto en I+D al stock correspondiente, como la tasa de depreciación de éste. Dichos criterios son de carácter convencional ya que se carece de evidencias empíricas que orienten dicho asunto. Aquí se ha seguido las pautas marcadas por el trabajo de Soete y Patel (1985) en su estimación de los stocks de capital tecnológico de Estados Unidos, Japón, Francia, Reino Unido para el periodo 1956-1982. Concretamente, se supone que el gasto en I+D de un año tarda en integrarse dentro del stock cinco años, de manera que lo hace en un 20 por 100 a partir del año posterior a su realización, en otro 30 por 100 durante cada uno de los años siguientes y en el 20 por 100 restante un año después. Con respecto a la tasa de depreciación se fija en un 15 por 100. Adicionalmente es necesario fijar la estimación de stock de capital tecnológico en el año inicial de la serie correspondiente, que en este caso se ha fijado en siete veces el momento de los gastos en I+D del año correspondiente.

- *Stock de capital tecnológico empresarial en I+D (€ de 1999 por habitante):* Este indicador muestra los valores anteriormente descritos, sólo que en este caso relacionados con la población de cada región. Los datos referentes a la población han sido obtenidos de FUNCAS.

2. VARIABLES RELACIONADAS CON LAS ACTUACIONES PÚBLICAS VINCULADAS A LA INNOVACIÓN

Al igual que en el caso empresarial, otro de los factores o determinantes en los Sistemas Regionales de Innovación son el conjunto de actuaciones públicas que sirven de apoyo al desarrollo científico y tecnológico. Por eso motivo, la investigación debe incluir variables que reflejen aspectos públicos.

Por un lado, se ha contado con datos proporcionados por las *Estadísticas de I+D*, INE. Estos, hacen referencia a los mismos aspectos anteriormente señalados en el caso empresarial: Recursos humanos, financieros y stock científico, en I+D vinculados a temas de la Administración Pública. Por otro lado, también se ha podido contar con los datos proporcionados por el CDTI, que reflejan las actuaciones de dicho centro a nivel regional.

Las cifras con las que se ha trabajado pueden ser consultados en la base de datos existente en el *Instituto de Análisis Industrial y Financiero* (IAIF) de la Universidad Complutense de Madrid, así como en el Informe de Investigación nº1, Febrero de 2001, *Indicadores del Sistema Regional de Innovación basados en las Estadísticas de I+D*, IAIF, y en el Informe de Investigación nº 6, Marzo de 2001: *Las ayudas a la Innovación empresarial gestionadas por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial*, IAIF,

ambos relativos al Programa de Indicadores de la Ciencia y la Tecnología en la Comunidad de Madrid, donde se ofrece una información más detallada.

A continuación se describen los indicadores utilizados en el trabajo:

2.1. Indicadores relacionadas con la Administración Pública.

- *Gasto interno de la Administración Pública en I+D sobre el PIB (%) a precios de mercado.* La fuente original son las *Estadísticas de I+D* del INE, y el procedimiento de obtención ha sido a través de estimaciones, como en el caso empresarial ya descrito.
- *Personal de la Administración Pública (EDP) en I+D como tanto por mil de la población activa.* El procedimiento de obtención de dicho indicador ha sido el mismo que en caso empresarial.
- *Investigadores de la Administración Pública en I+D (EDP) como tanto por mil de la población activa.* Esta serie se ha estimado para el sector institucional de la Administración Pública
- *Stock de capital tecnológico científico en I+D (€ de 1999 por habitante):* Como stock de capital tecnológico científico se ha utilizado por definición aquella parte del stock de capital tecnológico que no se debe al papel jugado por las empresas³⁰. El procedimiento de estimación ha sido el mismo que en el caso empresarial (Soete, Patel, 1985). Los datos se muestran en términos constantes de 1999.
- *Stock de capital tecnológico científico en I+D (€ de 1999 por habitante):* Este indicador muestra las cifras con el matiz de encontrarse relacionadas con la población de la Comunidad Autónoma. Los datos de la población, nuevamente han sido obtenidos de FUNCAS.

2.2 Variable relacionada con la Política Tecnológica

- *Proyectos Nacionales aprobados por el CDTI (millones € de 1999).* El Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), organismo vinculado al Ministerio de Ciencia y Tecnología, se ha consolidado como una institución clave en la promoción de la innovación y el desarrollo tecnológico empresarial español. Cuenta con una capacidad de financiación importante alrededor del 7% español, de los gastos de I+D empresarial en España, y ocupa una posición central como gestor de la política tecnológica española, europea e internacional. Gestiona gran parte de los fondos que el gobierno central ha destinado a la promoción de la innovación en empresas, y promueve y coordina la presencia empresarial española en buena parte de los programas internacionales de la I+D.

³⁰ Se ha calculado a través de la diferencia entre el stock de capital tecnológico total y el stock de capital tecnológico empresarial.

Es por ello, que siendo considerado como uno de los organismos principales para el fomento de la innovación tecnológica de las empresas con actividades nacionales e internacionales, no puede pasarse por alto su papel en los Sistemas Regionales de Innovación españoles constituyendo una de las partes más importantes de la política tecnológica de nuestro país. En esta investigación se han utilizado los proyectos financiados por el CDTI, expresados en millones de euros de 1999.

