

**VARIABLES A CONSIDERAR EN EL
ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS
NACIONALES DE INNOVACIÓN**
*Ignacio Fernández de Lucio, Elena Castro
Martínez, Fernando Conesa Cegarra, Antonio
Gutiérrez Gracia*

37

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Seção de Publicações e Divulgação da Biblioteca da FEA/USP

FERNÁNDEZ DE LUCIO, Ignacio et alii.

Variables a considerar en el análisis de los sistemas nacionales de innovación/Ignacio Fernández de Lucio et alii. - São Paulo: CYTED/PGT/USP, 1997.

p. (Cadernos de Gestão Tecnológica, 29)

Bibliografia.

1. Inovações Tecnológicas - Aspectos econômicos I. Título II. Série.

CDD - 338.06

Apresentação

A inovação tecnológica é condição necessária para o processo de desenvolvimento econômico e social de qualquer país. Nos dias atuais, tornou-se ainda mais presente, face aos desafios decorrentes da rapidez com que se processa o avanço do conhecimento e da competitividade acirrada de uma economia em crescente interdependência. Esta nova realidade afeta, principalmente, países subdesenvolvidos, entre eles, o Brasil e seus parceiros latino-americanos.

Nesse contexto, a gestão adequada de recursos escassos é vital para o cumprimento dos objetivos de desenvolvimento sócio-econômico, que se concretizam por meio da elaboração de novos produtos e processos.

O tema “Política e Gestão Tecnológica” se caracteriza por sua natureza multidisciplinar, sendo objeto de estudo em diferentes setores acadêmicos. Estes costumam abordá-lo a partir de distintos quadros conceituais, utilizando diversos métodos de pesquisa.

Essa característica de multidisciplinaridade levou o PGT/USP – Núcleo de Política e Gestão Tecnológica da USP e o Subprograma de Gestión de la Investigación y el Desarrollo Tecnológico do CYTED (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo) a se unirem para melhor desenvolver o tema. Esta união se dirige, especialmente, para o aumento da interação entre os pesquisadores ibero-americanos, em particular, e entre estes e as comunidades acadêmico e empresarial, em geral.

É nessa linha de atuação que surgem os *CADERNOS DE GESTÃO TECNOLÓGICA*, um espaço para a publicação de trabalhos que vem contribuir com o necessário incremento do acervo bibliográfico disponível sobre o tema.

O Conselho Editorial

Presentación

La innovación tecnológica es una condición necesaria para el proceso de desarrollo económico y social de cualquier país. En los días actuales, se hace todavía más necesaria, debido a los nuevos desafíos colocados por la rapidez con que se procesa el avance del conocimiento y por la marcada competitividad de una economía en creciente interdependencia. Esta nueva realidad afecta, principalmente, a los países en desarrollo, entre ellos Brasil y sus homólogos latinoamericanos.

En este contexto, la gestión de los escasos recursos es vital para el alcance de los objetivos de desarrollo sócio-económico, los cuales se concretan a través de la elaboración de nuevos productos y procesos.

El tema “Política y Gestión Tecnológica” se caracteriza por su naturaleza multidisciplinaria, siendo objeto de estudio en diferentes sectores académicos, los cuales acostumbran abordarlo a partir de diferentes esquemas conceptuales, utilizando diversos métodos de investigación.

Esta característica multidisciplinaria llevó al PGT/USP - Núcleo de Política y Gestión Tecnológica de la Universidad de São Paulo y al Subprograma de Gestión de la Investigación y el Desarrollo Tecnológico del CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, a unirse con el objetivo de desarrollar mejor el tema. Esta unión está enfocada, especialmente, para dar un mayor énfasis a la interacción entre investigadores ibero-americanos y entre estos y las comunidades académica y empresarial, en general.

Es en esta línea de actuación que surgen los *CUADERNOS DE GESTIÓN TECNOLÓGICA*, un espacio para la publicación de trabajos en esta área del conocimiento, contribuyendo con el aumento del acervo bibliográfico disponible sobre el tema.

El Consejo Editorial

El Texto

El documento que se presenta a continuación forma parte de un trabajo más amplio, subvencionado por el Programa Innovación de la Unión Europea y cofinanciado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), que ha sido desarrollado por el Centro de Transferencia de Tecnología de la Universidad Politécnica de Valencia durante 1995 y 1996.

Los últimos estudios sobre las relaciones entre economía y tecnología han puesto en evidencia que el modo de funcionamiento del Sistema Nacional de Innovación (SNI) tiene una influencia decisiva en el desarrollo y en la articulación socioeconómica del país. Por ello, la mayoría de los países han intentado caracterizar su SNI y conocer a fondo su funcionamiento, con objeto de poder diseñar de manera eficaz sus políticas científica, tecnológica e industrial.

En este escrito se exponen algunas de las aportaciones que el enfoque interactivo de la innovación hace al lineal y las posibilidades que abre para analizar los procesos de innovación a través del análisis de Sistemas. En este contexto, se **define** el SNI por el **conjunto de sus elementos y estructuras**, que asumen funciones específicas en el proceso de producción, transmisión y almacenamiento de conocimientos, y se **caracteriza** por su **capacidad de interacción**, mediante la articulación de sus elementos, para la producción de conocimientos y para su difusión y utilización. A continuación se amplía la información sobre los elementos y las capacidades de interacción y difusión.

En la última parte del escrito, se caracteriza el Sistema Español de Innovación actual utilizando esta particular concepción de los Sistemas de Innovación.

El Autor Principal

Ignacio Fernández de Lucio es Doctor Ingeniero Agrónomo por la Universidad Politécnica de Valencia, con especialización en Economía y Sociología Agrarias por el Institut National Agronomique de París. Actualmente es Investigador Científico del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) e Director del Centro de Relaciones con el Entorno Socioeconómico. Desde

hace veinte años dedica su actividad a la Gestión de la Ciencia y Tecnología, habiendo participado en el diseño de diferentes programas de Ciencia y Tecnología entre los que destacan: Programa de Ciencia y Tecnología de la Comunidad Valenciana, 1994; Programa Nacional de Fomento de la Articulación del Sistema Ciencia-Tecnología-Industria (PACTI), 1995; e Programa CYTED en el año 2004, 1995. Há realizado numerosas publicaciones y dirigido y participado en cursos y seminarios, tanto en Europa como en Iberoamérica, en el campo del análisis y gestión de la Ciencia y la Tecnología y los Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación.

