

## Aportes teóricos para el estudio de un sistema de innovación

### THEORETICAL CONTRIBUTIONS FOR THE STUDY OF NATIONAL SYSTEMS FOR INNOVATION

**ABSTRACT:** Given the importance that national, regional, sectorial and technological innovation has been gaining as a mechanism to promote science and technology policies in diverse geographical zones, it is important to identify the most outstanding theoretical developments in the study of this phenomenon, examine its usefulness and analyze the case of less developed countries, which have had different starting points in this process compared to the developed countries.

Innovation systems have been studied from different perspectives: mainly economic theory, the concept of industrial districts, industrial sociology and the systems approach. This article specifically addresses the systems approach as an alternative theoretical framework for studying innovation processes.

**KEYWORDS:** innovation, innovation system, national innovation system (NIS), regional innovation system (RIS), sectorial or regional innovation system, national learning system (NLS), science and technology indicators.

### APPORTS THÉORIQUES POUR L'ÉTUDE DU SYSTÈME NATIONAL D'INNOVATION

**RÉSUMÉ:** Considérant l'importance croissante des systèmes d'innovation nationale, régionale, sectorielle et technologique, en tant que mécanismes pour la promotion de politiques de science et technologie dans les différentes zones géographiques, il est nécessaire d'identifier les développements théoriques les plus importants dans l'étude de ce phénomène, afin d'examiner leur utilité pour l'analyse du cas des pays moins développés ayant eu différents points de départ par rapport aux pays développés, dans ce processus.

Les systèmes d'innovation ont été étudiés à partir de perspectives différentes : la théorie économique, le concept de districts industriels, la sociologie industrielle et principalement l'approche de systèmes. Cet article se centre spécifiquement sur l'approche de systèmes, cadre analytique alternatif pour l'étude de processus d'innovation.

**MOTS-CLEFS:** innovation, système d'innovation, système national d'innovation (SNI), système régional d'innovation (SIR), système sectoriel ou régional d'innovation, système national d'apprentissage (SNA), indicateurs de science et technologie.

### CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS PARA O ESTUDO DO SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO

**RESUMO:** Dada a importância que vêm assumindo os sistemas de inovação nacional, regional, setorial e tecnológico, como mecanismos para promover as políticas de ciência e tecnologia nas diferentes zonas geográficas, é pertinente identificar os desenvolvimentos teóricos mais destacados no estudo do fenômeno, para examinar sua utilidade no momento de analisar o caso dos países menos desenvolvidos, que têm tido diferentes pontos de partida com relação aos desenvolvidos, neste processo.

Os sistemas de inovação têm sido estudados desde diferentes perspectivas: a teoria econômica, o conceito dos distritos industriais, a sociologia industrial e, principalmente, o enfoque dos sistemas. Este artigo concentra-se especificamente no enfoque dos sistemas, como um marco analítico alternativo para o estudo dos processos de inovação.

**PALAVRAS CHAVE:** inovação, sistema de inovação, sistema nacional de inovação (SNI), sistema regional de inovação (SIR), sistema setorial ou regional de inovação, sistema nacional de aprendizagem (SNA), indicadores de ciência e tecnologia.

CLASIFICACIÓN JEL: O31.

RECIBIDO: marzo de 2009 APROBADO: diciembre de 2009

CORRESPONDENCIA: Calle Reverendo Ramón Tramoyeres, 27, puerta 2.C.P 46021, Valencia, España.

CITACIÓN: Quintero-Campos, L.J. (2010). Aportes teóricos para el estudio de un sistema de innovación. *Innovar*, 20(38), 57-76.

### Luz Jeannette Quintero-Campos

Docente-investigadora, ingeniera industrial y socióloga, especializada en Sociología en la Universidad Autónoma de Barcelona, España. Candidata a doctora en Gestión de Empresas en la Universidad Politécnica de Valencia, España. Actualmente realiza trabajo de investigación con el IEI (Instituto de Extensión e Investigación) de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia y también allí se desempeña como docente en el Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas.

Correo electrónico: luzjeannetteq@yahoo.es

**RESUMEN:** Dada la importancia que han venido tomando los sistemas de innovación nacional, regional, sectorial y tecnológico como mecanismos para promover las políticas de ciencia y tecnología en las diferentes zonas geográficas, es pertinente identificar los desarrollos teóricos más sobresalientes en el estudio del fenómeno para examinar su utilidad a la hora de analizar el caso de los países menos desarrollados, que han tenido diferentes puntos de partida con relación a los desarrollados, en este proceso.

Los sistemas de innovación han sido estudiados desde diferentes perspectivas: la teoría económica<sup>1</sup>, el concepto de los distritos industriales, la sociología industrial<sup>2</sup> y el enfoque de los sistemas, principalmente. Este artículo se va a centrar específicamente en el enfoque de los sistemas, como un marco analítico alternativo para el estudio de los procesos de innovación.

**PALABRAS CLAVE:** innovación, sistema de innovación, sistema nacional de innovación (SNI), sistema regional de innovación (SIR), sistema sectorial o regional de innovación, sistema nacional de aprendizaje (SNA), indicadores de ciencia y tecnología.

## INTRODUCCIÓN

El estudio del papel que puede representar la estructura del sistema de innovación en una nación, una región o un sector, está relacionado directamente con la necesidad de establecer las circunstancias (cómo, por qué y dónde) en las que se producen las innovaciones. La implementación indiscriminada de los sistemas de innovación diseñados en economías con diferentes ritmos y estado de desarrollo plantea un paso preliminar en el análisis, y es reconocer la innovación concebida como la base del proceso de cambio tecnológico en los países desarrollados y el cambio tecnológico en los países en desarrollo, limitado generalmente a la absorción de las innovaciones producidas en los países industrializados (Viotti, 2001). En este trabajo se va a identificar la utilidad del concepto sistema nacional de aprendizaje, diseñado como alternativa conceptual y metodológica para el análisis de los sistemas de innovación en países en contextos diferentes a

<sup>1</sup> Que distingue entre el paradigma tecno-económico básico y las trayectorias específicas (Cooke, 2001).

<sup>2</sup> Cuyo enfoque estudia las nuevas estrategias de las compañías a partir del pos-fordismo, los nuevos modelos de producción (Kern y Schumann, 1988), la especialización flexible (Piore y Sabel, 1990) y la producción ligera (Learn Production), en relación con la racionalización sistémica de las relaciones tanto dentro de las empresas, como de estas con su entorno (proveedores y clientes).

los industrializados, cuyos procesos y alcances en innovación no son comparativo.

En función de lo expuesto, este artículo parte de las siguientes preguntas: ¿Cómo definen los enfoques de partida los conceptos de: innovación, sistemas de innovación nacional, regional, sectorial y tecnológico? ¿Cómo se excluyen o se complementan estos sistemas? ¿Qué alternativas o limitaciones representan estos enfoques para el caso de los países en desarrollo? ¿Qué metodologías se han venido desarrollando para medir los resultados de innovación en un sistema a nivel mundial y a nivel iberoamericano?

Esta temática se va a desarrollar teniendo en cuenta diferentes debates que se han dado dentro del enfoque de los sistemas, a saber: un primer debate en torno a la naturaleza del proceso de innovación, que condujo al reconocimiento de que la innovación no es un proceso de difusión en una sola dirección, sino que es un proceso o un sistema de innovación<sup>3</sup>. Un segundo debate, que trató sobre la naturaleza de los sistemas de innovación nacional: el papel de las instituciones, la oposición entre el determinismo tecnológico y organizativo, y las dimensiones políticas y sociales del aprendizaje. Un tercer debate, que estuvo relacionado con la naturaleza del proceso de innovación a nivel geográfico (Moulaert y Sekia, 2001).

Este artículo se compone de tres secciones. La primera es introductoria; la segunda contiene los conceptos de innovación, aprendizaje, conocimiento, sistema de innovación, sistema nacional de innovación (SNI), modelos de partida para la configuración de un sistema nacional de innovación (Fernández de Lucio, Triple Hélice, Cotec, el sistema nacional de aprendizaje); también se tratarán en este apartado los conceptos de sistema regional de innovación (SRI) y sistema sectorial y tecnológico de innovación. Al final de esta sección se expone brevemente la evolución internacional de los sistemas de medición de resultados en ciencia y tecnología. Finalmente, en la tercera sección se recogen los elementos desarrollados en todo el artículo y se exponen algunas inquietudes para futuras investigaciones.

Con relación al concepto de innovación, se hace aquí una revisión desde la postura clásica de Schumpeter (1939), la visión tecnológica de Nelson y Rosenberg (1993) y otros autores, la más reciente definición del *Manual de Oslo*, hasta llegar al concepto de innovación en relación con el aprendizaje y el conocimiento como alternativa conceptual.

El estudio de los sistemas de innovación, en lo relativo a sus componentes y tipologías, se ha centrado en la validez que tiene uno u otro sistema (nacional, regional, sectorial y tecnológico) como alternativa para el desarrollo del proceso de innovación en las distintas áreas geográficas. Para abordar esta temática aquí, en referencia al sistema SIN, se van a tratar los diferentes modelos para estudiarlo (Fernández de Lucio y Conesa, 1996; el modelo triple hélice de Leydesdorff y Etzkowitz, 1996; el modelo Cotec y el sistema nacional de aprendizaje de Viotti, 2001), los tres primeros más preocupados en identificar los agentes del sistema y sus relaciones, y el último constituye una alternativa metodológica para analizar sistemas nacionales de innovación de los países que, por su reducido desarrollo económico, no tienen la posibilidad de realizar innovaciones radicales y por ello deben seguir el camino de la imitación y el aprendizaje (Freeman, 2002).

Posteriormente se tratará el concepto de SRI, que ha sido diseñado como una alternativa al concepto de SNI, para reflejar la realidad de la innovación en todas las regiones (Heijs *et al.*, 2007; Lundvall, 1992; Rosenberg, 1993, entre otros). El concepto de SRI regional coincide en diferentes argumentos con el éxito de los *clusters* regionales y de los distritos industriales (Piore y Sabel, 1984; Porter, 1990), en la era pos-fordista, y la necesidad de comprender el papel desempeñado por las instituciones y las diferentes organizaciones en el crecimiento de la innovación a nivel regional (Asheim, 2007).

El concepto de sistema sectorial (Malerba, 2002) surge como una opción metodológica para estudiar los procesos de cambio tecnológico<sup>4</sup>, en una perspectiva diferente a la que se venía haciendo desde la economía industrial, cuyo enfoque brinda poca atención a los procesos de aprendizaje empresarial.

Junto con los sistemas de innovación, se tratará aquí brevemente la evolución de los sistemas de indicadores que se han desarrollado para medir los resultados de los procesos de innovación a nivel global e Iberoamericano (manuales de Frascati, Oslo, Bogotá, Buenos Aires, Lisboa y Santiago).

Como resultado final, se presentará un bosquejo de la propuesta que la autora está realizando actualmente, como alternativa metodológica para el estudio de los sistemas de innovación en los países en desarrollo, y que espera dar a conocer de manera más completa posteriormente.

<sup>3</sup> Una de las dimensiones de este debate corresponde a las diversas interpretaciones de la teoría de Schumpeter (1939).

<sup>4</sup> Que se estudian de manera complementaria desde el enfoque de los sistemas tecnológicos de la innovación, definidos por Carlsson, Jacobsson, Holmén y Rickne (2002).



## INNOVACIÓN Y SISTEMAS DE INNOVACIÓN (SI)

### *Innovación*

El término "innovación" fue introducido en el plano económico-empresarial por Schumpeter (1939), para denominar: 1) la introducción de un nuevo bien en el mercado, un bien con el que los consumidores no estén familiarizados; 2) la implementación de un nuevo método de producción o de comercialización de un producto, que se fundamente en un descubrimiento científico; 3) la apertura de un nuevo mercado en un país; 4) el descubrimiento de una nueva fuente de suministro de materias primas o de materiales, sin tener en cuenta si ya existe, y 5) la creación de una nueva estructura de mercado (monopolio, etc.).