3. VARIABLES RELACIONADAS CON LA INFRAESTRUCTURA DE SOPORTE A LA INNOVACIÓN.

Como ya se ha mencionado, dentro del concepto de Infraestructura de Soporte a la Innovación, se incluyen todas aquellas entidades, tanto de carácter público como privado, creadas para facilitar la actividad innovadora.

Los indicadores y variables relativos a estos temas se estructuran en tres apartados dentro de la investigación.

3.1. Recursos y resultados de las universidades.

Los recursos de la universidad hacen referencia tanto al ámbito financiero como humano, y la fuente estadística original, al igual que en el caso empresarial y de la Administración Pública, han sido *las Estadísticas de I+D*, INE. Los indicadores son:

- *Gasto interno de las Universidades en I+D sobre el PIB (%) a precios de mercado. (millones de € de 1999).* Dado que el INE sólo proporciona los datos para el total regional, se ha calculado a través de una estimación a este nivel institucional como en el caso de las empresas y la Administración Pública
- *Personal interno (EDP) de las Universidades en I+D como tanto por mil de la población activa.* Igualmente se ha procedido en este caso.
- *Investigadores (EDP) de las Universidades en I+D como tanto por mil de la población activa.* Los datos aquí también son estimaciones.

Por otro lado, a partir de las *Estadísticas de Enseñanza Superior Universitaria*, INE, así como con los datos referentes de la población extraídos de la *Encuesta de Población Activa*, INE, se han calculado los siguientes indicadores relativos a los resultados propios de las universidades españolas de las distintas regiones. Dichos indicadores hacen referencia al ámbito de la universidad tanto pública como privada³¹.

- *Alumnos matriculados tanto en primer como en segundo ciclo respecto a la población de 16 y más años (cada 100.000 habitantes.)*

³¹ La UNED no ha sido incluida dentro de ninguna de las Comunidades Autónomas, dado su carácter especial.

- *Alumnos que han terminado enseñanzas de primer o segundo ciclo respecto a la población de 16 y más años (cada 100.000 habitantes).*
- *Alumnos que se han matriculado de enseñanzas de tercer ciclo(cursos de doctorado y proyectos de investigación) respecto a la población de 16 y más años (cada 100.000 habitantes).*
- *Alumnos que han leído su tesis respecto a la población de 16 y más años (cada 100.000 habitantes)*

3.2 Otras infraestructuras de soporte

Como se ha visto en la revisión literaria, la proliferación de las llamadas instituciones de apoyo a la innovación entre las que se encuentran los Centros Tecnológicos ha venido influida por las ideas impulsadas desde el pensamiento evolucionista acerca de los procesos de innovación y cambio tecnológico.

Para esta investigación se ha contado con indicadores que muestran el panorama español de los centros tecnológicos a nivel regional, a partir de los datos obtenidos de cada uno de los centros asociados a la *Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología (FEDIT)*. Dichos datos han sido publicados en el año 2000, por lo que en este caso, no se ha calculado la media de 1996, 1997 y 1998:

- *Distribución regional de los centros tecnológicos en España.* Se muestra el número de entidades registradas en FEDIT por Comunidades Autónomas.
- *Ingresos anuales de los centros tecnológicos en tanto por cien del gasto regional en innovación del sector industrial.* Dicho indicador sirve para medir la importancia de los centros tecnológicos en materia de innovación en la región. Para calcular dicho indicador se han utilizado adicionalmente los datos proporcionados por el INE en I+D.
- *Personal en plantilla de los centros tecnológicos en tanto por cien de los ocupados de la región.* Este indicador completa la información de los anteriores en lo relativo a los Centros Tecnológicos.

3.3. Otros indicadores

Se han incluido aquí indicadores elaborados a partir de la información que muestran las *Estadísticas de I+D*, INE sobre los recursos humanos con los que cuentan las regiones en materia de ciencia y tecnología³²:

³² Una información más detallada del tema al respecto sobre este tipo de indicadores aparece en Buesa, M; Casado, M; Heijs, J, *et.al*, (2002): *El sistema Regional de I+D+I de la Comunidad de Madrid*. Ed. Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid. Dirección General de Investigación y en el Informe de Investigación nº 8, Febrero de 2002, *Indicadores de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología*, relativo al Programa de Indicadores de la Ciencia y la Tecnología en la Comunidad de Madrid. IAIF.

- *Distribución regional de los recursos humanos en Ciencia y Tecnología (RHCT) respecto a la población de 16 y más años.* Los RHCT se definen a partir de la unión de dos conjuntos. Por un lado, el formado por las personas con formación de tercer grado, ya estén ocupadas en actividades de ciencia y tecnología (RHCTC), en otras actividades, desempleadas o inactivas; y por otro lado, por el conjunto que forman los Recursos humanos ocupados en ciencia y tecnología (RHCTO) compuesto a su vez tanto por las personas con formación de tercer ciclo, como por aquellas que no lo poseen, pero que se encuentran ocupados en ciencia y tecnología.
- *Tasa de utilización de recursos humanos en Ciencia y Tecnología.* Esta tasa se define a partir del ratio:

$$(RHCTO/RHCT)* 100$$
- *Calidad de los recursos humanos en Ciencia y Tecnología.* Se define como:

$$(RHCTC/RHCT)* 100$$

4. VARIABLES RELACIONADAS CON EL ENTORNO REGIONAL Y GLOBAL DE LA INNOVACIÓN.

Ya se ha señalado como el entorno regional de la innovación incluye elementos de origen diverso que influyen sobre las capacidades tecnológicas y de innovación de la región. Los datos aquí manejados se estructuran en torno a cinco apartados y pueden ser consultados en la base de datos del *IAIF*.