Índice

1. Introdução	6
2. As Diferenças entre as Ciências Humanas e as Demais	8
3. Aplicabilidade das Ciências Humanas	11
4. A Produção Social do Conhecimento.....	14
5. As Especificidades das Ciências Humanas	17
6. A Tecnologia das Ciências Humanas.....	22
7. Conclusões.....	25

1. Conceptos básicos: elementos y relaciones

De los estudios recientemente aparecidos sobre las relaciones entre economía y tecnología se deduce que existe una relación directa entre el modo de funcionamiento del Sistema Nacional de Innovación (SNI) y la capacidad del mismo para contribuir al crecimiento económico; a la vista de esta realidad, muchos países han intentado profundizar en el conocimiento de su propio SNI con el propósito de diseñar adecuadamente sus políticas científica, tecnológica e industrial.

Desde la Segunda Guerra Mundial hasta los años '80, y aún hoy, muchos países de la OCDE han utilizado **el enfoque lineal de la innovación** en la concepción de sus políticas de Ciencia y Tecnología. En este enfoque se considera que, para sacar al mercado nuevos productos o para modificar los procesos de fabricación, se suceden una serie de etapas que se inician con la de la investigación científica; por ello, este enfoque también se denomina secuencial o gravitatorio, ya que se considera que a partir de las actividades de I+D se ha de llegar necesariamente a la incorporación al mercado de nuevos productos o procesos, es decir, que se parte de la hipótesis de que la innovación tiene su origen en el descubrimiento científico.

Según Keith Smith (1995) el enfoque o modelo lineal se caracteriza por las siguientes ideas:

- **Las capacidades tecnológicas** de una determinada sociedad están **esencialmente en función de las fronteras de sus conocimientos.**
- **Los conocimientos útiles** para la producción industrial **se basan en principios fundamentalmente científicos.**
- **El proceso de "traducción"** de los principios científicos a conocimientos tecnológicos **es en esencia secuencial**; tanto en el plano temporal como institucional comprende fases discretas que deben sucederse.
- **Este enfoque es de naturaleza tecnocrática**, ya que de forma global se concibe la evolución tecnológica en términos de organización de los procesos de desarrollo técnico y de invenciones materiales.

Si este modelo fuese plenamente representativo de los procesos de innovación, bastaría con que los responsables políticos financiaran las actividades de I+D de los Centros Públicos de Investigación (CPI) y de las empresas por los cauces

tradicionales y con ello se lograría que sus resultados fueran, posteriormente, aplicados en los procesos productivos.

Pero, a partir de los años '80 empieza a tener cada vez más fuerza el denominado **enfoque interactivo** de los procesos de innovación. Este enfoque, que puede representarse en el modelo de Kline y Rosenberg (1986), pone el acento en el papel fundamental de la empresa en la concepción de los procesos de innovación, en las retroalimentaciones entre las diferentes fases del modelo, y en las diversas interacciones que relacionan la Ciencia y la Tecnología con cada una de las etapas de los procesos de innovación.

Sin intentar enfrentar ambos enfoques y sin considerar que el enfoque interactivo invalida totalmente al lineal, en este estudio se pretende poner de manifiesto lo que el enfoque interactivo aporta al lineal.

El enfoque lineal ha fijado su atención esencialmente en el inicio del proceso. El enfoque interactivo demuestra que el incremento de actividades de I+D no implica necesariamente el de los procesos de innovación. Para que este incremento se produzca, es preciso que los resultados de las actividades de I+D lleguen a las empresas e involucrar a éstas en su adecuación y utilización en procesos productivos; así pues, el enfoque interactivo subraya la importancia del final del proceso.

La adquisición por parte de las empresas de conocimientos científicos y técnicos no es automática, ni los cauces para lograrlo están establecidos ni es fácil su consecución. Para que las empresas puedan aprovechar dichos conocimientos necesitan que éstos se encuentren disponibles de forma adecuada y tener capacidad para gestionarlos, es decir, poseer una organización y unos recursos humanos con la formación y la experiencia necesarias para integrarlos en sus políticas de desarrollo. Si este proceso no se da, los resultados de I+D obtenidos por los científicos pueden no emplearse para resolver los problemas tecnológicos que se plantean a los diferentes sectores de actividad, tal como ya ha sucedido en numerosas ocasiones. Baste como ejemplo el siguiente: en un análisis de las relaciones entre los entornos científico y productivo, en el campo de la genética y en varios países, G. Bel y M. Callon (1994) llegaron a las siguientes conclusiones:

- Las empresas británicas aprovechan muy poco la avanzada investigación básica de su país, que sirve como fuente de inspiración sobre todo a las empresas japonesas.

- La investigación académica francesa se ocupa de temas de escaso interés industrial y, cuando se acerca al ámbito tecnológico, es aprovechada fundamentalmente por empresas extranjeras.
- La investigación académica italiana es un recurso esencial para la tecnología italiana, siendo poco visible para las empresas extranjeras.
- En cualquier etapa del proceso de innovación debe producirse la interacción de los elementos científicos, tecnológicos, productivos y financieros que intervienen en los procesos de innovación y estos elementos deben conocer siempre el contexto general en el que se desenvuelven. Por otro lado, como han puesto de manifiesto los historiadores de la innovación, la influencia entre Ciencia y Tecnología no es unívoca sino biunívoca.