Al término "innovación" se le señala de ambiguo, tanto como concepto como en el uso que se hace de él. Algunos

lo han utilizado para referirse a las innovaciones tecnológicas (Nelson y Rosenberg, 1993), otros para incluir innovaciones que no son tecnológicas propiamente (Lundvall, 1992). Freeman (1988), en el estudio sobre el sistema japonés, destacó las innovaciones sociales y educativas, mientras Carlsson y Stankiewicz (1995) incluyeron los marcos organizacionales como elementos destacados en los procesos de innovación.

La definición de "innovación" se ha configurado desde dos grandes perspectivas: como proceso y como producto. En el primer caso se refiere a la manera en que ha sido creado y elaborado un producto, a las etapas que conducen a su fabricación. En ese sentido, los desarrollos teóricos se han preocupado por identificar si se trata de un proceso lineal (Utterback, 1971; Rossegger, 1980) o multidireccional (Kline, 1985); de ahí se derivó la importancia de observar la innovación como un proceso interactivo entre los agentes



internos y externos a las empresas. Sobre esta discusión se volverá más adelante.

En cuanto a los indicadores en innovación, un referente relevante es el concepto de innovación que aparece en el *Manual de Oslo* (2005), que se ha venido ampliando. En un inicio, se consideraban solamente aspectos de innovación tecnológica del producto y del proceso (TPP) en la fase de la fabricación; posteriormente se incorporaron los cambios en las empresas de servicios, y por último se estableció como innovación los cambios que se pueden dar en las empresas en lo relativo a: *producto y servicios, proceso, organización y comercialización* (*Manual de Oslo*, 1992, 1997, 2005).

### El concepto de innovación con relación al aprendizaje<sup>5</sup>

Las discusiones sobre el tema han venido resaltando que la innovación no es un proceso que se difunde unilateralmente entre el creador y la empresa, y por tanto la innovación debe ser estudiada como un proceso interactivo de aprendizaje, que se desarrolla entre las empresas y su entorno (Asheim e Isaksen, 2001), es decir, un proceso no lineal (Cooke, 2001). Esto sugiere utilizar una definición de innovación más amplia, que lo considere como un proceso técnico y social, contextualizado en la cultura institucional y fuera de ella.

Una dimensión de este debate atañe al desarrollo y las interpretaciones del concepto de innovación en la teoría de Schumpeter (1939) creado en el marco del desarrollo de la economía capitalista de esa época y lo que significa hoy. Existen grandes diferencias en los procesos por los que se desarrollan las capacidades y significados de la innovación en las empresas, industrias y naciones. Pese a ser considerada la innovación, en dos épocas distintas, como el motor del desarrollo capitalista en su conjunto, hoy los procesos de cambio técnico están encabezados por las innovaciones que suelen realizarse en los países industrializados. Esto implica que en los países de las economías emergentes, los procesos de innovación se limitan, generalmente, a la absorción y a la mejora de las innovaciones producidas en los países industrializados. En este contexto, el concepto diseñado por Schumpeter puede ser visto como fondo de toda la concepción de la innovación nacional, pero este sería útil sólo para unos países en particular.

Viotti (2002) propone que, para el estudio de los sistemas de innovación en regiones y países con diferentes niveles de desarrollo en innovación, es más propicio utilizar un

<sup>5</sup> *El aprendizaje como proceso* (Asheim, 2001).

concepto innovación que incluya los procesos de aprendizaje, por medio de los cuales el conocimiento y las tecnologías son distribuidos de diferentes maneras en distintas áreas de interés. Este planteamiento parte de la idea de que las empresas recurren a las ideas, al "saber hacer" y a los demás activos de los clientes, proveedores, consultores, universidades, organizaciones financieras y de formación, independientemente de su localización geográfica, para innovar. En este sentido, el concepto de aprendizaje se refiere a: "Un proceso colectivo formado por la estructura de producción existente, por las organizaciones y las instituciones" (Cooke, 2001).

Cooke (2001) diferencia dos procesos de aprendizaje: 1) aprendizaje por la producción (*by producing*), que indica que se puede aprender haciendo, utilizando o interactuando en las actividades normales de producción<sup>6</sup>; 2) procesos de aprendizaje más complejos, que incluyen la investigación, el descubrimiento o la recombinación de paradigmas tecnológicos existentes que se transforman en nuevas tecnologías<sup>7</sup>. Con estos conceptos, el autor sugiere una metodología para identificar las regiones con desarrollo de conocimiento intensivo en ciencia y otro para las regiones que se encuentran más rezagadas. La cuestión es identificar a qué niveles las regiones aprenden unas de las otras para convertirse en más competitivas.

Siguiendo la investigación realizada por Cassiolo y Martins (1999) sobre los sistemas locales de innovación en algunos países del Mercosur (Brasil, Argentina y Uruguay), Viotti (1997) utiliza el concepto "aprendizaje" para explicar la absorción de la innovación desarrollada en otros lugares. De este modo, la innovación se considera como el proceso por el cual las empresas dominan e implementan los métodos de diseño y producción de bienes y servicios, que sean nuevos para ellas, independientemente de que hayan sido diseñados por otras. Desde esta perspectiva, Viotti (2001) asegura que la concepción de innovación se utiliza en el sentido original de Schumpeter, es decir, del tipo de cambio técnico alcanzado en un nuevo producto, proceso, sistema u organización, pero destaca la introducción, incluso por primer vez, de una técnica generada en otra empresa, región o país, asociada a la absorción y no a la innovación en el sentido schumpeteriano.

En los estudios sobre la influencia de los sistemas de innovación en la tasa de crecimiento económico de algunos países desarrollados (Inglaterra, Estados Unidos, Alemania

<sup>6</sup> Este tipo de aprendizaje se lleva a cabo principalmente en las empresas.

<sup>7</sup> Este tipo de aprendizaje se realiza casi siempre en instituciones como universidades, centros de investigación, etc.

y Japón) y de otros del tercer mundo (Brasil y Corea del Sur), Freeman (2002) retoma a Viotti (1997) para resaltar que no se pueden tratar metodológicamente del mismo modo a los dos grupos de países, por cuanto los puntos de partida de los resultados en innovación son diferentes para cada uno. Aun así, como entre los países denominados del tercer mundo hay diferencias marcadas, Viotti (1997, 2001) propone la utilización de los conceptos de sistema de aprendizaje activo y pasivo (sobre los cuales se volverá aquí más adelante en el apartado sobre sistema nacional de aprendizaje).

### El concepto de innovación en relación con el conocimiento<sup>8</sup>

La gran variedad de fuentes de conocimiento que pueden ser empleados por las organizaciones y las empresas demanda otros conocimientos para poder realizar la transferencia de la información (Asheim, 2007). Estas habilidades, también denominadas *capacidad de absorción*<sup>9</sup>, elevan la posibilidad de los agentes para actuar como interfaz entre los proveedores y las empresas captadoras de conocimiento.

En este proceso, Asheim (2007) señala tres tipos de conocimiento: *el analítico, el sintético y el simbólico*. *El conocimiento analítico* hace referencia tanto a la investigación básica como a la aplicada; para acceder a este tipo de conocimiento, las empresas cuentan con su propio departamento de I+D, aunque también recurren a los resultados de universidades y organizaciones que investigan; por ello los vínculos *Universidad-Industria* y sus redes son frecuentes. *El conocimiento sintético* tiene que ver con un conocimiento existente o de nuevas combinaciones de estos en otras aplicaciones (investigación aplicada). En las empresas que reproducen este tipo de conocimiento, la I+D es menos importante que en el caso anterior; pueden mantener relación con la universidad para investigación aplicada en desarrollo de productos y procesos, pero principalmente utilizan la experiencia en el puesto de trabajo a través del *learning-by-doing*. *El conocimiento simbólico* hace referencia al conocimiento utilizado en el diseño de los productos,

está menos vinculado a una cualificación formal y a titulaciones universitarias que a la experiencia en las etapas del proceso creativo.

En el cuadro 1 se resumen las correspondencias entre el conocimiento como recurso y el aprendizaje como proceso, de gran utilidad para establecer nexos entre el proceso de aprendizaje y el resultado final en innovación.

**CUADRO 1. Relación de los tipos de conocimiento con el aprendizaje.**

Recurso	Proceso
Tipos de conocimiento (Asheim, 2007)	Aprendizaje (Cooke, 2001)
Conocimiento sintético: utiliza la experiencia en el puesto de trabajo a través del <i>learning-by-doing</i> .	Aprender en el proceso de producción "aprender haciendo". Investigar y descubrir utilizando conocimiento y paradigmas tecnológicos existentes
Conocimiento simbólico: innovación recombina conocimientos existentes de nuevas maneras.	
Conocimiento analítico: innovación por medio de la creación de nuevos conocimientos.	Descubrir, producir nuevo conocimiento para solucionar los problemas específicos

Fuente: elaboración propia a partir de Heijs *et al.* (2007) y Cooke (2001).

### Sistemas de innovación

El enfoque sistémico señala que las innovaciones se llevan a cabo a través de una red de agentes, que están relacionados entre sí por un marco institucional, como se representa en la figura 1. La interacción constituye lo que se denomina sistema de innovación (Lundvall, 1992; Nelson y Rosenberg, 1993; Asheim, 2007).

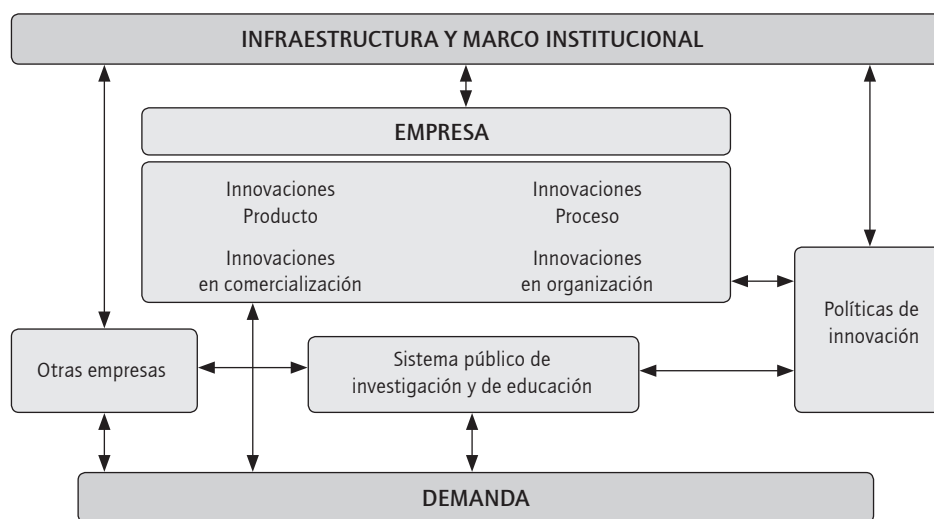
Algunos estudios (Cooke, 2001; Carlsson *et al.*, 2002) expresan la necesidad de establecer la diferencia entre sistemas "operacionales" y sistemas "conceptuales" de innovación. El primero expresa el fenómeno real, y el segundo representa una abstracción lógica, una construcción teórica que consiste en principios o leyes que explican las relaciones entre las variables. El sistema operacional está relacionado con un enfoque metodológico específico, a través del cual se identifican los elementos que constituyen el sistema, sus características específicas, las relaciones entre sus elementos y los límites del sistema (Cooke, 2001).

Según Asheim (2007), el concepto de sistema de innovación se puede entender en un sentido restrictivo o en uno más amplio. Una definición restrictiva involucra las funciones de I+D de la universidad, de las instituciones de investigación y de las corporaciones públicas y privadas. Una concepción más amplia incluye los aspectos económicos,

<sup>8</sup> *El conocimiento como recurso* (Asheim, 2001), *op. cit.*

<sup>9</sup> La *capacidad de absorción* representa el potencial de conocimientos teóricos y prácticos de la empresa para incorporar a sus procesos de producción las tecnologías desarrolladas por otros elementos del sistema de innovación. Las empresas necesitan realizar actividades que generen cambio (implementar programas de calidad, desarrollo de I+D, etc.). Esas actividades llevan a las empresas a aprender del aprendizaje, y se unen a este proceso por la I+D, por la enseñanza, por la práctica de la interacción (Fernández de Lucco y Conesa, 1996).