4.1. Estructura productiva.

La estructura productiva se ha definido a partir del Valor Añadido Bruto generado por la Industria, así como las exportaciones³³ realizadas por la región.

En el caso de la Industria, la fuente estadística originaria ha sido *la Contabilidad Regional de España*, publicada por el INE. Estos datos relativos a la Industria se encuentran desagregados originalmente en 12 Ramas de actividad:

- Alimentación, bebidas y tabaco
- Textil, confección, cuero y calzado
- Madera y corcho
- Papel, edición, artes gráficas
- Industria química
- Caucho y plástico
- Otros productos y minerales no metálicos
- Metalurgia y productos metálicos
- Maquinaria y equipo mecánico

³³ En este trabajo no se han incluido las importaciones derivadas de la falta de fiabilidad con la que se contaba en dichas estadísticas.

- Equipo eléctrico, electrónico y óptico
- Fabricación de material de transporte.
- Industrias manufactureras diversas

Debido a esta a desagregación, no se ha podido llevar a cabo la distribución por áreas de la OCDE:

- alta tecnología
- media-alta tecnología
- media-baja tecnología
- baja tecnología

En su lugar se ha procedido a realizar una distinción únicamente en dos grupos:

- 1) Alta y media tecnología: Industria química; Maquinaria y equipo mecánico; Equipo eléctrico, electrónico y óptico; Fabricación y material de transporte.
- 2) Baja Tecnología: El resto

En la estructura productiva, también se han incluido el comportamiento exportador de las regiones. Los datos han sido elaborados por el IAIF, a partir del *Fichero Territorial del Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales*, definiéndose por exportación “ *las operaciones a través de las cuales un producto originario o elaborado en una región se vende fuera de España*”. La Clasificación por sectores tecnológicos se ha hecho en base a la propia de la OCDE:

- Alta y media-alta tecnología
- Media – baja tecnología
- Baja tecnología.

De esta forma, los indicadores relativos a la estructura productiva son:

- *VAB a precios básicos en Industrias de Alta y Media Tecnología (millones € 1999)*
- *VAB a precios básicos Industrias de Baja Tecnología (millones € 1999)*
- *Empleados industria Alta y Media Tecnología (miles de personas)*
- *Empleados industria Baja Tecnología (miles de personas)*
- *Exportaciones Industria Alta y Media-alta Tecnología (millones €1999)*
- *Exportaciones Industria Media-Baja Tecnología(millones € 1999)*
- *Exportaciones Industria Baja Tecnología (millones € 1999).*

4.2. Sistema Financiación capital riesgo

En el contexto actual de la innovación, cada vez se otorga una mayor importancia al mercado de capital-riesgo, ya que se considera necesario para favorecer la promoción de nuevas empresas innovadoras 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 engloba “*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 agents”. En esta investigación sólo se han incluido las primeras, ya que se carece de datos a cerca de los segundos.

Los datos han sido obtenidos a partir de *Marti, J (2001)* y son los siguientes:

- *Inversión capital-riesgo (millones € de 1999)*
- *Distribución de la Inversión capital-riesgo por CCAA (%)*

4.3. Tamaño de la región

- *PIB millones de euros de 1999*. Dicha variable es ofrecida por Instituto Nacional de Estadística.

4.4. Conocimiento acumulado.

El conocimiento acumulado a quedado representado a través de dos tipos de indicadores: por un lado, el relativo a las patentes; y por otro, a través del cálculo de un indicador con el fin de medir la calidad de las universidades:

- *Patentes:* Las patentes constituyen una medida del output de la actividad tecnológica. Su uso conlleva una serie de ventajas entre las que destacan, la disponibilidad de datos regularmente obtenidos y con serie temporales largas, comparabilidad internacional, reflejo de la obtención de tecnologías nuevas y de las innovaciones incrementales, así como el detalle por agentes y campos tecnológicos. No obstante, también existen limitaciones en su uso entre las que conviene mencionar, la exclusión casi total de los resultados de la investigación de carácter científico, el no reflejo del éxito o impacto tecnológico, y las diferencias en la calidad individual de cada patente.