El enfoque interactivo permite el estudio de los procesos de innovación a través del análisis de sistemas. Así, B. A. Lundvall (1992) considera que "un sistema de innovación está constituido por elementos y relaciones que interactúan en el marco de la producción, de la difusión y de la utilización de conocimientos nuevos y económicamente útiles, un sistema nacional comprende elementos y relaciones circunscritas a las fronteras de un Estado". Este enfoque es el que se ha empleado en el presente trabajo, considerando que un SNI se caracteriza por:

- a) los **elementos** y las **estructuras** que contiene
- b) las **relaciones** que se producen entre los elementos que lo configuran.

Los elementos

De acuerdo con este esquema, **los diferentes elementos del SNI se agrupan en los siguientes entornos**, según la principal actividad que desempeñen en el proceso de innovación:

- a) **el entorno científico**, en el que mayoritariamente se realiza la producción de conocimientos científicos,
- b) **el entorno tecnológico**, en el que se desarrollan tecnologías;
- c) **el entorno productivo**, que produce bienes y servicios, aportando un valor añadido;

d) **el entorno financiero**, que ofrece recursos financieros a los elementos de los demás entornos para el desarrollo de sus respectivas actividades.

En el modelo propuesto no se tiene en cuenta la acción de los **usuarios**, por considerar que su papel aún tiene escasa relevancia en la actual configuración del Sistema Español de Innovación (SEI). Por su parte, sólo se considera a las **Administraciones** en su papel de financiadoras de las actividades del sistema, de acuerdo con los criterios emanados de sus respectivas políticas, pero no en sus otras facetas (usuarios de tecnología, etc).

Sobre esta idea, basada en cuál es la **función principal** de los elementos del SNI, se incluye en el entorno científico básicamente a los grupos de investigación de las universidades y organismos públicos o privados de investigación, en el tecnológico a las unidades de I+D de las empresas, a los centros tecnológicos, a las asociaciones empresariales de investigación, a las empresas de ingeniería y consultoría tecnológica, a las empresas de bienes de equipo, etc.; el entorno productivo agrupa a las empresas productivas y de servicios; y en el entorno financiero se consideran incluidas tanto las entidades financieras privadas que ofrecen recursos para proyectos de innovación (capital riesgo, capital semilla, etc.) como las entidades públicas de las Administraciones central y autonómica, que otorgan subvenciones o créditos para el fomento de la actividad innovadora dentro del SNI.

Naturalmente, las actividades que realizan muchas de las entidades que se han incluido en un determinado entorno son propias de otros entornos (por ejemplo, en las unidades de I+D de grandes empresas o en ciertos centros tecnológicos se realiza actividad científica, mientras que en algunas escuelas de ingenieros se desarrollan tecnologías); dentro de este estudio, cada una se considerará incluida en el entorno correspondiente a su actividad principal, porque tratándose de una realidad compleja ha de buscarse un modelo y una clasificación sencillos, que permitan una rápida comprensión y un fácil manejo.

Las relaciones

En el proceso de innovación, tal como se entiende en el enfoque interactivo, se consideran de la máxima importancia las **interrelaciones y la cooperación** entre los elementos de un mismo entorno y de entornos diferentes. Este aspecto es particularmente importante porque, si no se **relacionan** los diversos elementos de un entorno y los diferentes entornos entre sí, no se puede hablar propiamente de un

sistema de innovación, todo lo más de un conjunto de elementos más o menos activos e innovadores.

Para fomentar las interrelaciones y, más aún, la cooperación entre los elementos del SNI es preciso poner en práctica los **mecanismos** adecuados, que pueden ser de dos tipos:

a) **las estructuras de interfaz**

b) **los instrumentos de fomento de la interrelación**

Una **Estructura de Interfaz (EDI)** es una *unidad establecida en un entorno o en su área de influencia, que dinamiza en materia de innovación tecnológica a los elementos de dicho entorno o de otros y fomenta y cataliza las relaciones entre ellos*. En la práctica, existen estructuras en el seno del SNI, cuyos propósitos principales son otros, pero que, en alguna medida, realizan funciones de interfaz, tales como las de información, difusión, relación y asesoramiento a los diferentes elementos del SNI.

Un **instrumento de fomento de la interrelación** es un *incentivo o ayuda cuyo objetivo es favorecer el desarrollo de actividades o de estructuras de cooperación, más o menos duraderas*. En este grupo cabe incluir instrumentos tales como: la financiación de proyectos de I+D conjuntos, es decir, con participación de varios elementos de un mismo entorno o de entornos diferentes, las ayudas para fomentar la movilidad entre entornos, las aportaciones económicas a la creación de centros de I+D mixtos o de unidades de interfaz, etc. En su mayoría, se trata de instrumentos financieros, aunque algunos son de tipo normativo y otros se configuran como servicios de difusión de la información científica y técnica, como por ejemplo las bases de datos.

Los estudiosos de los SNI han puesto de relieve que **las Administraciones** pueden y deben desempeñar un papel muy activo en el desarrollo de los SNI, tanto en lo referente a su estructura como a sus actividades, e influir muy directamente mediante los mecanismos establecidos en el marco de sus políticas científica, tecnológica e industrial; de una forma más indirecta, mediante sus políticas educativas, fiscales, laborales, etc. y, en general, con el marco social y económico que definen y con los objetivos de calidad de vida que proponen. Para simplificar, en nuestro modelo la influencia de la Administración se considera una variable muy influyente en los elementos de nuestro sistema y en sus interrelaciones, mediante las estructuras e instrumentos que pone en práctica en el marco de sus diferentes políticas. En efecto, la Administración ha de impulsar este tipo de acciones cuando

los elementos del sistema no están aún capacitados para ponerlas en marcha pero, en paralelo, ha de contribuir al cambio cultural que exige un sistema interrelacionado para que, a partir de un punto, estas nuevas estructuras y funcionamientos sean adoptados como propios.