FIGURA 1. Marco para la medición de la innovación.



Fuente: *Manual de Oslo* (2005).

así como el entramado institucional que afecte el aprendizaje y la difusión del conocimiento.

El foco de su estudio ha de estar en la complementariedad (o falta de ella) entre los subsistemas (científico, tecnológico, económico, político y cultural) y cómo se complementan estos con los organismos nacionales para producir, difundir y utilizar el conocimiento (Freeman, 1987, 2002; Lundvall, 1985, 1992).

Las relaciones están compuestas por los vínculos entre los componentes, las propiedades y el comportamiento de cada componente frente al comportamiento del conjunto. Debido a esta interdependencia, los componentes no pueden ser divididos en subconjuntos independientes; el sistema es, más que la suma de sus partes, un todo (Carlsson *et al.*, 2002). Al producirse un nuevo conocimiento, el sistema de innovación, como un todo, influye sobre su medio y sobre las condiciones externas a él.

En el estudio de los flujos del conocimiento y del aprendizaje se pone en evidencia, por ejemplo, cómo se benefician las industrias de los desarrollos de sus proveedores y viceversa. Sin embargo, el análisis parcial de nexos y flujos en la teoría de los sistemas puede representar una barrera en la reconstrucción de un sistema, principalmente si no se tienen en cuenta el flujo y los nexos cambiantes entre los actores e instituciones que componen el sistema (Archibugi *et al.*, 2001). Este carácter dinámico también se advierte en el enfoque de los "bloques de desarrollo" (Dahmén, 1950, 1989), que afirma que en este proceso se experimenta una serie de tensiones estructurales que, una vez resueltas, hacen posible el progreso. Dichas tensiones

se producen tantas veces como procesos de innovación se empiecen (Carlsson *et al.*, 2002).

### Tipos de sistemas de innovación

Los procesos de innovación pueden evolucionar siguiendo pautas muy diferentes, dependiendo de los procedimientos de búsqueda de las empresas. Según Dosi (1988) y Kautonen (2001), las principales pautas están relacionadas con: 1) la I+D formal en empresas y laboratorios de investigación; 2) los procesos informales relacionados con la difusión de la información y de la innovación; 3) las externalidades de cooperación inter-empresas; 4) las innovaciones adoptadas de otras industrias, y 5) los *inputs* de innovación insertados en equipos de capital y bienes intermedios.

Un estudio realizado a 1.329 empresas españolas activas en innovación demostró que la cooperación con agentes externos tiene un efecto limitado, que las estrategias que representan un papel importante en los resultados de innovación de estas empresas son las actividades internas de investigación y desarrollo (I+D). La conclusión del análisis sugiere no sobrevalorar la adquisición externa de conocimiento y el diseño de políticas centradas en fortalecer las capacidades internas de las empresas (Vega *et al.*, 2008). Siguiendo los supuestos en Pavitt (1984), el estudio en mención encontró dos patrones de innovación diferenciada: 1) las empresas basadas en la ciencia (química, productos farmacéuticos, componentes electrónicos, aparatos de radio, televisión y comunicación, construcción aeroespacial) y 2) las empresas dominadas por los proveedores (textil, confección, cuero, calzado, madera, corcho, muebles,

papel, etc.), y halló que las empresas basadas en la ciencia utilizan como principales fuentes de innovación las actividades de I+D y la investigación realizadas por las universidades y los institutos públicos de investigación y, de otro lado, que las empresas dominadas por los proveedores derivan su innovación de la introducción de bienes de capital producidos por empresas de otros sectores (Vega *et al.*, 2008). En el análisis de otros casos, como Alemania, Japón, la antigua Unión Soviética, los países del Este asiático y de América Latina, como Brasil, Argentina y Uruguay (Freeman, 2001, 2002), demostró que las relaciones interempresas eran de vital importancia, pero que los vínculos externos con el sistema de ciencia y tecnología también resultaban ser decisivos en el éxito innovador.

La cuestión que se plantea en el estudio de los sistemas de innovación consiste en identificar si existen relaciones de las empresas con otros agentes y en dónde se ubican estos. De acuerdo con Kautonen (2001), si la relación se produce con agentes de fuera de la región, no es relevante utilizar el término "sistema". Por el contrario, si se observan relaciones entre los agentes de una determinada región, se debe indagar por la naturaleza de esas relaciones –la forma que adquieren y la influencia que tienen sobre todo el sistema.

Los sistemas de innovación se han definido con múltiples aplicaciones: nacionales, regionales, sectoriales o tecnológicos. A continuación se exponen las características de cada uno de estos enfoques.

#### SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN (SNI)

El concepto de sistema de innovación aparece en la década de 1980, asociado al sistema nacional de innovación. Los primeros en referirse al tema fueron Freeman (1987) y Lundvall (1985). Freeman (1987) propuso el concepto de SNI a partir de su estudio sobre los rasgos que favorecieron el carácter sistémico de la innovación en Japón, en donde el Estado asumió el papel de articulador entre los actores. Lundvall (1985) puso especial énfasis en la relación que se establece entre los canales de información (sistemas productivos, los sistemas de regulación, etc.) en el proceso de la innovación.

La gran mayoría de los autores coinciden en definir un sistema de innovación como un conjunto de instituciones que interactúan para desarrollar, difundir, transferir y aplicar conocimientos y tecnologías (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson y Rosenberg, 1993; Edquis y Jonson, 1997). Sin embargo, al enfoque del sistema nacional de innovación se le califica de rígido, por centrarse en la identificación de sus componentes y en el establecimiento de sus interrelaciones de manera mecánica estática, del mismo

modo que se evidencia la falta de argumentos teóricos para explicar el comportamiento de los componentes y del conjunto del sistema.

El enfoque geográfico del concepto de SNI hace énfasis en la importancia de la proximidad para el desarrollo de las actividades innovadoras: la concentración genera sinergias y aprendizajes colectivos. La presencia de instituciones públicas (centros tecnológicos, consultores, parques tecnológicos, agentes financieros) es una condición indispensable para garantizar la transferencia de tecnología. La característica común de estos enfoques es la proximidad espacial, la cultura y la identidad regional; estas características venían siendo enunciadas también desde la perspectiva que se basa en los conceptos de distrito industrial diseñado por Marshall (1919), polos de crecimiento (Perroux, 1955) y la teoría de los *clusters* (Porter, 1990).

La eficacia de un SNI (Freeman, 1987; Nelson y Rosenberg, 1993; Conesa, 1997; Rodríguez, 1997) demanda del cumplimiento de requerimientos como: 1) tener instrumentos para definir estrategias tecnológicas en respuesta a las necesidades de los mercados; 2) definir estrategias de financiación de la innovación a través de las instituciones públicas y privadas, y 3) promover la calificación de la mano de obra, a través del sistema educativo y de un sistema de relación instituciones educativas-empresa, que permita formar personal tanto a nivel superior como técnico para aplicar y difundir las innovaciones. Una característica fundamental que garantiza la interacción entre los agentes de un sistema nacional y regional de la innovación es la integración entre la ciencia, las instituciones de enseñanza superior y la industria (Heijs *et al.*, 2007).

Christopher Freeman (2001), en su artículo sobre la perspectiva histórica del sistema nacional de innovación, demuestra que han existido enormes diferencias entre las maneras en que los países han organizado y desarrollado sus procesos de innovación. En un análisis comparativo entre Inglaterra y los países del Mediterráneo –en casos como el de Italia–, Freeman (2002) asegura que el éxito del primero se basó en su interacción positiva entre la ciencia, la técnica, la cultura y el espíritu empresarial.

En el caso de Estados Unidos, Freeman (2002) señala que sería el desarrollo de intangibles derivados del entrenamiento administrativo de los ingenieros lo que posibilitó el aprovechamiento de tangibles como el petróleo, el acero, los productos químicos, los minerales y la energía eléctrica. Lo que destaca en este caso es que los desarrollos tangibles se pudieron aprovechar gracias a un cambio institucional en educación, formación e I+D. La transferencia de tecnología y técnicas de gestión alcanzada por Estados Unidos fue trasladada a Europa por las empresas de



ese país y viceversa. Sin embargo, estas imitaciones fueron fructíferas en la medida en que la adquisición y la asimilación de la tecnología estuvieron acompañadas de políticas sociales y tecnológicas adecuadas.

Ahora bien, en relación con los países en desarrollo, Gerschenkron (1962, 1963) propone su teoría de los "recién llegados" (Freeman, 2002) señalando que para estos el coste de la imitación ha sido alto por la ausencia de una infraestructura adecuada para acoger eficazmente la tecnología, es decir, de su capacidad social e institucional a través del sistema nacional de innovación para el cambio tecnológico. La adopción también requiere una fuerte reforma del sistema financiero, para que esta sea capaz de respaldar la inversión que demandan los cambios y aprovechar la ventaja de imitar, que es más fácil y menos costosa que la innovación gracias a los acuerdos de transferencia de tecnología, inversión interna y al empleo de personal cualificado. Estos países no han tenido que enfrentar las condiciones de incertidumbre, costes y apertura de mercados completamente nuevos (Freeman, 2002).

En el estudio de la configuración de los elementos que constituyen un sistema nacional de innovación, se han venido desarrollando diferentes *modelos de partida*. Esta perspectiva constituye un marco analítico a través del cual se identifican los elementos que conforman el sistema, sus características específicas, las relaciones entre sus elementos y los límites del sistema (Cooke, 2001). Los siguientes son algunos de los modelos de partida para el estudio del SNI: 1) el modelo establecido por Fernández de Lucio y Conesa; 2) el modelo triple hélice; 3) El modelo Cotec, y 4) el sistema nacional de aprendizaje (SNA).

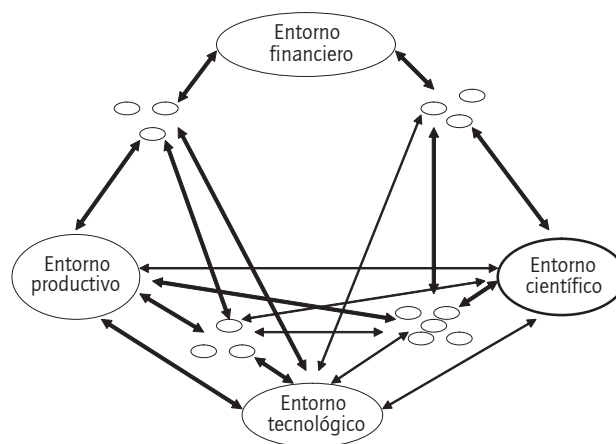
1. *El modelo de Fernández de Lucio y Conesa (1996)*: este modelo considera que un SNI se caracteriza por: a) los *elementos y estructuras* que contiene, y b) las *relaciones* que se producen entre *los elementos* que lo configuran.

De acuerdo con esto, *los elementos del SNI* se agrupan en los siguientes entornos: el *entorno científico* (grupos de investigación de las universidades y organismos públicos y privados de investigación); el *entorno tecnológico* (unidades de I+D de las empresas, los centros tecnológicos, las asociaciones empresariales de investigación, las empresas de ingeniería y consultoría tecnológica); el *entorno productivo* (empresas productoras de bienes y servicios); el *entorno financiero* (entidades financieras públicas y privadas que otorgan créditos, subvenciones como capital riesgo, capital semilla, etc.).

Las *relaciones* entre agentes de un mismo entorno y de entornos diferentes se dan por medio de las denominadas

*estructuras de interfaz (EDI)*<sup>10</sup>. Dichas unidades están representadas con pequeños círculos en el esquema del modelo de Lucio y Conesa, en la figura 2. La relación entre entornos y de entornos con las EDI está representada por flechas; su grosor refleja la intensidad de la relación. Del mismo modo, el grosor de los trazos en los círculos indica su grado de desarrollo (Fernández de Lucio y Conesa, 1996).