Para este trabajo, los datos han sido elaborados por el IAIF a partir de la información proporcionada por la *Oficina Española de Patentes (OEPM)* y *Marcas* y la *Oficina Europea de Patentes (EPO)*, respectivamente

- *Media de patentes españolas por CCAA (número)*
- *Media de patentes de carácter europeo por CCAA (número)*
- *Tato por cien que representan las patentes solicitadas en España por CCAA*
- *Tanto por cien que representan las patentes solicitadas a nivel europeo por CCAA.*
- *Índice de calidad de las Universidades:* Este índice tiene una gran importancia en una investigación de este tipo por dos motivos. Por un lado, la medición de la calidad universitaria a través del mismo, permite introducir dentro del modelo una medida de la eficiencia de las investigaciones realizadas por las universidades, factor que incide de manera directa en el nivel de innovación. Por otro lado, el nivel de enseñanza superior también repercute en la calidad del capital humano del sistema científico y tecnológico, que absorbe un elevado porcentaje del gasto en I+D, y que por tanto, afecta de forma indirecta en la

innovación. De esta forma, dicho índice ayuda a valorar la calidad de los recursos humanos, que hasta ahora ha sido incluida en su vertiente cuantitativa. El inconveniente de este indicador resulta obvio: no tiene en cuenta la movilidad geográfica de los licenciados, es decir, da por supuesto que la gran mayoría de los licenciados trabajan en la comunidad en la que han cursado sus estudios. En un reciente estudio Porter, Sachs et al (2002) han soslayado este problema introduciendo una variable que mide la capacidad de una región para retener a sus ingenieros y científicos, lo que, sin embargo, resulta de momento imposible para el caso español dado que no existen datos que recojan la movilidad intra-regional según el nivel de educación.

En el IAIF se ha calculado el índice de la calidad investigadora universitaria de las regiones en base al índice investigador elaborado por de Miguel, Caïs y Vaquera (2001) de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Índ}_\text{ Investigador} = \frac{(FET * 2 + PRO * 10 + LBE * 2 + MPR / 2 + TDE * 15 + ETC)}{40}$$

donde:

- FET: Centros con carreras largas (en números absolutos)
- PRO: Tasa de profesorado (según el tamaño de la universidad)
- LBE: Libros de biblioteca (por estudiante)
- MPR: Mujeres profesoras (% del total de profesorado)
- TDE: Títulos de doctor concedidos (por cada mil estudiantes)
- ETC: Estudiantes que terminan la carrera en los años justos (en % de los que empezaron)

Dado que en la citada obra sólo figura el índice investigador de las universidades públicas, se ha calculado e incluido el índice investigador de las siguientes universidades privadas “históricas”, para las que están disponibles todos los datos necesarios: Universidad de Deusto, Universidad de Navarra, Universidad Pontificia Comillas, Universidad Pontificia de Salamanca y Universidad Ramón Llull. Por otra parte, hemos optado por sacar de la lista a la UNED, que bajaba de forma significativa la media de Madrid (la media de las universidades de la Comunidad de Madrid se sitúa en 7,37, mientras que la UNED presenta un valor de 1,9).³⁴

³⁴ La UNED suele adscribirse geográficamente a Madrid, lo que ignora el hecho que, al tratarse de una universidad a distancia, tiene alumnos en todas las provincias españolas, por lo que sería más correcto computarla a cada Comunidad Autónoma en proporción al número de alumnos residentes en las respectivas comunidades. Por otra parte, el índice investigador de la UNED es poco representativo: p.e. a la hora de comparar el número de alumnos que iniciaron estudios en la UNED en 1996 (26.228) frente a los 3.021 que acabaron sus estudios en ese mismo año, y eso sin tener en cuenta el número de ellos que la acabaron en el número de años previstos. Conviene recordar, que la UNED persigue una función *social* distinta a la del resto de las universidades.

Para reflejar el peso de cada universidad dentro de la Comunidad Autónoma respectiva, se ha optado por ponderar el índice investigador de cada universidad por el porcentaje de licenciados de dicha universidad respecto al total de licenciados de la CA, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$CUR_{CA,t} = \sum_{CA,t} \frac{Ind_{U,t} * Lic_{U,t}}{Lic_{CA,t}}$$

donde:

$CUR_{CA,t}$: Calidad Universitaria Regional (Índice Investigador) de la Comunidad (CA) en el año (t). Los datos empleados son todos referidos al año 1996.

$Ind_{U,t}$: Índice Investigador de la universidad (U), año (t).

$Lic_{U,t}$: Número de licenciados s de la universidad (U) año (t)

$Lic_{CA,t}$: número total de licenciados en la Comunidad (CA), año (t)