En buena medida, la capacidad o aptitud de los elementos de los diferentes entornos está determinada por la formación y actitud¹ de las personas que los integran. Así pues, la contribución del subsistema educativo en sus diferentes niveles -desde la formación profesional hasta la universitaria de tercer ciclo- es decisiva para constituir lo que K. Pavitt y P. Patel (1988) denominan **sistemas de innovación dinámicos**; sin embargo, dada la naturaleza de este estudio, es más apropiado considerar a este subsistema como variable exógena del SNI.

Un alto grado de intervención por parte de la Administración, desarrollando la actividad que deberían realizar otros elementos del SNI, debe llevarse a cabo cuidadosamente pues, en caso contrario, se puede constituir un SNI **intervenido**, con un funcionamiento y eficacia alejados de un sistema **participativo**, como sería deseable. Por otra parte, es preciso tener en cuenta la **dimensión internacional del Sistema** y, en consecuencia, las relaciones de sus elementos con los de otros países; por lo que respecta al español, estas relaciones, se han incrementado, en especial con los países de la Unión Europea y, sin duda han contribuido a fomentar la articulación del Sistema Nacional.

Con el tiempo, los Sistemas de Innovación van madurando como consecuencia de un proceso acumulativo en el que intervienen de forma significativa dos tipos de factores: el número y calidad de los elementos activos en cada uno de los entornos y, los subconjuntos de relaciones entre los elementos de un mismo entorno y de entornos diferentes. La aparición de nuevas modalidades de colaboración entre los elementos del mismo entorno y de entornos diferentes da lugar a nuevas formas de funcionamiento del SNI. A partir de los conocimientos disponibles en la actualidad, resulta difícil comprender la naturaleza, la calidad y la madurez de un SNI, y a pesar de los crecientes esfuerzos desarrollados, en especial por la OCDE, para medir y relacionar sus inputs y sus outputs. Todavía es preciso profundizar en cuestiones de fondo, tales como la dinámica del aprendizaje tecnológico, los vínculos entre investigación básica y práctica tecnológica, muy variables en función del grado de complejidad de las tecnologías y de la naturaleza

¹ Básicamente, el trabajo en equipo y, en general, la cooperación requieren una actitud más abierta, generosa, humilde, etc. que aquéllos trabajos que se desarrollan en estructuras cerradas y jerarquizadas.

las empresas, o los tipos de relaciones que se producen entre los elementos de los diferentes entornos, etc.

Por otra parte, para que una tecnología tenga un efecto económico a nivel macroeconómico debe **difundirse**, es decir, **debe ser adoptada por otros utilizadores**. La difusión de las nuevas tecnologías es tan importante o más que su desarrollo. La productividad industrial de ciertos sectores depende más de tecnologías ajenas que de sus propias innovaciones, por lo que la rentabilidad de las empresas de estos sectores depende, en gran medida, de su capacidad para la utilización de equipos y de bienes intermedios, así como de conocimientos desarrollados por empresas o entidades de otros sectores.

Si se dispone de un sistema eficaz de difusión de los conocimientos científicos y técnicos se aumentará el valor social de los mismos, tanto a escala nacional como regional, ya se produzcan de manera endógena o adquiridos y asimilados a partir de fuentes exógenas. Si los diversos elementos de los diferentes entornos del Sistema de Innovación tienen fácil acceso a la información, aumenta la probabilidad de que se produzcan nuevos productos o procedimientos útiles.

En este contexto, el SNI se define por el **conjunto de elementos y estructuras que asumen funciones específicas en el proceso de producción, transmisión y almacenamiento de conocimientos y por su capacidad de interacción, que engloba la articulación de sus elementos para la producción de conocimientos y la difusión y utilización de los mismos**. De acuerdo con las recomendaciones de la OCDE (1992), "más que considerar la innovación y la difusión como dos actividades distintas, es más exacto pensar en la creación de nuevas tecnologías y en su adopción y gestión como dos aspectos de un mismo proceso".

En la difusión de tecnología se distingue entre **la incorporada a los equipos y productos intermedios y la que no está incorporada**. La OCDE (1992) destaca como factores determinantes de este último tipo de difusión "**el derramamiento (spillover) de la I+D y la capacidad de absorción de las empresas**". El primero de dichos factores comprende según W.M. Cohen y D.A. Levinthal (1989) "todo conocimiento original útil adquirido en el marco de una investigación y que se hace accesible públicamente". La innovación presenta, pues, ciertas características propias de los bienes públicos, que nunca pueden apropiarse completamente. El "derramamiento" de la I+D es una de las características del modelo interactivo de la innovación, en cuanto que la creación/absorción de conocimientos por parte de las empresas no depende sólo de su esfuerzo sino también de los conocimientos a los

que tienen fácil acceso. Así, como ya se ha indicado, la innovación conduce a la difusión, y ésta, a su vez, influye en las actividades de aquélla.

Con frecuencia, la innovación implica actividades de creación colectiva, que a menudo se formaliza mediante acuerdos de cooperación entre los elementos del SNI, produciéndose un **aprendizaje por la interacción**, del mismo modo que existe un **aprendizaje por la práctica**.

La capacidad de absorción representa el potencial de conocimientos teóricos y prácticos de las empresas para incorporar a sus procesos de producción las tecnologías desarrolladas por otros elementos del SNI. Teniendo en cuenta que las actividades tecnológicas se hacen cada vez más complejas y especializadas, las empresas necesitan realizar **inversiones inmateriales** en lo que M. Bell y K. Pavitt (1993) denominan **actividades generadoras de cambio**, tales como el control de calidad, la organización de la producción, el diseño, el desarrollo de la I+D, etc. Estas actividades conducen a la empresa a **aprender a través del aprendizaje** y se unen a los aprendizajes por la I+D, por la enseñanza, por la práctica y por la interacción.