FIGURA 2. Representación esquemática del modelo Fernández de Lucio y Conesa (1996)



Para precisar el concepto de EDI, en el cuadro 2 se registran algunas de ellas, asociadas a sus respectivos entornos.

CUADRO 2. EDI por entorno en el modelo de Fernández de Lucio y Conesa (1996)

Entorno	Estructuras de interfaz
Científico	Fundaciones Universidad – Empresa (FUE) Oficinas de Transferencia de Resultados (OTRI) Interfaces Especializadas del Entorno Científico (IESEC)
Tecnológico	Centros Técnicos de Formación y Asesoramiento (CTFA) Centros de Servicios Técnicos (CST) Consultores Tecnológicos (COT) Institutos Tecnológicos (IT)
Productivo	Centros Empresas Innovación (CEI) Parques Tecnológicos (PT) Unidades de Interfaz Empresariales (UIE)
Financiero	Entidades de Capital Riesgo (ECR) Entidades de Interfaz de la Administración (EIA)

La valoración de las relaciones entre los entornos en Fernández de Lucio y Conesa (1996) está dada por diferentes indicadores que señalan el incremento<sup>11</sup> de la relación entre los diferentes entornos. A modo de ejemplo, la

<sup>10</sup> Son unidades establecidas en un entorno o área de influencia, cuyo objetivo principal es promover, facilitar y establecer marcos de cooperación entre los elementos de los entornos propiamente dichos.

<sup>11</sup> Evolución positiva en la relación entre dos entornos.



relación del entorno productivo y los entornos científico y tecnológico estaría dada por: 1) la cuantía económica de los contratos suscritos entre las empresas y los centros públicos de I+D+i, y 2) la cuantía económica de los contratos suscritos entre y con las asociaciones de investigación empresarial. De igual modo procede con el análisis de los demás entornos.

Uno de los principales aportes de este modelo es el reconocimiento de las denominadas estructuras de interfaz (EDI) como unidades fundamentales en la interacción y la cooperación entre las partes del sistema, para llevar a cabo los procesos de innovación. De las principales debilidades que se reconocen en este modelo es que se centra en las relaciones de interacción y le da poco valor a los componentes del sistema (Sanz, 2001; Mauri, 2004, 2007).

Para otros autores, en la interacción se han de tener en cuenta cuidadosamente el aprendizaje y la acumulación de conocimiento que se potencia en las instituciones a través del sistema educativo de cada región y bajo el cual se entrenan los investigadores para asimilar las tecnologías (Lundvall, 1992); estos aspectos no son claros en este modelo. También desempeña un papel importante la interacción entre productores y usuarios de la tecnología, que para el mismo autor depende de las oportunidades técnicas y de las necesidades de los usuarios. En ese sentido, el papel del sistema de innovación radica en identificar las asimetrías de conocimiento entre usuarios y productores para promover innovaciones útiles (Heijs *et al.*, 2007).

2. *El modelo triple hélice*: fue propuesto por L. Leydesdorff y H. Etzkowitz (1996); plantea la interacción a partir de tres elementos: la universidad pública a través de la investigación pública, las empresas y el gobierno.

El modelo identifica dos modos básicos: modo 1, el Estado es protagonista de las relaciones entre las partes (empresa y universidad); modo 2, el modelo del "laissez-faire" en donde las relaciones entre las tres partes constituyen unidades independientes, y las relaciones entre las mismas dependen de objetivos puntuales. En este modelo, las actividades de las partes se mezclan de tal manera que todas participan en la fijación de políticas tecnológicas y de investigación. De este modo, se elimina el destacado papel de la administración pública y se da protagonismo a la universidad y a la empresa. Como se observa en la figura 3, el modelo se centra sobre tres agentes muy importantes, pero deja de lado elementos clave como las instituciones de financiación como apéndices de las empresas o de la administración pública (Sanz, 2001). De la misma manera, el entorno no está considerado como elemento fundamental, a pesar de que los resultados van enfocados hacia el mercado.

FIGURA 3. Representación esquemática del modelo triple hélice.



Fuente: adaptado de L. Leydesdorff y H. Etzkowitz (1997) por Mauri (2004, 2007).

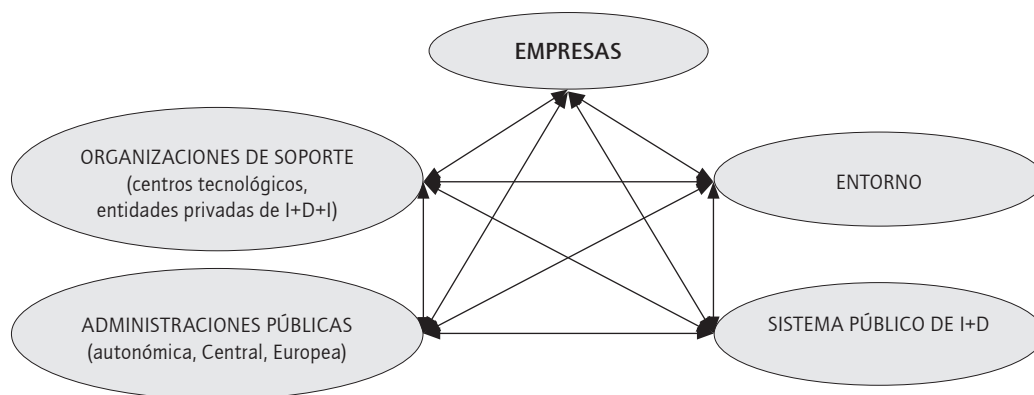
3. *El modelo Cotec*: está planteado como un sistema interrelacionado compuesto por cinco elementos: entorno, sistema público de I+D+i, infraestructuras, administración y empresas (figura 4). Se reconoce como aporte de su modelo la introducción de instituciones no creadas para la innovación, como las de educación superior y la influencia del entorno, entre otras.

Según el modelo Cotec (2005), de la interacción entre los agentes se esperan los siguientes resultados:

- 1) De las empresas con: a) *la administración*: financiación, ayudas no financieras, regulación, mercado público de la tecnología, definición de políticas científicas y tecnológicas de innovación, incentivos que fomenten la I+D+i en los sectores con menor productividad. b) *el sistema público de I+D+i*: alineación de la estrategia de investigación pública con el tejido empresarial, transferencia de tecnología entre sistemas de I+D+i y la empresa<sup>12</sup>, entornos que propician el intercambio de conocimiento, movilidad de personal, impulso a la creación de empresas de base tecnológica (absorción de *spin-off* nacidos en la investigación pública y haciendo más atractiva estas iniciativas). c) *las organizaciones de soporte a la innovación*: desarrollo de tecnologías de base, alianzas estratégicas, I+D bajo contrato, servicios para la innovación –a través de parques científicos y tecnológicos–, movilidad de personal entre sistema educativo e investigadores empresariales, creación de empresas de base tecnológica. d) *sistema educativo*: planes de enseñanza, formación en la empresa. e) *sistema financiero*: financiación a

<sup>12</sup> Investigación bajo contrato, consultoría tecnológica y cesión de derechos de propiedad industrial e intelectual, provisión de servicios tecnológicos, formación.

FIGURA 4. Estructura del sistema español de innovación.



Fuente: Cotec (2007).

- empresas consolidadas, en fase de expansión, de base tecnológica.
- 2) Relaciones entre la administración y el sistema público de I+D+i: estrategia científica y tecnológica, captación de investigadores en el marco internacional, valorización social de la actividad investigadora, creación y mantenimiento de las infraestructuras, financiación de programas compartida entre administraciones.
  - 3) Relaciones entre el sistema público de I+D y los organismos de soporte: constituida por una relación de colaboración, no de competencia, representada en las alianzas entre los institutos y las universidades.
  - 4) Relaciones entre el sistema público de I+D y el entorno: promoción de la movilidad de personal, difusión y divulgación de la ciencia.
  - 5) Relaciones entre organismos de soporte y el entorno: impulso de los parques científicos y tecnológicos, promoción de los valores de la ciencia, la tecnología y la innovación.
4. *El sistema nacional de aprendizaje (SNA)*: Lundvall (1988, 1992) fue de los primeros en destacar la importancia del aprendizaje en un sistema nacional de innovación. El SNA está planteado sobre la idea de que los países que han llegado más tarde al desarrollo económico no tienen opciones claras de realizar innovaciones radicales, y por ello siguen el camino de la innovación a través de la imitación; en eso consiste su aprendizaje (Freeman, 2002). En el SNA, el concepto de aprendizaje se concibe como la absorción de las técnicas ya existentes, es decir de las innovaciones producidas en otras empresas, regiones o países, y no como la innovación en el sentido estrictamente schumpeteriano.

De acuerdo con Viotti (2001), el SNI diseñado en el seno de las economías desarrolladas, en donde la innovación tiene un papel central, no es adecuado para los países de las economías de industrialización tardía, porque los procesos de cambio técnico entre estas economías es muy diferentes. De esta manera, la extensión del concepto de SNI en los países menos desarrollados puede perjudicar la comprensión de la naturaleza, el ritmo y la dirección de la innovación y puede conllevar al diseño de políticas no apropiadas.

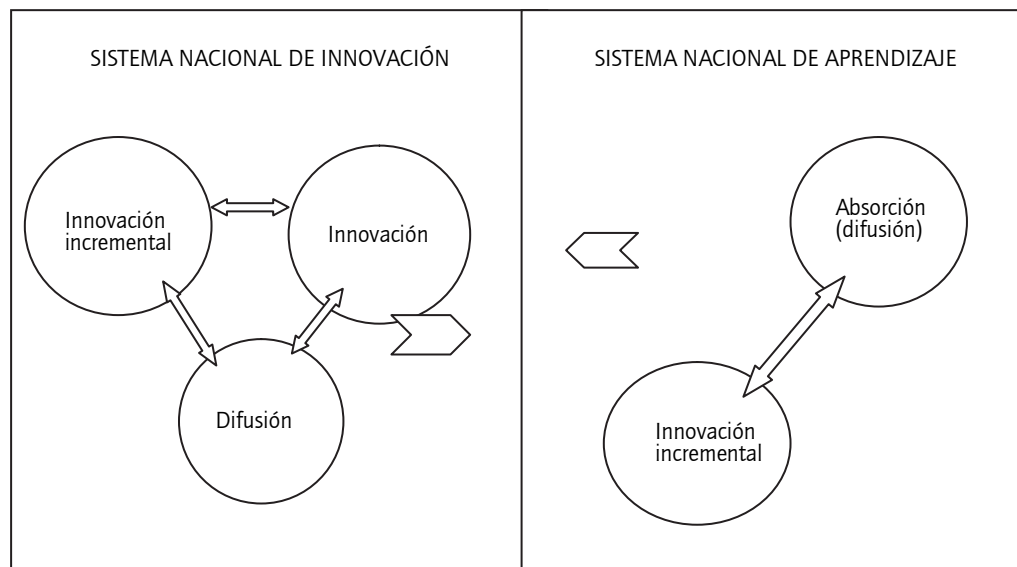
En la figura 5 se sintetiza la configuración de un SNA con relación al SNI y la relación entre los dos.

En la perspectiva del proceso de aprendizaje, el sistema de innovación se define específicamente como: "El conjunto de todas las instituciones que están dedicadas a la investigación, la acumulación y la difusión de conocimientos en el desarrollo de tecnología, productos y procesos innovadores" (Kuhlmann, 2001).

El sistema de innovación se extiende de este modo a escuelas, universidades, instituciones de investigación, empresas industriales, al sistema político-administrativo, e igualmente a las redes formales e informales que existan entre los diferentes agentes (Cooke, 2001). La difusión del conocimiento, propiamente dicha, debe ser garantizada por los organismos reguladores que emiten normas y leyes, así como por los organismos financieros (Kuhlmann, 2001).

Como pueden existir diferenciaciones en el alcance de la innovación, Viotti (1997) establece la categoría de *innovaciones incrementales*, generadas por diferentes procesos de aprendizaje, a saber: 1) la estrategia de *aprendizaje pasivo*, como el esfuerzo tecnológico desarrollado que se dirige esencialmente a la absorción de las innovaciones que llegan a través de la inversión extranjera, de licencias de tecnología, y 2) la estrategia de *aprendizaje activo*, que

FIGURA 5. Sistemas nacionales de cambio técnico.