4.5. Indicadores Sociales

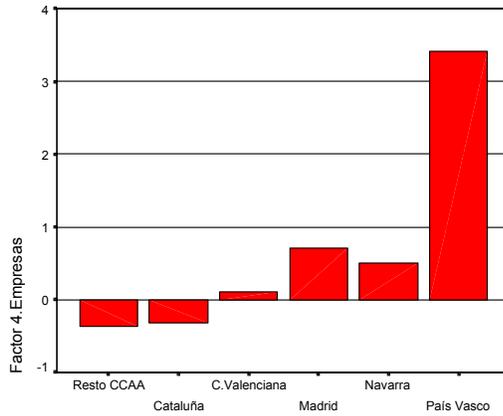
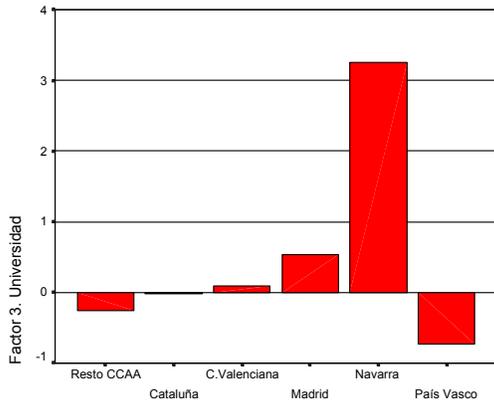
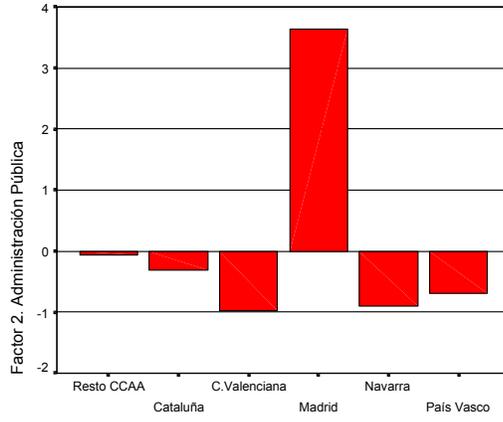
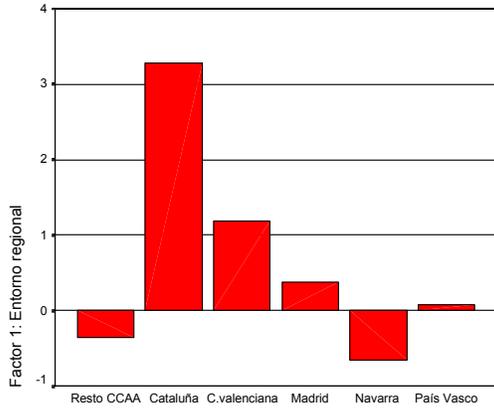
Por último, se han tratado de incluir algunas variables vinculadas a los individuos de las regiones que muestren sus pautas de comportamiento social, así como en cierta forma el nivel cultural. Las variables que se han utilizado han sido obtenidas de la *Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación (AIMC)*. Estos indicadores tienen un carácter horizontal, es decir se muestran los valores porcentuales dentro de la propia Comunidad Autónoma. Los indicadores son:

- *Porcentaje de la CCAA que han usado Internet en el último mes:* Las cifras son la media de los años 1997,1998 por no existir datos al respecto para 1996. Este indicador lo hemos considerado adecuado ya que de alguna forma capta aspectos de la llamada sociedad de al información, que tanta importancia está cobrando en los últimos tiempos.
- *Porcentaje de la CCAA que lee diarios habitualmente.* Aquí se muestra la media de los años 1996, 1997 y 1998 de las distintas regiones.

ANEXO II: ANÁLISIS DE LA VARIANZA CON SEIS GRUPOS CLUSTER

Aquí se incluye la salida ofrecida por el SPSS al realizar el Análisis de la varianza con los cuatro factores identificados, e incluyendo un cluster más formado por la Comunidad Valenciana.

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-----------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| FACTOR1: ENTORNO PRODUCTIVO Y REGIONAL | Inter-grupos | 14.302 | 5 | 2.860 | 18.525 | .000 |
| | Intra-grupos | 1.698 | 11 | .154 | | |
| | Total | 16.000 | 16 | | | |
| FACTOR 2:ADM. PÚBLICA | Inter-grupos | 15.536 | 5 | 3.107 | 73.627 | .000 |
| | Intra-grupos | .464 | 11 | 4,22E+01 | | |
| | Total | 16.000 | 16 | | | |
| FACTOR 3: UNIVERSIDAD | Inter-grupos | 12.276 | 5 | 2.455 | 7.252 | .003 |
| | Intra-grupos | 3.724 | 11 | .339 | | |
| | Total | 16.000 | 16 | | | |
| FACTOR 4: EMPRESAS | Inter-grupos | 14.202 | 5 | 2.840 | 17.374 | .000 |
| | Intra-grupos | 1.798 | 11 | .163 | | |
| | Total | 16.000 | 16 | | | |



BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, M; 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 (varios años)*. Madrid.
- ARROW, K.J. (1962): “The economic implications of learning by doing”. *Review of Economic Studies*, no. 29 (80), pp. 155-173.
- 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.
- BRACZIK, H.J., COOKE, P., HEIDENREICH, R. (eds.) (1996): *Regional Innovation systems*. London. 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.
- BUESA, M., MOLERO, J. (1998): *Economía Industrial de España. Organización, tecnología e internacionalización*. Madrid. Cívitas.
- BUESA, M., MOLERO, J., NAVARRO, M., ARANGUREN, M.J., OLARTE, F. (2001): *Indicadores de la ciencia y la tecnología en la Innovación: Metodología y fuentes para la CAPV y Navarra*. Guipúzcoa. Azkoaga, *Cuadernos de ciencias Sociales y Económicas*, nº. 9,
- BUESA, M., NAVARRO, M., ZUBIAURRE, A. (1997): *La innovación tecnológica en las empresas de las Comunidades Autónomas del País Vasco y Navarra*. San Sebastián. Eusko Ikaskuntzka, *Azkoaga*, nº. 6.
- BUESA, M., CASADO, M. HEIJS, J. GUTIERREZ –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., GUTIERREZ –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., GUTIERREZ –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.,GUTIERREZ –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., GUTIERREZ –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, MARTÍNEZ, M.,GUTIERREZ –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.
- CLARK, N. y JUMA, C. (1988): “Evolutionary Theories in Economic Thought”. En Dosi, *et. al.* (eds) (1988), pp. 197-218.
- COOKE, P., GÓMEZ URANGA, M., ETXEBARRÍA, G. (1997): “Regional Systems of Innovation: Institutional and Organisational Dimensions”. *Research Policy*, nº. 26, pp. 474-491.
- CORIAT, B. y DOSI, G. (1994): *Learning how to govern and learning how to solve problems: on the co-evolution of competences, conflicts and organizational routines*. Mimeo. Tomado de LÓPEZ, A.(1996).
- COTEC (1997): *Documento para el Debate sobre el Sistema Español de Innovación*. Madrid.
- COTEC (1998): *El Sistema Español de Innovación. Diagnósticos y recomendaciones*. Madrid.
- COTEC (1998): *Las Compras Públicas y la Innovación en España*”. Estudio COTEC, nº. 12. Madrid
- COTEC (varios años): *Informe COTEC (varios años). Tecnología e Innovación en España*. Madrid.

- DEPARTAMENTO DE ADUANAS E IMPUESTOS ESPECIALES (varios años): *Fichero territorial de Aduanas e Impuestos Especiales*. Agencia Estatal de la Administración Tributaria. Madrid.
- DOGSON, M. (1993): *Technological collaboration in Industry*. London. Rout ledge.
- DOSI, G. (1984): *Technical Change and Industrial Transformation*. London. Mac Millan.
- DOSI, G. (1988): “Preface”. En Dosi, *et. al.* (eds) (1988), pp. 120-123.
- DOSI, G. (1988): “The nature of innovative process”. En Dosi, *et. al.* (eds) (1988), pp 221-238.
- DOSI, G. y NELSON, R.(1998a): “Evolutionary Theories”. En Arena, R. y Longhi, C. (ed), *Markets and organization*. London .Pinter, pp. 205-304
- DOSI, G. y NELSON, R. (1998b):“An introduction to Evolutionary Theories in Economics”. *Journal of Evolutionary Theories*. Vol. 4, nº.3, pp. 153-172
- DOSI, G. y ORSENINGO, L. (1998): “Coordination and transformation: an overview of structures behaviours and change in evolutionary environments”. En Dosi, *et. al.* (eds) (1988).
- DOSI, G. y SOETE, L. (1988): “Technical change and international trade”. ”. En Dosi, *et. al.* (eds) (1988), pp. 401- 431.
- DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SILVERBERG, G., y SOETE, L. (eds) (1988): *Technical Change and Economic Theory*. London, Frances Printer y New York, Columbia University Press.
- EDQUIST, C.(1995): “Government technology procurement as an instrument of technology policy”. En Teubal, M., Foray, D., Justman, M. y Zuscovitch, E. (eds.). *Technological perspective Policy (TIP): An International perspective*. Dordrecht, Boston, London.. Kluwer. Tomado de FREEMAN, C. (1997).
- EDQUIST, C.(1997): “System of Innovation Approaches. Their Emergence and Characteristics”. En Edquist, C. (eds.) (1997), pp. 1-35.
- EDQUIST, C.(1997): *Systems of Innovation Technologies, Institutions and Organizations*. London. Pinter.
- EDQUIST, C. (2001): “Innovation System and Innovation Policy: the state of the art”. Presentado en *DRUID*, Aalborg, 12-15 Junio.
- EDQUIST, C. y JOHNSON, B. (1997): “Institutions and Organizations in Systems of Innovation”. En Edquist, C. (eds.) (1997), pp. 41-63.

- FAGERBERG, J. (1994): "Technology and international growth rates". *Journal of Economic Literature*, nº.32, pp. 1147- 1174.
- FERRÁN, M. (2001): *SPSS para Windows. Análisis Estadístico*. Madrid. McGraw- Hill.
- FORAY, F. (1991): "The secrets of industry are in the air: industrial cooperation and the organisational dynamics of the innovative firms". *Research Policy*, vol. 20, nº.5, pp. 393-405.
- FREEMAN, CH. (1974): *The Economics of Industrial Innovation*. 2ª ed. (1982). London. Frances Pinter.
- FREEMAN, CH. (1975): *La Teoría económica de la innovación industrial*. Madrid. Alianza Editorial.
- FREEMAN, CH. (1987): *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London. Pinter.
- FREEMAN, CH. (1994): "The Economics of technical change". *Cambridge Journal of Economics*, nº. 18, pp 463- 514.
- FREEMAN, CH. (1995): "The National System of Innovation in Historical Perspective". *Cambridge Journal of Economics*, nº.19, pp. 5-24.
- FREEMAN, CH. (1997): "Technical Change and Economic Theory". En Heertje, A. (eds.) *The makers of modern economic*, vol. 3. Cheltenham, UK. y Lyme, pp. 74-95.
- FREEMAN, CH. (1998): "Introduction". En Dosi, *et. al.* (eds.)(1988), pp 1-8.
- FREEMAN, CH. y PÉREZ, C. (1988): "Structural crisis of adjustment: business cycles and investment behaviour. ". En Dosi, *et. al.* (eds) (1988), pp. 38-66.
- FREEMAN, CH., SOETE, L. (eds.) (1997): *The Economic of innovation*. The MIT Press.
- 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.
- INE (varios años): *Contabilidad regional de España (varios años)*. Madrid.
- INE (varios años): *Encuesta de Población Activa (varios años)*. Madrid
- INE (varios años): *Estadística de Enseñanza Superior Universitaria (varios años)*. Madrid.
- INE (varios años): *Estadística sobre las actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D) (varios años)*. Madrid.