La mencionada ausencia de los usuarios como elementos significativos en el SEI y la utilización en nuestro modelo de teorías en las que se destaca el papel de las empresas en los procesos de innovación, imprimen a nuestro enfoque cierto sesgo economicista. Es innegable el destacado papel de las empresas en los procesos de innovación, pero también es obvio que la innovación debe enmarcarse en un contexto más amplio. Un sistema de innovación no debe ser únicamente más competitivo desde el punto de vista industrial y económico, sino que también debe lograr una mayor cooperación entre los diversos elementos que lo componen, para contribuir a la resolución de problemas de cualquier índole (sanitarios, medioambientales, sociales, culturales). De acuerdo con B. Perret y G. Roustang (1993), se debe conciliar la lógica de la acción con la reflexión crítica. **Hay que afirmar el valor político de la lógica de mercado, pero se debe al mismo tiempo restringir su impronta sobre la sociedad.** Por tanto, es imprescindible establecer una concepción más abierta y comprensiva de la articulación de los elementos que componen los sistemas de innovación, integrando lo económico, lo técnico y lo político con lo social y lo cultural.

2.- Situación actual del Sistema Español de Innovación (SEI)

En los últimos años, el Sistema Español de Innovación (SEI) ha experimentado una considerable evolución que se pone de manifiesto tanto en los recursos dedicados a las actividades de I+D como en los resultados científicos y tecnológicos obtenidos. A pesar de todo, aún se observan graves carencias y desequilibrios.

Constituyen mayoritariamente el **entorno científico** las universidades y los organismos públicos de investigación², que concentran alrededor del 75% de los investigadores, el 60% del personal que realiza actividades de I+D y el 50% del gasto, porcentajes superiores a los correspondientes en otros países de nuestro entorno. El entorno científico se ha desarrollado bastante en los últimos años y paralelamente sus resultados, tal como pone de manifiesto la positiva evolución de los indicadores de producción científica³, aunque su nivel actual es todavía insuficiente y son escasas las actividades científicas de posible aplicación industrial.

En el **entorno tecnológico** se encuentran las unidades de I+D de las empresas, las asociaciones empresariales de investigación y los centros tecnológicos, los grupos de investigación del ámbito de la ingeniería, las empresas de consultoría tecnológica, de bienes de equipo, etc. El peso relativo de este entorno es inferior al de los otros, especialmente en servicios para PYME y, sin duda, mucho menor del que sería necesario para que el sistema funcionara adecuadamente. Los resultados tecnológicos más comúnmente empleados -patentes y balanza tecnológica- han experimentado mejoras en los últimos años⁴, aunque en términos generales nuestro país sigue siendo deficitario desde el punto de vista tecnológico.

En el **entorno productivo**, en el que predominan las empresas pequeñas y medianas, se observa una escasa tradición en actividades de I+D, como consecuencia, entre otras razones, de una economía cerrada. Esto se traduce en que el gasto y los recursos humanos dedicados a actividades de I+D se concentran en un número reducido de empresas, entre las que destacan las grandes y las de capital mayoritariamente extranjero. Además, el esfuerzo se concentra en tres sectores industriales (material eléctrico y electrónico, transporte y químico). La falta de técnicos cualificados en el entorno productivo puede constituir una seria limitación

² El conjunto formado por las universidades y los organismos públicos de investigación se denomina habitualmente centros públicos de investigación (CPI).

³ La producción científica española en bases de datos internacionales -Institute for Scientific Information, Scisearch- ha pasado de representar el 1,22% de la mundial en 1987 al 2,1% en 1994, con un aumento paralelo del impacto de las citadas publicaciones.

⁴ La cobertura de la balanza tecnológica ha pasado del 0,18 en 1987 al 0,25 en 1992. Las solicitudes de patentes en el extranjero han pasado de 2.263 en 1987 a 6.886 en 1992.

para la incorporación del tejido empresarial español a los procesos de innovación, dada la importancia del factor humano en dichos procesos. El nivel del entorno productivo español en el contexto internacional⁵, medido por el déficit comercial de los sectores manufactureros, ha experimentado un deterioro creciente en la década de los 80, consecuencia en parte de la apertura del mercado nacional a los intercambios internacionales. En algunos sectores, no obstante, se aprecia una ligera mejora de los índices de cobertura del comercio exterior en los últimos años (industria de maquinaria y material eléctrico y electrónico, maquinaria de oficina y ordenadores).

Finalmente, el **entorno financiero**, en el que se encuentran las fuentes de financiación tradicionales -mercados de valores y sistema bancario- y otras de más reciente creación -sociedades de capital riesgo, segundo mercado de valores, sociedades de garantía recíproca-, no ofrece mecanismos de financiación adaptados a las necesidades de los proyectos de innovación -alto riesgo y largo plazo- y, en particular, las empresas medianas y pequeñas encuentran serias dificultades para financiar sus proyectos de innovación, por lo que básicamente los llevan a cabo con apoyo de las administraciones públicas.

Además, las **relaciones** entre los entornos descritos, que también han experimentado una positiva evolución, son aún relativamente débiles, especialmente entre los elementos de los entornos científico y tecnológico y las empresas pequeñas y medianas pertenecientes a sectores tradicionales. Como indicadores del incremento de las relaciones entre el entorno productivo y los entornos científico y tecnológico cabe señalar la cuantía económica de los contratos suscritos entre las empresas y los centros públicos de I+D, por una parte, y entre las empresas y las asociaciones de investigación empresariales por otra. En el primer caso, los datos del INE revelan que, mientras en 1987 las empresas financiaron con unos 2.000 Mptas las actividades de I+D de los CPI, en 1993 su aportación superó los 15.000 Mptas, lo que muestra un aumento significativo de tales relaciones. Por su parte, de acuerdo con un reciente estudio de S. Subirats, (1995), 42 centros tecnológicos españoles han obtenido unos 21.500 Mptas, de ingresos en 1993 por los servicios prestados a unas 14.000 empresas y por su participación en programas de I+D.