Fuente: Viotti (2001).

son procesos avanzados de aprendizaje en los que las empresas van más allá de la absorción y se comprometen en la capacidad de mejora de las innovaciones recibidas a través de la compra de tecnología, realizando por ejemplo ingeniería inversa, etc. Utilizando estos conceptos, Viotti (2001) analizó comparativamente los casos de Brasil y Corea del Sur, y explicó los resultados obtenidos en relación con el retraso que tiene el primero frente al segundo, es decir, de la aplicación de una estrategia de aprendizaje pasiva en Brasil, frente a una activa en Corea del Sur. A pesar de que el aprendizaje activo pueda ser visto como un comportamiento natural, por el contrario debe ser un punto de partida para analizar que no existen las condiciones institucionales externas a estas para superar las limitaciones.

#### SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN (SRI)

El concepto de SRI apareció hacia los años 1990 en diferentes estudios (Lundvall, 1992; Cooke, 1992, 2001; Asheim, 1995), definido como un conjunto de agentes, relaciones y procesos vinculados a la producción, distribución y utilización de conocimientos económicamente útiles en una región.

El carácter sistémico del SRI deriva del carácter asociativo de las redes de innovación (Cooke y Morgan, 1998), cuyas relaciones en muchas ocasiones se refuerzan por la prevalencia de una *cultura innovadora*<sup>13</sup>. Sin embargo, no todas las relaciones sistémicas están incluidas; existen algunas

que están regionalizadas o dependen de conocimientos específicos, de interacciones cara-a-cara o de relaciones basadas en la confianza.

El concepto de SRI coincide en algunos argumentos con el éxito del *cluster*<sup>14</sup>: pueden coexistir en el mismo territorio, el SRI puede albergar varios *clusters*, pero el *cluster* no es parte integrante de un SRI (Asheim, 2007). También coincide este concepto con el de los distritos industriales en la era pos-fordista (Piore y Sabel, 1984; Porter, 1990), ante la necesidad de comprender el papel desempeñado por las instituciones y las diferentes organizaciones en el crecimiento de la innovación a nivel regional (Asheim, 2007). Al igual que en los sistemas de innovación, un *cluster* se desempeña a través de una red de agentes, con los cuales realiza trabajo de forma conjunta. Pero no en todas las regiones los *clusters* están bien establecidos, y sus grados de cooperación con las instituciones regionales y nacionales divergen (Cooke, 2001). Una diferencia entre el *cluster* y las redes formalmente establecidas es que para el *cluster* la proximidad territorial es relevante, mientras que para las redes es un paso importante hacia la cooperación más sistémica y planeada para promover formas más eficientes de aprendizaje e innovación (Asheim e Isaksen, 2001).

<sup>13</sup> Conjunto de actitudes, valores, normas, rutinas y expectativas (Asheim, 2007).

<sup>14</sup> El primer concepto de *cluster* emitido por Porter (1990) fue básicamente económico; indicaba que las industrias que tenían éxito en una nación tienen una relación vertical (comprador-proveedor) y horizontales (clientes comunes). Años después el mismo Porter (1998) definió *cluster* como una concentración geográfica de empresas e instituciones interconectadas en una esfera de actividad específica, que abarcan un conjunto vinculado de industrias y otras entidades para competir (Porter, 1998).

El concepto de SRI ha sido diseñado para asumir la heterogeneidad entre las regiones de un mismo país y no suponer que los sistemas nacionales de innovación interpretan totalmente esta realidad. Se trata de una alternativa metodológica para resolver ese vacío e interpretar la dinámica de la innovación en el ámbito geográfico de la región (Lundvall, 1992). También Rosenberg (1993) lo había planteado en su concepto de sistema de innovación, en el que les concedió gran importancia a aspectos como el nivel de descentralización geográfica y política con respecto a la ciencia y a la tecnología, los sistemas educativos y la especialización sectorial de los sistemas productivos nacionales.

La política tecnológica difiere de un país o región a otro; esto determina la tipología del sistema de innovación. Los países y las regiones cumplen diferentes funciones dentro del sistema nacional e internacional de innovación Heijis *et al.* (2007). Las tasas de crecimiento en innovación de las distintas regiones –a nivel continental, subcontinental y también entre los países desarrollados y los subdesarrollados– experimentan unas marcadas diferencias, que pueden ser atribuidas a entidades subnacionales (provincias, distritos industriales y ciudades-región) que han logrado un protagonismo que supera al del Estado-nación. Según Freeman (2002), estos resultados no se deben a la preponderancia de un sistema sobre otro, puesto que el sistema nacional y los sistemas subnacionales no se excluyen, sino que se complementan mutuamente.

Kulhmann (2001) coincide parcialmente con este argumento; asegura que si bien las políticas nacionales se complementan con las regionales, en ocasiones compiten con ellas y con las transnacionales. En casos como el de la Unión Europea, las rutas que han tomado estas relaciones pueden ir en el siguiente sentido: una centralización de la política de innovación europea frente a la regional, una fuerte competencia entre el sistema europeo central de innovación frente a los sistemas nacionales y regionales, un punto de mediación entre la competencia y cooperación entre las diferentes culturas regionales y una estructura de gobierno relacionadas. Sin embargo, el Estado-nación continúa siendo útil como garante del estado de derecho local, en las negociaciones entre sí de los diferentes actores.

Para resolver estos vacíos, Koschatzky (2000) propuso clasificar los SRI en *dos grandes grupos*: 1) corresponde a las *regiones y los países centrales*, que son el centro del sistema internacional de innovación, y 2) corresponde a las *regiones que desarrollan innovación en función de las regiones centrales* o en explotación de recursos endógenos. Las políticas de innovación regional sólo tienen sentido si la región tiene un básico de infraestructura de tecnología

de empresas innovadoras. De lo contrario podría existir un tercer tipo de sistema de innovación en donde la utilidad de las políticas es muy baja, debido a que los puntos de partida para la innovación son muy pobres.

### SISTEMAS REGIONALES DE INNOVACIÓN Y APRENDIZAJE

El concepto de SRI en relación con el aprendizaje desarrolló la crítica al modelo lineal y tradicional, que venía dominando como principal estrategia en las políticas de I+D nacionales, basado en una investigación secuencial y tecnocrática (Asheim, 2001). En esta perspectiva, la innovación, más que el resultado de la actividad investigadora, es un proceso creativo que se produce como resultado de la interacción entre los agentes del proceso, la propiedad acumulativa, los rendimientos del proceso innovador y la orientación a la resolución de problemas (Moulaert y Sekia, 2001).

Con relación a la proximidad geográfica y al aprendizaje, otros autores (Wolfe y Gertler, 2001; Porter, 1990) aseguran que la innovación es un proceso que se potencia por el agrupamiento espacial de las partes implicadas en una misma región, por las siguientes razones: 1) la proximidad facilita la interacción formal e informal y el aprendizaje; 2) las empresas agrupadas en una misma región comparten cultura regional que puede crear un lenguaje o código común –a través de las repeticiones en las interacciones– que puede facilitar el proceso del aprendizaje; 3) el lenguaje común se apoya de forma complementaria en la creación de instituciones regionales que contribuyen en la formulación de normas y convenciones que refuerzan el comportamiento de las empresas locales y la interacción entre ellas. Pese a coincidir en estos aspectos, Moulaert y Sekia (2001) sostienen que en esta teoría se puede interpretar la región como un sistema de innovación que puede ser considerado como un subsistema de sistemas ubicados a nivel nacional o sectorial, del mismo modo que como una versión reducida del SNI con sus propias dinámicas.

Para Asheim (2007), los SRI son sistemas que contienen dos subsistemas de agentes involucrados en el aprendizaje; ellos son: 1) un subsistema de explotación de conocimientos conformado por las *empresas*, que en muchos casos conforman un *cluster*, y 2) un subsistema de explotación de conocimientos conformado por los *centros de investigación públicos y privados, universidades, agencias de transferencia tecnológica, organizaciones de formación*, etc. El gobierno regional se expresa a través de las organizaciones públicas –cuyo poder también puede derivar del gobierno nacional– y privadas –asociaciones sectoriales, cámaras de comercio– para apoyar la innovación (Asheim y Cooke, 1999; Lundvall y Maskell, 2000).



Estos enfoques sugieren, claramente, que para examinar la forma y el carácter dominante de un sistema de innovación no es suficiente el plano regional; por esta razón, debe contextualizarse el análisis en varias formas de redes y sistemas de innovación (regional, nacional e internacional).

#### SISTEMA SECTORIAL DE INNOVACIÓN

##### Y LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE EN LAS EMPRESAS

Este sistema está diseñado a partir de la base de que las fronteras de una nación o de una región no siempre son adecuadas para examinar la dinámica de la innovación de los sectores, cuyo comportamiento difiere en cada contexto. El sistema sectorial se define como: "Una base de conocimientos, tecnologías específicas, *inputs*, y una demanda existente o potencial creada por un conjunto de agentes, para un conjunto de productos (nuevos o establecidos) que comparten usos específicos" (Malerba, 2002).

Los sectores tienen diferentes grados y fuentes –internas o externas– de accesibilidad al conocimiento; en algunos casos el fenómeno puede estar relacionado con los principales avances científicos en las universidades, y en otros casos puede depender de los avances en I+D en otras organizaciones.

Sin embargo, no todo el conocimiento desarrollado externamente a los sectores es de fácil acceso, y por esta razón resulta imprescindible desarrollar un análisis de la relación entre el conocimiento y las actividades innovadoras a nivel sectorial. En el interior mismo de los sectores existen diferencias y similitudes en los patrones de innovación; dicha capacidad está relacionada con la presencia de sistemas de innovación (nacional, regional, tecnológico), el nivel y alcance de la investigación universitaria, la presencia y eficacia en los mecanismos de transmisión, los vínculos verticales y horizontales entre los actores locales y los patrones de aprendizaje de las empresas.

De acuerdo con lo anterior, Malerba (2002) identifica como componentes esenciales del sistema sectorial, los siguientes: 1) las empresas, los usuarios y los proveedores; 2) las organizaciones (universidades, instituciones financieras, organismos gubernamentales, autoridades locales, asociaciones técnicas, etc.); 3) el conocimiento y la tecnología de base; 4) los mecanismos de interacción, y 5) los individuos (consumidores, empresarios, científicos). Los sistemas sectoriales evolucionan con el tiempo, y sus agentes están interconectados de diversas formas. La figura 6 contiene una posible representación de estos sistemas. El análisis de la relación entre las instituciones nacionales y las de los sistemas sectoriales es indispensable, por cuanto las primeras tienen diferentes efectos sobre las segundas y

viceversa. Así, en ciertos casos, algunos sistemas sectoriales pueden ser predominantes en un país porque sus instituciones ofrecen un entorno más adecuado para determinados tipos de sectores y no para otros.

También se dan casos en los que las instituciones nacionales pueden ser una limitación al desarrollo o la innovación en determinados sectores, por los desajustes entre las instituciones nacionales y sectoriales. Esta relación no siempre se da en una sola dirección, ya que los efectos no sólo se producen de las instituciones nacionales hacia las instituciones sectoriales: puede ocurrir que las instituciones de un sector, que es extremadamente importante para un país en términos de empleo, competitividad o importancia estratégica, acaben convirtiéndose en nacionales y de referencia para otros sectores.

El papel desempeñado por las redes sectoriales en un sistema o "estructura sectorial" difiere, en Malerba (2002), del planteado en la economía industrial, que lo asocia principalmente con estructura del mercado. En la perspectiva del sistema sectorial, por el contrario, esta estructura se refiere a los vínculos entre la tecnología y los agentes.