- JEWKES, J., SAWERS, D., STILLERMAN, A. (1958): *The Source of Invention*. London and New York, Mac Millan (revised edition 1969). Tomado de FREEMAN, C. (1994).
- JOHNSON, B. (1992): "Institutional learning". En Lundvall, B.A. (eds.) (1992) pp. 23-44.
- JOHNSON, B. (2001): "Functions in Innovation System Approaches". Presentado en *DRUID*, Aalborg, 12-15 Junio.
- KELLEY, M.B. y BROOKS, H. (1991): "External learning opportunities and diffusion on process innovations to small firms: the case of programmable automation". En Nakicenovic, N. y Grübler, A. (eds.) (1991). Tomado de FREEMAN, C. (1994).
- KLINE, S., y ROSENBERG, N. (1986): "An overview of process of Innovation". En Landau and Rosenberg (eds.): *The positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. Washington DC. National Academy Press, pp. 275-305.
- KOSCHATZKY, K. (1998): "Firm innovation and region: the role of space in innovation processes". *International Journal of Innovation management*, vol.2, no.4, pp. 383-408.
- KOSCHATZKY, K., KULICKE, M., 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, pp1-24. Tomado de LANDABASO, M. (1997).
- LANDABASO, M., OUGHTON, C., MORGAN, K. (1999): "Learning regions in Europe: Theory, Policy and Practice through the RIS". Presentado en 3er International Conference on Technology and Innovation Policy. Austin, USA, 30 agosto, 2 septiembre.
- LIST, F. (1841): *The National System of Political Economy*. English translation. London. Longman (1904). Tomado de FREEMAN, C. (1994) y FREEMAN, C. (1995).
- LIU, X., WHITE, S. (2000): "Comparing Innovation Systems: A Framework and Application to China's transitional Context". Mimeo, Beijing and Hong Kong. Tomado de EDQUIST, C. (2001)
- LÓPEZ, A. (1996): "Las ideas evolucionistas en economía: Una visión en conjunto". *Revista Buenos Aires Pensamiento Económico*. No 1. www.fund_cenit.org.ar.
- LUCAS, R. (1988): "On the Mechanics of Economic Development". *Journal of the Monetary economics*, nº. 22, Julio, pp. 407-437.

- LUCAS, R. (2000): "Some Macroeconomics for the 21st series". *Journal of Economic perspective*, vol.14, n^o. 1, winter, pp. 159-168.
- LUNDVALL, B.A. (1988): "Innovation and Interactive process: from user-producer interaction". En Dosi, *et. al.* (eds.) (1988), pp. 349-370.
- LUNDVALL, B. A. (1992): "Introduction". En Lundvall, B. A.(eds.) (1992) pp. 23-44.
- LUNDVALL, B.A. (1992): *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive learning*. London. Pinter.
- LUNDVALL, B.A. (1985): "Product innovation and user-producer interaction". *Industrial development Research series*, vol. 31. Aalborg, Aalborg University Press.
- LUNDVALL, B.A., JOHSON, B., ANDERSEN, E.S., DALUM, B. (2001): "National systems of production, innovation and competence-building". Presentado en *DRUID*, Aalborg, 12-15 Junio.
- MALERBA y ORSENINGO, L., (1995): "Schumpeter Patterns of innovation". *Cambridge Journal of Economist*, vol. 19, pp. 47-66.
- MARSDEN, D. (1993): "Skill flexibility, labour market structure, training system and competitiveness". En Foray, D. y Freeman, C. (eds.). Tomado de FREEMAN, C. (1994).
- MARSHALL, A. (1925): "Mechanical and biological analogies in economics". En Pigou, A. (eds), *Memories of Alfred Marshall*, London, Mac Millan. Tomado de CLARK, N. y JUMA, C. (1988).
- MARTÍ, J. (2001): *Capital Inversión en España 2000*. Civitas. Madrid
- MIGUEL, J., CAÏS, J., VAQUERA, E. (2001): *Excelencia: calidad de las universidades españolas*. CIS. Madrid.
- MOLERO, J. (1994): "Desarrollos actuales de la teoría del cambio tecnológico: Tipologías y modelos organizativos". *Información Comercial Española*, n^o. 726, febrero, pp. 7-22.
- MORGAN, K. (1997): "The learning region: institutions, innovation and regional renewal. *Regional Studies*, vol.31, no.5, pp. 491-503.
- MORGAN, K., NAUWELAERS, C. (eds.) (1999): *Regional Innovation Strategies*. London. The Stationery Office.
- NAVARRO, M. (2001): *Los Sistemas Nacionales de Innovación: Una revisión de la literatura*. Documento de trabajo n^o. 26, octubre, IAIF. Universidad Complutense. Madrid.