En la Figura 1 se muestra una representación funcional del SEI en la que se establecen los cuatro entornos con una disposición cuidadosamente calculada. El entorno financiero se sitúa en la parte superior porque es del que se ha de nutrir el conjunto del Sistema. El científico y el productivo están muy separados y entre ellos

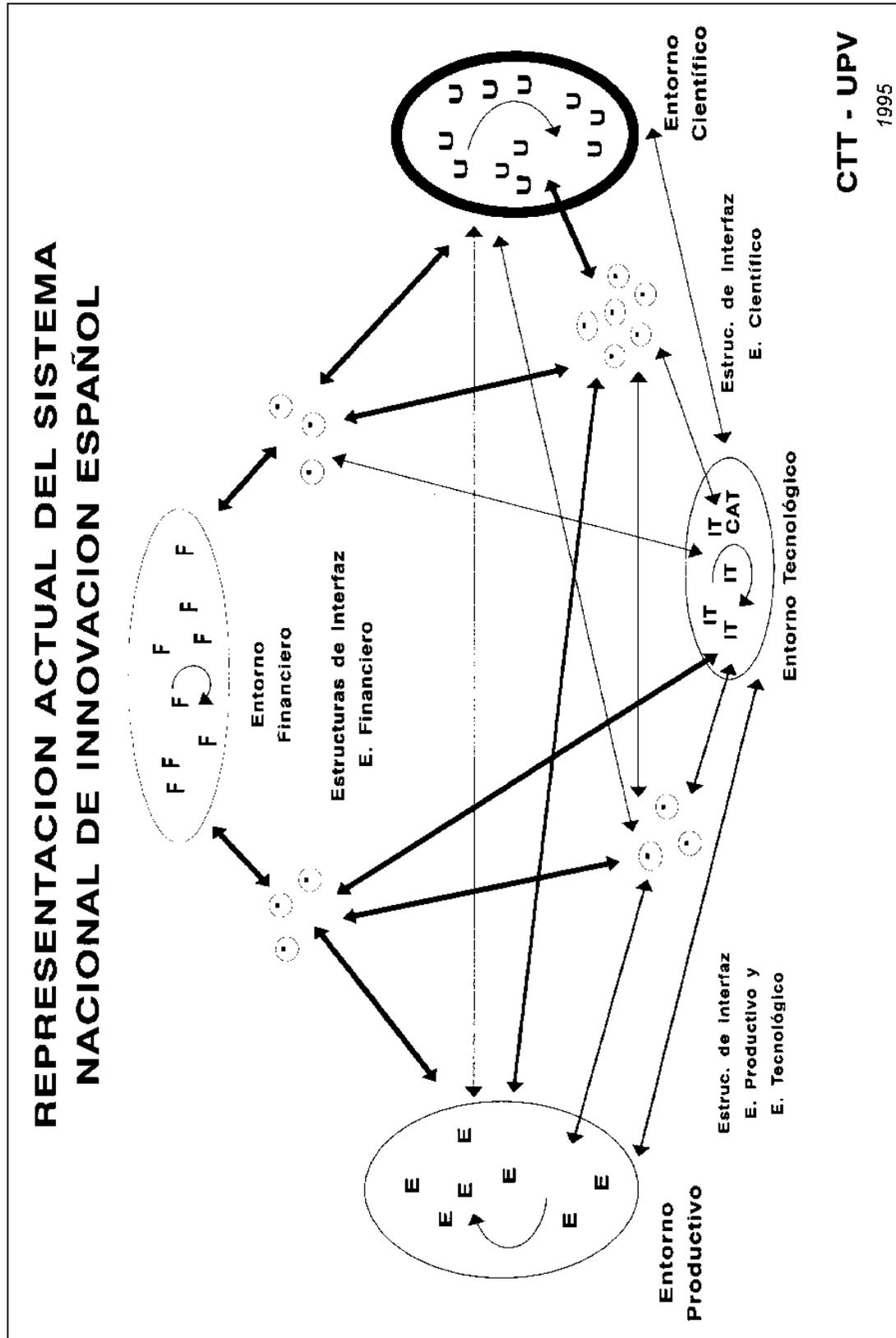
⁵ Ratio exportaciones/importaciones. OCDE (1994b).

se sitúa el tecnológico, más próximo al científico que al productivo. El grosor de los trazos indica su grado de desarrollo, pero la distancia entre los elementos que componen la figura y su tamaño son meramente indicativos y relativos.

Entre los entornos se incluyen las Estructuras de Interfaz (EDI) que se representan agrupadas en los espacios que hay entre los entornos; en la práctica, sin embargo, muchas veces forman parte de ellos. La mayor o menor proximidad de las EDI a un entorno se representa por la distancia que separa a ambos conjuntos y entre dos entornos puede haber varias agrupaciones, unas más cerca de un entorno que otras. Así, entre los entornos tecnológico y productivo del SEI existe una agrupación de EDI más próxima al entorno tecnológico y otra que se acerca más al productivo. No obstante, para mayor claridad de la figura, se ha indicado únicamente una agrupación y su distancia a los entornos representa una media poco aproximada.

Las relaciones entre los entornos, entre las EDI o entre ambos se representan mediante flechas más o menos gruesas de acuerdo con la intensidad de la relación. No se han dibujado todas las relaciones posibles para no complicar aún más la figura. La flecha en el interior de los entornos pretende indicar que entre los elementos de un mismo entorno existen, asimismo, relaciones en mayor o menor medida según el grado de dinamización que presenten.

En síntesis, el esquema trata de expresar que en el SEI, aunque el desarrollo del entorno científico es todavía débil, comparativamente resulta superior al de los otros tres. Del mismo modo, las relaciones entre los entornos, bien directamente o bien a través de las EDI, son relativamente escasas, a excepción de las que se dan entre la Administración -en tanto que elemento financiador- y los elementos y EDI de los correspondientes entornos y entre los elementos del entorno científico y las EDI de su área de influencia. Es, asimismo, llamativa la escasa relación entre las EDI de un mismo tipo o de tipos diferentes. Se considera, por otra parte, que faltan EDI activas que pongan en relación los entornos tecnológico y productivo, teniendo en cuenta que este último está formado mayoritariamente por PYME que precisan más de toda clase de servicios externos.