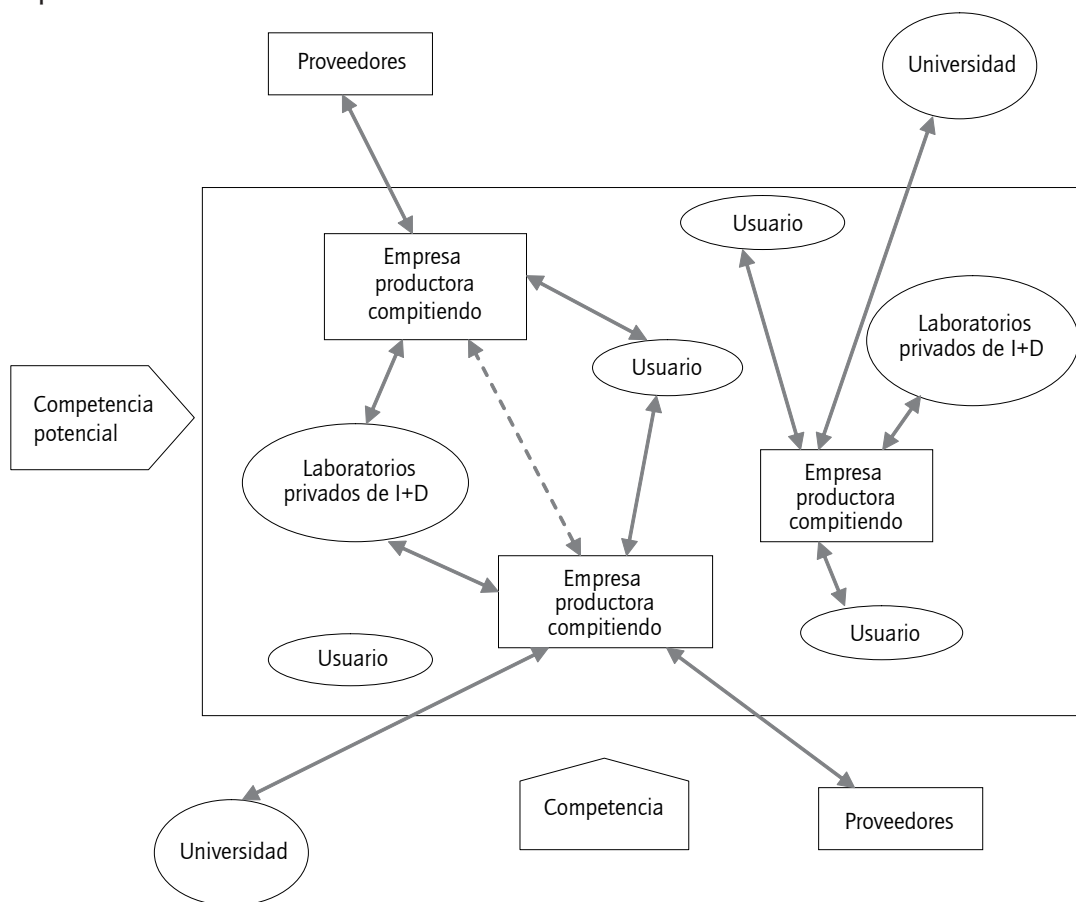
Geográficamente, los agentes de un mismo sector pueden coexistir en países o regiones distintos, pero se pueden comportar de diferente manera. En este sentido, no siempre las fronteras nacionales o regionales son adecuadas para el examen de la estructura, los agentes y la dinámica de estos sistemas<sup>15</sup>.

Los límites de un sector están asociados a su concentración geográfica en relación con la oportunidad de acceder a la variedad del conocimiento y el potencial tecnológico desarrollados en los ámbitos global y local. Las multinacionales, por ejemplo, pueden estar activas en un sistema sectorial, y beneficiarse de las condiciones del mismo (por ejemplo, localizando sus laboratorios de investigación en un país y estableciendo la cooperación con importantes universidades del lugar). En este sentido, las empresas multinacionales explotan las capacidades del sistema de innovación del país de acogida, para aumentar sus ventajas tecnológicas a partir de las fuentes foráneas (Malerba, 2002; Archibugi *et al.*, 2001).

En un sistema sectorial, los niveles de análisis pueden estar dados por las relaciones agentes como: los individuos (usuarios, científicos, etc.), las empresas, los grupos de empresas, las instituciones. La flexibilidad en la unidad de análisis está dada por el tamaño del sistema sectorial, que

<sup>15</sup> Sin embargo, la relación entre los agentes de un sistema sectorial está mediada por las instituciones de los sistemas nacionales y regionales de innovación.

FIGURA 6. Representación de un sistema sectorial.



Fuente: elaborado por la autora a partir de Malerba (2002).

exige involucrar a los nuevos grupos que van apareciendo en las nuevas tecnologías.

Así, pues, tanto el sistema sectorial como los demás sistemas de innovación están influidos por los sistemas tecnológicos, que se constituyen como: "Una red de agentes que interactúan en una determinada tecnología, en el marco de una infraestructura institucional (nacional, regional o sectorial), que participa en la generación, difusión y utilización de la tecnología (Carlsson *et al.*, 2002).

Una tecnología constituye un campo de conocimiento, con aplicación a un producto o familia de productos, dirigida a la satisfacción de una función determinada. En la figura 7, las columnas representan los productos (P1... P4), las tecnologías que se utilizan en estas aplicaciones (T1... T7), se ubican en los rectángulos, y finalmente los clientes (C1... C9), en los círculos.

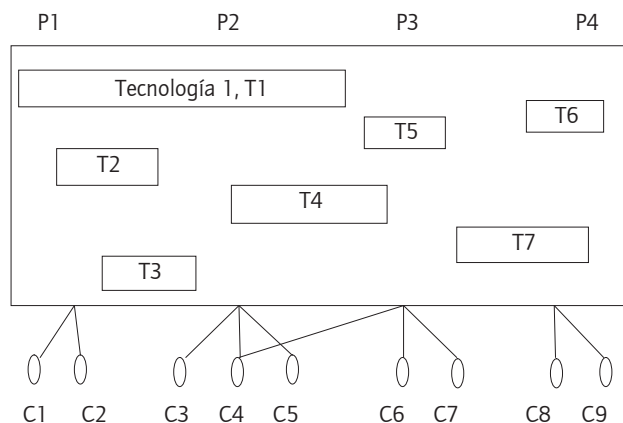
Un primer nivel de análisis estaría compuesto por la T1 en relación con P1 y P2; el foco de análisis aquí no son los productos, sino la relación entre las tecnologías y su difusión para alcanzar las diferentes aplicaciones; los clientes

C también pueden ser considerados en este caso. Igualmente, se deben tener en cuenta todas las entidades que tengan competencia en un campo tecnológico específico (figura 7).

Un segundo nivel de análisis puede ser cuando se toma un producto como semilla de análisis; es el caso de P1, que consta de varias tecnologías, pero estas no son el foco de análisis, sino la relación de P1 con los clientes. En este nivel de análisis los actores están ubicados todos en un sector determinado.

Un tercer nivel de análisis es el que se ha denominado "bloque de competencias", el cual se realiza a partir de un mercado específico y se centra la atención en un grupo de productos P1, P2, P3 y P4 –complementarios o sustitutos–, que tienen un mercado común y operan bajo un mismo sistema de actores (instituciones de suministro de productos a este mercado que comparten un entorno). En este nivel se deben analizar las relaciones entre los productos, entre los grupos de clientes, y en el caso de la tecnología no será posible realizar un análisis detallado de esta porque habrá una gama muy amplia.

FIGURA 7. Ilustración de los tres niveles de análisis.



Fuente: Carlsson et al. (2002).

Los límites de los sistemas tecnológicos están dados por tres tipos de actores: red de comprador-proveedor (entrada/salida), redes de resolución de problemas y redes informales (Carlsson et al., 2002).

En esta dirección, se trata de identificar en dónde están los actores (universidades, institutos de investigación, compradores-vendedores, el sector informal compuesto por redes de profesionales que realizan conferencias y publicaciones) que ayudan a la solución de los problemas técnicos, y cómo se transmite la información.

### En busca de un sistema de indicadores en los sistema de innovación

La complejidad de los sistemas de innovación –generada por la diversidad de agentes que interactúan en ellos– y la variedad de políticas de definición de la medición de la innovación convierten el diseño de estos instrumentos en un reto constante.

De acuerdo con Freeman y Soete (2009), los indicadores de ciencia y tecnología pueden ser usados y abusados. La facilidad de acceso informático a diferentes medidas estadísticas en ciencia y tecnología ha servido a las organizaciones públicas y privadas para lograr prácticas y objetivos económicos. Sin embargo, la demanda de indicadores comparativos ha estimulado el abuso del uso de los mismos, por cuanto se ignoran las fuentes, las definiciones y los métodos utilizados para su recopilación y publicación.

La medición de las inversiones en ciencia y tecnología no es un asunto fácil; no es sencillo registrar los gastos sobre el personal, los insumos para los equipos de I+D, y mucho menos realizar comparaciones internacionales con esta información. A nivel general, esto plantea un inconveniente

metodológico, por los problemas que surgen como resultado de las diferencias entre los países desarrollados y emergentes en la definición, clasificación y medición a través de sus indicadores en ciencia y tecnología.

Desde hace un poco más de cincuenta años se viene trabajando en la búsqueda de herramientas adecuadas para la medición de los procesos de innovación. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE)<sup>16</sup> presentó la primera versión del denominado *Manual de Frascati*, en 1963; a esa edición le siguieron otras cinco, la última de ellas en el año 2002.

Según Freeman y Soete (2009), en el *Manual de Frascati* se realizó un importante cambio en la manera de valorar el conocimiento de las técnicas utilizadas en la producción, pero se desconoció el cuerpo sistemático del aprendizaje a partir del conocimiento tradicional de las artes y los oficios, que continúan existiendo al lado de la nueva tecnología. En muchos casos, industrias sofisticadas como la de motores de aviación utiliza también técnicas artesanales; en ingeniería mecánica las solicitudes de patentes continúan en manos de particulares en comparación con las patentes solicitadas por las empresas; no sucede lo mismo en el caso de la electrónica y de los productos químicos. Aunque muchas actividades de apoyo a la I+D quedaran por fuera de la estrecha definición de Frascati, la unidad más ampliamente utilizada para medir el desempeño de los países, los sectores y las empresas a este nivel, son los gastos formales en I+D, propuesta en dicho manual.

La insatisfacción con los indicadores de I+D para establecer el origen sectorial y la naturaleza de la innovación constituyó el punto de partida en la OCDE para el desarrollo de un nuevo grupo de indicadores, que luego hicieron parte de la primera edición del *Manual de Oslo*, en 1992, que estuvo enfocada principalmente a los aspectos relacionados con la innovación tecnológica del producto y del proceso (TPP) en la fase de fabricación. La segunda edición del Manual se publicó en 1997, involucrando al sector de los servicios como principal novedad. Dadas las limitaciones de la concepción de la TPP para medir el sector servicios, en la última edición del *Manual de Oslo* (2005) se amplió el concepto de Innovación, incorporando también los cambios producidos en comercialización y organización. Al *Manual de Oslo* le siguieron una serie de encuestas que se han venido llevando a cabo con la iniciativa de la OCDE, como son la Estadística de Canadá y de Eurostat. En la actualidad, las encuestas se realizan en los

<sup>16</sup> Actualmente, principal impulsor de metodologías de medición estadística de las actividades de I+D e innovación a nivel internacional.

países de la OCDE y también entre los países que no pertenecen a esta organización.

En América Latina, a través de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (Ricyt) se han venido desarrollando diferentes documentos como el *Manual de Bogotá* (2001), dedicado a desarrollar capacidades teóricas locales para poder medir el comportamiento en innovación en las pequeñas empresas o en países en desarrollo (Lugones *et al.*, 2004). Actualmente se trabaja en el diseño del denominado *Manual de Buenos Aires*, cuyos objetivos principales son: 1) desarrollar indicadores de recursos humanos en ciencia, tecnología e innovación y carreras académicas en los países iberoamericanos, y 2) promover el desarrollo de una subred temática, dentro de la Ricyt, para la elaboración de indicadores y estudios especializados de carácter iberoamericano en esta problemática, que tenga como resultado final la elaboración de un manual iberoamericano<sup>17</sup>.