- NAVARRO, M. (2002): “ El marco conceptual de los Sistemas de Innovación Nacionales y Regionales”. *Madri+d.*, Monografía nº4. pp.87-102.
- NELSON, R.R. (1985): “Institutions supporting technical advance in industry”. *American Economic Review*, vol. 75. pp. 186-189.
- NELSON, R.R. (1991): “Recent writings of competitiveness: boxing the compass”. *CCC (Consortium on Competitiveness and Cooperation)*. Working paper nº. 18. Centre for Research in Management. University of California at Berkley. Tomado de EDQUIST, C. y JOHNSON, B. (1997).
- NELSON, R.R. (1992): “National Innovation systems. A retrospective on a study”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 1, nº.2, pp. 347-374.
- NELSON, R.R. (1993): “A retrospective”. En Nelson, R. (eds) pp. 505- 523.
- NELSON, R.R. (eds.) (1993): *National Innovation Systems: A Comparative Study*. New York. Oxford University Press.
- NELSON, R.R.(1995): “Recent evolutionary theorizing about economy change”. *Journal of Economic Literature*. Vol. 33, marzo. Tomado de LÓPEZ, A(1996)
- NELSON, R.R. y ROSENBERG, N. (1993): “ Technical innovation and national system”. En Nelson, R. (eds) pp. 3-21.
- NELSON, R.R. y WINTER, S. (1977): “In Search of a Useful Theory of Innovation”. *Research Policy*, nº. 6, pp.36-76.
- NELSON, R.R. y WINTER, S. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge. Harvard University Press.
- OCDE (1992): *Technology Economy. The key relationships*. Ed. OCDE.
- OECD (1997): *OECD proposed guidelines for collecting and interpreting innovation data. The Oslo Manual*. París.
- OECD (1999): *Managing National Innovation Systems*. París.
- ORSENINGO, L. (1993): “The dynamics of competition in a science-based technology: the case of biotechnology”. En Foray, D., Feeman, C., (eds.). Tomado de FREEMAN, C. (1994).
- PAVITT, K. (1990): “What we know about the strategic management of technology?”. *California Management Review*, vol. 32, pp. 3-26.
- PAVITT, K. (1993): “What do firms learn from basic research”. En Foray, D.y Freenman, c (eds) (1993). Tomado de FREEMAN, C. (1994).

- PORTER, M.E. (1990): *The Competitive Advantage of Nation*. London. Mac Millan.
- PORTER, M.E., SACHS, J.D., CORNELIUS, P.K., McARTHUR, J.W. y SCHWAB, K. (2002). *The Global Competitiveness Report*. New York. Oxford.
- RICKNE, A (2001): “Assessing the Functionality of an Innovation System”. Presentado en *DRUID*, Aalborg, 12-15 Junio.
- ROMER, P. (1986): “Increasing returns and long-run growth”. *Journal Political Economy*, vol.94, nº.5, pp. 1002-1037.
- ROSENBERG, N. (1982): *Inside the Black Box*. Cambridge. Cambridge University Press.
- ROSENBERG, N. (1990): “Why do firms do basic Research with their own money?”. *Research Policy*, vol.19, nº.2, pp. 165-175.
- ROTHWELL, R. (1992): “ Successful Industrial Innovation: Critical factors for the 1990’s”. SPRU 25th Anniversary, Brighton, University of Sussex. Reprinted in *R&D Management*, vol. 22, nº.3, pp.221-239.
- ROTHWELL, R., et. al. (1994): “SAPPHO updated-project SAPPHO phase II”. *Research Policy*, nº. 3, pp. 259-291.
- SÁNCHEZ, P et. al. (2000): *El capital humano en la nueva sociedad del conocimiento. Su papel en el sistema español de Innovación*. Madrid. Círculo de Empresarios.
- SCHUMPETER, J. A. (1939): *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. 2 vols. New York. Mc Graw-Hill. Tomado de FREEMAN, C. (1994).
- SHARP, M. (1985): “The new biotechnology: Government in Search of Strategy”. *Sussex European Paper* nº.15. Brighton, University of Sussex.
- SOETE, L y PATEL, P. (1985): “ Recherche Développement, importations de technologie et croissance économique. Une tentative de comparaison. Internationale. *Revue Economique*, vol. 36, nº.5. Tomado de BUESA, et.al. (eds)(2001).
- STERN, S., PORTER, M. E., FURMAN, J. (2000): “The Determinants of National Innovative Capacity”. Working paper 7876, *National Bureau of Economic Research*. Cambridge. www.nber.org/papers/w7876
- TEECE, D. (1998): “Technological Change and Economic theory”. ”. En Dosi, et. al. (eds) (1988), pp. 256-281.
- ZENKER, A. (2000): “Innovation, Interaction and Regional development: Structural Characteristic of Regional innovation Strategies”. En Koschatzky, K, et.al. (eds) (2000), pp. 208-222.