CTT - UPV
1995

2.1. El papel de las administraciones

Como se ha indicado con anterioridad, a falta de un entorno financiero capaz de asumir el riesgo inherente a las actividades innovadoras, han sido las **Administraciones** las que básicamente han aportado la financiación necesaria para la implantación o el mantenimiento de estructuras e instrumentos de fomento de las relaciones entre los diferentes entornos.

En el ámbito de la Administración del Estado, la acción más amplia ha sido desarrollada por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), que desde 1988 ha realizado, en el marco del Plan Nacional de I+D, diversas acciones encaminadas a fomentar las relaciones entre empresas y CPI.

Otras unidades de la Administración han establecido mecanismos para fomentar la vinculación entre los diferentes entornos, aunque no haya sido ese su objetivo central sino complementario de su acción directa sobre las empresas para promover su actividad innovadora. En la Administración del Estado son destacables las acciones incluidas en el Plan de Actuación Tecnológico Industrial (PATI) y las propias de dos entidades vinculadas al Ministerio de Industria y Energía, el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) y el Instituto de la Mediana y Pequeña Industria (IMPI), así como las impulsadas por otros departamentos ministeriales dentro de su ámbito de responsabilidad. Por su parte, también se recoge este objetivo en las políticas científicas y tecnológicas de los gobiernos de las diferentes Comunidades Autónomas; en particular, los gobiernos de la Comunidad Valenciana y del País Vasco han realizado un esfuerzo notable para desarrollar el entorno tecnológico, mediante la creación y sostenimiento de redes de centros tecnológicos -sectoriales u horizontales- de apoyo a las empresas radicadas en sus respectivas Comunidades.

Por último, la Unión Europea, consciente de la relativa debilidad de las relaciones entre los diversos elementos del Sistema Europeo de Innovación y del desequilibrio entre su producción científica y su competitividad tecnológica, reconoce explícitamente que la difusión y explotación de los conocimientos científicos y las tecnologías, especialmente en favor de las PYME, tienen enorme importancia y, por ello, ambos objetivos constituyen una prioridad dentro de los Programas Marco de I+D. Así, además de acciones específicas, como las fomentadas por los anteriores programas VALUE y SPRINT o el vigente programa de Innovación, los programas genéricos se desarrollan mediante acciones en las que han de participar diversas empresas y grupos de investigación. Asimismo, una parte de los Fondos Estructurales se ha dedicado a reforzar la capacidad de I+D y de

innovación de las regiones más desfavorecidas y el Fondo Social Europeo también destina recursos a la formación y a la capacitación tecnológica.

2.2. La difusión de tecnología

Teniendo en cuenta las características del entorno productivo, la difusión de tecnología en España fundamentalmente se produce por medio de contactos de carácter informal, ferias, foros y encuentros de clientes y proveedores, teniendo menor importancia la interacción formal para cooperar en temas tecnológicos con los otros elementos del SNI: CPI, Institutos Tecnológicos u otras empresas.

No se dispone de datos estadísticos que reflejen, a escala nacional o regional, la importancia de los canales de información tecnológica utilizados por las empresas con un grado de representatividad aceptable. En un estudio empírico sobre "Cooperación entre empresas y sistemas productivos locales", realizado por el Centro de Estudios y Planificación de la Universidad Autónoma de Barcelona (1993), sobre una muestra de 234 empresas industriales distribuidas en 23 zonas diferentes se obtuvieron los resultados recogidos en el Cuadro 1, en el que puede observarse que, para las empresas, las principales fuentes externas de información tecnológica son las ferias y congresos, los clientes y los proveedores de maquinaria. La información tecnológica que reciben a través de los CPI, asociaciones de investigación y otros consultores externos se sitúa en un escalón inferior, en torno al 12%. Mas baja es aún la información tecnológica que reciben de otras empresas de su comarca, que se sitúa en un 3%.

Cuadro 1. Circuitos de Información Tecnológica (%)

Para las empresas con innovaciones de producto			
Los clientes principales			35,2
Ferias y Congresos			32,9
Asociaciones Industriales,	6,6	}	12,2
Consultores externos y CPI	5,6		5,2
Proveedores de maquinaria y componentes			14,5
Otros			
Para las empresas con innovaciones de proceso			
El propio personal técnico de la empresa			41,9
Ferias y Congresos			20,8
Proveedores de maquinaria			17,3
Asociaciones Industriales,	3,5	}	11,6
Consultores externos y CPI	8,1		8,4
Otros			

Fuente: CEP. Universidad Autónoma de Barcelona (1993)

Aunque estas cifras no son representativas de la realidad empresarial española, son explicativas de la misma y coinciden con las publicadas en la "Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las empresas" realizada por el INE para 1991. En ella, las respuestas a la pregunta formulada como "Grado de importancia de las fuentes de ideas innovadoras" coinciden con la información obtenida en la encuesta anterior. En general, se mantienen los aspectos señalados en el Cuadro 1 y su orden relativo, siendo las diferencias más sobresalientes la importancia dada a la vigilancia de los avances técnicos, a la adquisición de tecnología incorporada y a los cursos de formación.

De los resultados de las dos encuestas se deduce que los objetivos de las innovaciones son los correspondientes a empresas seguidoras, no líderes, y que, más que a innovaciones para el mercado, se refieren a innovaciones para las empresas. Por ejemplo, los objetivos de la innovación más frecuentemente presentes en la encuesta del INE son: mantener la cuota de mercado, desarrollar progresivamente técnicas existentes, mejorar la flexibilidad de la producción y reducir la tasa de productos defectuosos. Con menos frecuencia se sitúa el desarrollo de productos totalmente nuevos, que crearán nuevos mercados, siendo la menos frecuente la imitación de los líderes en materia de innovación.