De igual manera, la Ricyt, en asocio con el Observatorio de Ciencia y Tecnología de la OEI y el Ministerio de Educación de Portugal, produjeron el *Manual de Lisboa* en las ediciones de 2006 y 2009, dedicadas a la construcción de indicadores relacionados con la transición de Iberoamérica hacia la sociedad de la información y el conocimiento en dimensiones como empresas, familias, gobiernos, etc. (*Manual de Lisboa*, 2009).

El *Manual de Santiago*, por su parte, promovido de igual manera por la Ricyt y la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt) de Chile, establece los indicadores en la dimensión internacional de actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico. Este proceso se expresa en la movilidad e intercambio de investigadores, posproyectos de investigación conjunta entre grupos de países diferentes, las co-publicaciones científicas, etc. (*Manual de Santiago*, 2007).

En el caso colombiano, desde hace más de una década se viene trabajando en la reflexión hacia el diseño de indicadores (Jaramillo, 1995; Jaramillo y Albornoz, 1997; Jaramillo *et al.*, 2001; Jaramillo *et al.*, 2004). En cuanto a presentación de cifras, el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología ha presentado en los últimos años los indicadores de ciencia y tecnología a nivel nacional (Lucio *et al.*, 2009), registrando estadísticas convencionales sobre este panorama, sobre cuyos enfoques y mediciones la academia tendría mucho que estudiar y aportar.

<sup>17</sup> <http://www.ricyt.org>

## PROPUESTA PARA ANALIZAR LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN EN EL CONTEXTO DE LOS PAÍSES EN DESARROLLO

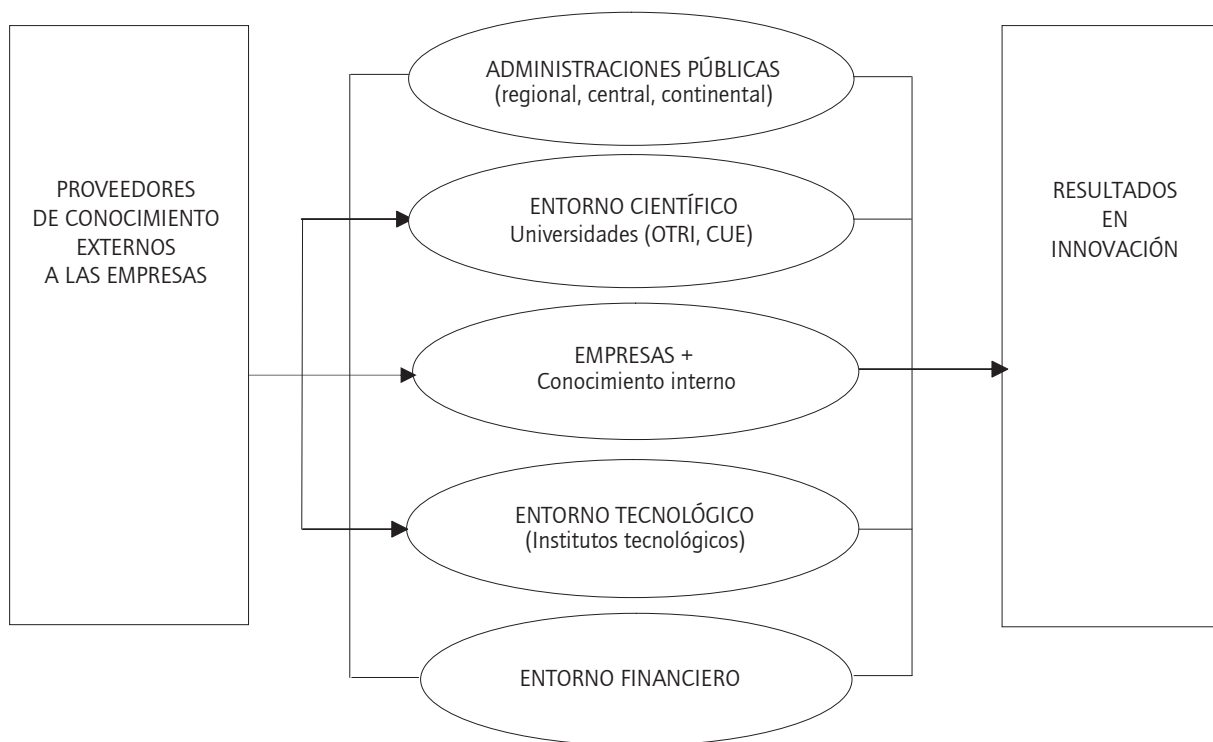
La propuesta en elaboración está dirigida a la búsqueda de una metodología propicia para el estudio de los sistemas de innovación en los países en desarrollo, que parta de supuestos teóricos más acordes con los procesos de innovación que se desarrollan en estos lugares. La propuesta de análisis parte de los siguientes conceptos:

- *Innovación*, como un proceso de aprendizaje (Lundvall, 1988, 1992) a través del cual el conocimiento y las nuevas tecnologías son creados, distribuidos y utilizados en áreas específicas (Cooke, 2001, y Asheim, 2007). Esta perspectiva se encuentra en la misma dirección planteada por Viotti (1997, 2001) y Freeman (2002): estudiar los sistemas de innovación de los países en desarrollo a partir de la absorción de las innovaciones producidas en otras empresas, regiones o países. Los resultados de estos estudios ayudarán a identificar la dinámica de los procesos de absorción, pero también las necesidades de la producción nacional o regional de conocimiento.
- *Sistemas de innovación*, como una definición que involucre, además de las funciones de I+D de los agentes y el entramado institucional, el aprendizaje y el conocimiento, así como el entorno social en que se desarrolla el proceso de innovación. Además de la eficacia de un SNI (Freeman, 1987; Nelson y Rosenberg, 1993; Coneisa, 1997; Rodríguez, 1997), el estudio de la innovación se debe abordar como un proceso de aprendizaje implicado dentro del contexto cultural e institucional que se transforma en el espacio y en el tiempo<sup>18</sup>.
- *Tipo de sistema de innovación*, en el sentido territorial, se propone analizar los procesos de innovación de empresas y sectores, articulados en diferentes sistemas de innovación (regional, nacional, sectorial y tecnológica), de manera independiente o conjunta según sea el caso. En el sentido funcional, el estudio se ha de extender a las redes formales e informales que existan entre estos agentes; las empresas recurren a los activos complementarios de los clientes, proveedores, consultores,

<sup>18</sup> De acuerdo con esto, se sugiere complementar el estudio con la perspectiva de otras disciplinas como la sociología, de tal modo que se consideren otros factores explicativos al fenómeno. La innovación no puede abordarse simplemente como un proceso mecánico de *inputs* y *outputs* y de procesos legales. En el análisis sistémico no están incluidas todas las relaciones; existen algunas que están regionalizadas y dependen de la cultura o de conocimientos específicos, de interacciones cara-a-cara o de relaciones basadas en la confianza, etc. (Asheim, 2007).



FIGURA 8. Sistema integrado de innovación.



Fuente: elaboración propia.

universidades, organizaciones financieras y de formación, independientemente de su localización geográfica (Asheim e Isaksen, 2001).

- *Análisis del sistema:* además de los elementos expuestos en este artículo, se resaltan algunos factores que hacen más dinámico su estudio. Para ello se sugiere hacer evidentes las relaciones que vinculan la estructura productiva con el entramado institucional de la región o de la nación, teniendo en cuenta aspectos como: presencia de agentes de la región o de la nación en los proyectos de innovación, colaboración formal e informal entre los agentes de los diferentes sistemas, posibilidad del sistema para articularse en otros sistemas (rigidez del sistema), regulación, aparición y crecimiento de instituciones asociadas a algún tipo de conocimiento.
- *Análisis de los flujos de conocimiento en los sistemas de innovación:* para lograr este cometido, se va a partir aquí de que el objetivo de todas las instituciones que pertenecen al sistema es, directa o indirectamente, garantizar la acumulación y la difusión del conocimiento y del aprendizaje. Para garantizar el carácter dinámico del estudio se deben tener en cuenta el flujo y los nexos cambiantes entre los actores e instituciones que componen el sistema (Archibugi *et al.*, 2001). El propósito de este modelo no es abandonar la perspectiva

de los sistemas, sino complementarla con enfoques que tengan en cuenta otros aspectos del sistema (la innovación como un proceso de adopción y creación de conocimiento, el tipo de conocimiento que se reproduce o desarrolla y los procesos de aprendizaje, el carácter dinámico del sistema, el entorno social y cultural en el que se desarrollan los sistemas, la naturaleza de los sistemas que participan en los proyectos).

La figura 8 corresponde al diseño de un esquema alternativo para analizar los procesos de innovación en los países en desarrollo. Esta propuesta incluye los mismos entornos de los sistemas de Fernández de Lucio (1996) y Cotec (2004) en una disposición diferente, para seguir la ruta de la transferencia de conocimiento y el proceso de aprendizaje a través de los siguientes agentes: 1) *los proveedores externos del conocimiento* (proveedores, clientes, entidades internacionales, multinacionales, etc.) de los cuales se puede analizar el tipo de conocimiento que proveen (de acuerdo con lo expuesto en este artículo), y la naturaleza de la institución; 2) *las instituciones intermediarias*<sup>19</sup> (*entorno científico*<sup>20</sup> y *tecnológico*) y *de las empresas mismas*, en las

<sup>19</sup> También denominadas estructuras de interfaz (EDI).

<sup>20</sup> A través de las OTRI (oficinas de transferencia de información) y de los CUE (comité universidad-empresa).

que se pueden observar las habilidades y herramientas que poseen para absorber el conocimiento; 3) *las instituciones reguladoras*, que diseñan políticas legales y financieras, y que con ello privilegian uno u otro conocimiento.

El modelo propuesto corresponde a un concepto de sistema de innovación en un sentido amplio, que involucra las funciones de I+D de la universidad, de las instituciones de investigación y de las corporaciones públicas y privadas, pero que también abarca los aspectos económicos y el entramado institucional que afectan el aprendizaje, la producción y la difusión de determinado tipo de conocimiento, identificando la innovación a partir de diferentes tipos de conocimiento en el contexto de los países en desarrollo.

El foco de su estudio ha de estar en la complementariedad (o falta de ella) entre los subsistemas (científico, tecnológico, económico, político y cultural) y cómo se complementan estos con los organismos nacionales para producir, difundir y utilizar el conocimiento (Freeman, 1987, 2002; Lundvall, 1985, 1992).

### Perspectiva de investigaciones en el futuro

Estudiar el papel de los sistemas de innovación en los resultados que se obtienen en innovación en las empresas, los sectores y las regiones. Cómo la presencia o ausencia de un sistema de innovación incide en el comportamiento innovador.

Estudiar la estructura del sistema nacional, regional, sectorial o tecnológico, y precisar las necesidades relativas a las políticas en cada uno de los agentes, para encontrar las bases de un sistema de innovación mejorado en relación con los diferentes casos.

Establecer un modelo basado en la selección de indicadores que represente el desempeño de una nación, una región y un sector en innovación.

## AGRADECIMIENTOS

La autora agradece los comentarios críticos recibidos de los tres jurados anónimos y la colaboración del editor asociado de esta revista. Los errores restantes son de la autora.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Archibugi, D., Howells, H. & Michie, J. (2001). Sistemas de innovación y políticas en una economía global. En: Olazarán, M & Uranga, M. (Coords.), *Sistemas regionales de innovación*. Trad. Yolanda Jubeto R. Bilbao: Ed. Universidad del País Vasco.

Arocena, R. (2003). *Subdesarrollo e innovación: navegando contra el viento*. Cambridge: Cambridge University Press.

Asheim, B. (1995). Regionale innovasjonssystem – en sosialt og territorielt forankret teknologipolitikk? *Nordisk Samhøllsgeografisk Tidsskrift*, 20.

Asheim, B. (2001). Learning regions as development coalitions: Partnership as governance in European workfare states. Concepts and transformation. *International Journal of Action Research and Organizational Renewal*, 6(1), 73-101.