3.- BIBLIOGRAFÍA

- Bell, G. y M. Callon, (1994), "Réseaux technico-économiques et politiques scientifique et technologique", STI Revue, nº 14, pp. 67-126, OCDE, París.
- Bell, M. y K. Pavitt (1993), "Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries", en P. Patel y K. Pavitt (1994).
- Callon, M. (1992), Recherche et innovation en France, Centre de Sociologie de l'Innovation, París.
- CEP (1993), Cooperación entre empresas y sistemas productivos locales, IMPI, Madrid.
- Commission of the European Communities (1991), The University-Industry and Research-Industry Interfaces in Europe, Innovation Sprint, CCE, Luxemburgo.
- Fernández de Lucio, I. et al. (1994), "Networking and Coordination of Actors and Programmes within Regions", en Technology Transfer Practice in Europe, TII, Luxemburgo.
- Fernández de Lucio, I. y E. Castro (1995), "La nueva política de articulación del Sistema de Innovación en España", VI Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica, ALTEC, Concepción (Chile).
- INE (1994), Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas, 1991, Madrid.
- Kline, S.J. y N. Rosenberg (1986), An Overview of Innovation, The National Academy Press, Washington, D.C.
- Lundvall, B.A. (1992), National Systems of Innovation, Pinter, Londres.
- Martí Pellón, J. (1993), El capital riesgo en España, IMPI, Madrid.
- OCDE (1992), Technology and the Economy. The Key Relationships, París.
- OCDE (1994), Main Economic Indicators, París.
- Patel, P. y K. Pavitt (1994), "Nature et importance économique des systèmes nationaux d'innovations", STI Revue, nº 14, pp. 9-36, OCDE, París.
- Perret, B. y G. Roustang (1993), L'économie contre la société, Seuil, París.
- Smith, K. (1995), "Les interactions dans les systèmes de connaissances: justifications, conséquences au plan de l'action gouvernementale et méthodes empiriques", STI Revue, nº 16, pp. 75-114, OCDE, París.
- Subirats, S. (1995), "Situación tecnológica española. Plan Nacional de Ciencia y Tecnología y centros tecnológicos privados sin ánimo de lucro", Actas de

1a II Conferencia de FEICRO Cooperative Research in a New Europe, Valencia, 24-25 de Marzo de 1995.

CADERNOS DE GESTÃO TECNOLÓGICA^(*)

<p>CYTED</p> <p>PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO</p> <p>SUBPROGRAMA XVI</p> <p>Subprograma de Gestión de la Investigación y el Desarrollo Tecnológico</p>	<p>PGT/USP</p> <p>NÚCLEO DE POLÍTICA E GESTÃO TECNOLÓGICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO</p> <p>Departamentos de Administração e Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA).</p> <p>Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica</p>
---	---

- **Conselho Editorial:** *Afonso Carlos Corrêa Fleury, Eduardo Vasconcellos, Félix Moreno, Fernando Machado, Guilherme Ary Plonski, Hebe Vessuri, Hélio Nogueira da Cruz, Jacques Marcovitch, Jesús Sebastián, Maria Selma Baião, Mario Waissbluth, Orlando Mason e Roberto Sbragia.*

- **Edição e Produção:** *Ivete Rodrigues.*

- **Secretaria:** *Marizete Gonçalves.*

^(*) Desejando adquirir outros cadernos e/ou receber a relação dos Cadernos de Gestão Tecnológica publicados, escreva ou telefone para:

Núcleo de Política e Gestão Tecnológica da USP

Av. Prof. Luciano Gualberto, 908 - Sala D13 - Térreo - Cidade Universitária - 05508-900 - São Paulo - SP - Brasil.

Telefones (55-011) 818-5849, 818-5850 Telefax: (55-11) 211-6946

E-mail: npgctusp@org.usp.br

Crêterios para Submissão de Artigos na Série CADERNOS DE GESTÃO TECNOLÓGICA

A série *Cadernos de Gestão Tecnológica*, co-ed o do PGT/USP e do programa CYTED/Subprograma XVI, recebe trabalhos de autores ibero-americanos para publica o, sobre temas vinculados ao campo de conhecimento "Política e Gestão de Ciência e Tecnologia".

Os textos enviados para publica o são apreciados pelos membros do Conselho Editorial, quanto   pertinência do tema, adequa o da metodologia utilizada, potencial de contribui o para o avanço do conhecimento e/ou aplicabilidade   realidade e, finalmente, qualidade geral do texto (profundidade, escopo e clareza das idéias apresentadas).

Os artigos devem ser redigidos em português ou espanhol, exceto em casos excepcionais considerados pelo Conselho Editorial.

O trabalho a ser submetido   aprecia o para publica o deverá apresentar as seguintes características:

- 1) Ser inédito e não ter sido enviado a outro órgão para publica o.
- 2) Deverá ser digitado em microcomputador, utilizando-se os "softwares" Word (versão 4 ou acima), Word for Windows (versão 2 ou acima) ou Word Perfect (versão 4 ou acima).
- 3) O número ideal de páginas varia entre 30 e 50. Eventuais mudanças (amplia o ou redu o do texto), visando ao melhor entendimento do assunto tratado, são analisadas pelo Conselho Editorial.
- 4) O texto deverá ser subdividido em capítulos, itens, sub-itens, (alíneas e incisos, se necessários), numerados com algarismos  rabicos.
- 5) As notas de rodapé deverão ser colocadas no fim da página onde são indicadas.
- 6) As referências bibliográficas são obrigatórias e deverão ser colocadas após o último capítulo do trabalho, obedecendo as normas da ABNT - Associa o Brasileira de Normas Técnicas (NBR 6023/89: Referências Bibliográficas).
- 7) A primeira página deverá conter as seguintes informa es: título do trabalho, autor principal, co-autores (máximo dois), resumo do trabalho e curriculum-vitae resumido de cada autor. Se forem mais de três autores, os demais deverão ser apresentados em nota de rodapé como colaboradores.
- 8) O texto deverá ser encaminhado em disquete (com etiqueta de identifica o de todos os "softwares" e versões usados) e em três vias impressas. Gráficos e figuras deverão ser fornecidos impressos em papel vegetal, editados em "softwares" apropriados ou, quando indicado, desenhados em nanquim por especialista.