Asheim, B. (2007). Sistemas regionales de innovación y bases del conocimiento diferenciadas: un marco teórico analítico. En: Buesa, M. (Coord.), *Sistemas regionales de innovación: nuevas formas de análisis y medición*. Madrid: Funcas.

Asheim, B. & Cooke, P. (1999). Local learning and interactive innovation networks in a global economy. En: Malecki, E. & Oinas, P. (Eds.), *Making Connections: Technological Learning and Regional Economic Change*. Aldershot: Ashgate.

Asheim, B. & Isaksen, A. (2003), «SME s and the Regional Dimension of Innovation». En: Asheim, B., Isaksen, A., Nauwelaers, C. & Tödtling, F. (Eds.), *Regional Innovation Policy for Small-Medium Enterprises*. Reino Unido: Edward Elgar Publishing.

Carlsson, B. & Stankiewicz, R. (1995). On the nature, function and composition of technological systems. En: Carlsson, B. (Ed.), *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*. Boston, Dordrecht, London: Kluwer Academic Publishers.

Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M. & Rickne, A. (Feb. 2002). Innovation systems: analytical and methodological issues. *Research Policy*, 31(2), 233-245.

Cooke, P. (2001). Sistemas de innovación regional: conceptos, análisis y tipología. En: Olazarán, M. & Uranga, M. (Coords.), *Sistemas regionales de innovación*. Trad. Yolanda Jubeto R. Bilbao: Ed. Universidad del País Vasco.

Cooke, P. (2005). Regional innovation System, Asymmetric Knowledge and the Legacies of learning. En: Rutten, R. & Boekema, F. (Eds.), *The learning region: Foundations, State of the Art, Future*. Cheltenham: Edward Elgar.

Cooke, P. & Morgan, K. (1998). *The associational Economy: Firms, Regions and Innovation*. Oxford: Oxford University Press.

Conesa, F. (1997). *Las oficinas de transferencia de resultados de investigación en el sistema español de innovación*. Tesis doctoral. Departamento de Economía y Organización de Empresas. Universidad Politécnica de Valencia.

Cotec. (2004). *Libro Blanco. El sistema español de innovación*. Madrid: Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica.

Dahmén, E. (1950). En: Irwin, R. D. (Ed.), *Svensk Industriell retagarverksamhet (Swedish Industrial Entrepreneurial Activity)*. Stockholm: Industriens Utredningsinstitut. (An English translation is available: Dahmén, E. (1970). *Entrepreneurial Activity and the Development of Swedish Industry, 1919-1939*. American Economic Association Translation Series, Homewood, IL.

Dahmen, E. (1989). Development blocks in industrial economics. In: B. Carlsson (Ed.), *Industrial Dynamics*. London: Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 109-121.

Dosi, G. (Sept. 1998). Sources, procedures, and micro-economic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, 26(XXVI), 1120-1171.

Edquist & Jonson, B. (1997). Instituciones and Organisations in systems of innovation. En: Edquist Ediciones, *The Oxford Handbook of Innovation*. London: Oxford University Press.

Fernández de Lucio, I. & Conesa, F. (1996). *Estructuras de interfaz en el Sistema Español de Innovación. Su papel de difusión de Tecnología*.

- Valencia: CTT, Centro de Transferencia de Tecnología. UPV, Universidad Politécnica de Valencia.
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. London: Printer (pp. 4-25).
- Freeman, C., 1988. Japan: a new national system of innovation. En: Dosi, et al. (Eds.), *Technical Change and Economic Theory*. London: Francis Pinter.
- Freeman, C. (2001). Perspectiva histórica del Sistema Nacional de Innovación. En: Olazarán, M. y Gómez, M. (Eds.), *Sistemas Regionales de Innovación*. Gipuskoa: Ed. Universidad del País Vasco.
- Freeman, C. (Feb. 2002). Continental, national and sub-national innovation systems—complementarity and economic growth. *Rev. Research Policy*, 31(2), 191-211. SPRU, University of Sussex, Falmer, Brighton BN1 9RF, UK.
- Freeman, C. & Soete, L. (May. 2009). Developing science, technology and innovation indicators: What we can learn from the past. En: *Research Policy*, 38(4), 583-589.
- Gerschenkron, A. (1962). *Economic backwardness in historical perspective*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Gerschenkron, A. (1963). The early phases of the industrialisation in Russia. En: Rostow, W. W. (Ed.), *The Economics of Take-off into Sustained Growth*. London: Macmillan.
- Heijs, J., Buesa, M. & Baumert, T. (2007), Sistemas nacionales de innovación: conceptos, perspectiva y desafíos. En: Buesa, M. (Coord.), *Sistemas regionales de innovación: nuevas formas de análisis y medición*. Madrid: Funcas.
- Jaramillo, H. (1995). Hacia la construcción de un Observatorio de Ciencia y Tecnología para Colombia. Bogotá: Colciencias.
- Jaramillo, H. & Albornoz, M. (1997). *El universo de la medición: la perspectiva de la ciencia y la tecnología*. Bogotá: Tercer Mundo Editores-Colciencias.
- Jaramillo, H., Lugones, G. & Salazar, M. (2001). *Manual de Bogotá. Estandarización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*. OEA-RICYT-COLCIENCIAS-OCyT. Bogotá: Tres Culturas Editores.
- Jaramillo, H., Forero, C. & Zambrano, A. (Nov. 2004). Recuento crítico de la bibliografía sobre los impactos de la investigación y sus indicadores. *Economía. Serie Documentos*, 49. Universidad del Rosario, Bogotá.
- Kautonen, M. (2001). El sistema de innovación regional desde la perspectiva de las trayectorias tecnológicas. En: Olazarán, M. & Gómez, M. (Eds.), *Sistemas Regionales de Innovación*. Gipuskoa: Ed. Universidad del País Vasco.
- Kern, H.; Schuman, M. (1988). El fin de la división del trabajo. Madrid: Ministerio del trabajo y la seguridad social.
- Kline, S. J. (July-Aug. 1985). Innovation is not a linear process. *Research Management*.
- Koschatzky, K. (2000). The regionalisation of innovation policy in Germany -Theoretical Foundations and Recent Experience. *Arbeitspapiere Unternehmen. Und Region*, 1.
- Kuhlmann, S. (2001). Future governance of innovation policy in Europe—three scenarios. *Research Policy*, 30, 953-976.
- Leydesdorff, L., Etzkowitz, H. (1996). Emergence of a Triple Helix of university—industry—government relations. *Science and Public Policy* 23.
- Lucio, J. et al. (2009). *Indicadores de ciencia y tecnología en Colombia*. Bogotá: Ed. Observatorio colombiano de ciencia y tecnología (OCyT).
- Lugones, G., Peirano, F. & Giudicatti, M. (2004). *Los indicadores de innovación en América Latina*. Ponencia, XXIII Simposio de Gestao da Inovacao Tecnologica 20-22 de octubre, Curitiba, Brasil.
- Lundvall, B.-Å. (1985). *Product Innovation and User-Producer Interaction*. Aalborg: Aalborg University Press.
- Lundvall, B.-Å. (1988). Innovation as an interactive process: from user-supplier interaction to the national system of innovation. En: Dosi et al. (Eds.), *Technical Change and Economic Theory* (pp. 349-369). London: Francis Pinter.
- Lundvall, B.-Å. (Ed.) (1992). *National systems of innovation: Towards a Theory of innovation and interactive Learning*. London: Pinter.
- Lundvall, B.-Å. & Maskell, P. (2000). Nation State and Economic Development. En: Clark, G. (Eds.), *The Oxford Handbook of Economic Geography*. Oxford: Oxford University.
- Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, 31, 247-264.
- Manual de Bogotá*. Bogotá: RICYT/OEA/CYTED/COLCIENCIAS/OCYT.
- Manual de Lisboa*. (2009). RICIT, Ministerio de Educação, República de Portugal, OEI, Agencia de Cooperación Española (AECID), Lisboa.
- Manual de Oslo*. (2005). *Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. París: OECD y Eurostat.
- Manual de Santiago*. (2007). Santiago de Chile: Ricyt, Conicyt, OEI.
- Mauri C., J. (2004). *Sistemas regionales d'innovació: cas de la comarca de la Safor. Proposta d'un model dinamitzador del territori*. Tesis doctoral. Departamento de Organización de Empresas, Economía Financiera y Contabilidad. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.
- Mauri C., J. (2007). *Manual de Gestió de la Innovació*. Valencia: Editorial Universidad Politécnica de Valencia.
- Morcillo, P. (1997). *La dirección estratégica de la tecnología e innovación un enfoque de competencias*. Madrid: Editorial Civitas.
- Mourlaert, F. & Sekia, F. (2001). ¿Región innovadora, región social? Una perspectiva alternativa sobre la innovación regional. En: Olazarán, M. & Gómez, M. (Eds.), *Sistemas Regionales de Innovación*. Gipuskoa, Ed. Universidad del País Vasco.
- Nelson, R. & Rosenberg, N. (1993). Technical innovation and national system. En: *Innovation systems. A comparative análisis*. Chap.1. New Cork-Oxford: Oxford University Press.
- Oslo Manual*. (1997). The measurement of scientific and technological activities. Proposed Guidelines for collectin and interpreting technological innovation. Comité for scientific and technological policy. Paris: OECD.
- Pavitt, K. (1984). Sectorial patterns of technical change: Towards a taxonomy an theory. *Research Policy*, 13(6).
- Pavón, J. & Godman, R. A. (1981). La planificación del desarrollo tecnológico. Madrid: CDTI-CSIC.
- Piore, M.; Sabel, C. (1984/1990). La segunda ruptura industrial. Madrid: Alianza Editorial.
- Perroux, F. (1955). Note sur la notion de pôle de croissance. *Economie Appliquée* 7.
- Porter, M. (1990). *Ventaja competitiva de las naciones*. Buenos Aires: Ed. Vergara.
- Porter, M. (Nov.-Dec. 1998). Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, 77-90.
- Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (Ricyt). <http://www.ricyt.org>
- Robledo, J., Cuartas, D. & Arboleda, J. (2003). Indicadores para el sistema regional de innovación de Antioquia, Colombia. En: *Innovación tecnológica, universidad y empresa*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).

- Rodríguez Cortezo, J. (1997). *Tecnología e industria: realidades alcanzables*. Madrid: ESIC.
- Rogers, J. D. (1983). *Difussions of innovation*. New York: The Free Press.
- Rosenberg, N. (1993). *Dentro de la caja negra: tecnología y economía*. Barcelona: La Llar del Llibre.
- Rossegger, G. (1980). *The economics of producción and innovation. An industrial perspective*. Oxford: Pergamons Press.
- Sanz, J. C. (2001). *Una aproximación al estudio de las interrelaciones entre los elementos del Sistema Español de innovación. Propuestas de un modelo de integración y de indicadores de las interrelaciones*. Tesis doctoral. Departamento de Organización de Empresas, Economía Financiera y Contabilidad. Universidad Politécnica de Valencia.
- Schumpeter, J. A. (1939). *Teoría del desenvolvimiento económico*. México: F.C.E.
- Utterback, J. M. (1971). The process of Technological innovation within the firm. *Academy of Management Journal*, 14.
- Vega, J., Gutiérrez, A. & Fernández de Lucio, I. (2008). ¿Cómo innovan las empresas españolas? Una evidencia empírica. *Journal of Technology Management & Innovation*, 3(3). JOTMI Research Group.
- Viotti, E. (1997). *Passive and Active National Learning Systems*. PhD. Dissertation. New School for Social Research.
- Viotti, E. (2001). National Learning Systems: A new approach on technical change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea. *Science, Technology and Innovation Discussion Paper 12*, Cambridge, MA: Center for International Development, Harvard University.
- Viotti, E. (2002). National Learning Systems: A new approach on technological change in late industrializing economies and evidence from the cases of Brasil and South Korea. *Technological Forecasting & Social Change*, 69(7).
- Wolfe, D. & Gertler, M. (2001). En: Olazaran, M. y Gómez, M. (Eds.), *Sistemas Regionales de Innovación*. Gipuskoa, Ed. Universidad del País Vasco.