

¿Por qué, cómo y para qué estudiar los Sistemas Nacionales de Innovación y Estilos de Innovación en Colombia?

Geovanny Perdomo Charry

elyova@usco.edu.co y gperdomo@eafit.edu.co

Administrador Empresas y Tecnólogo de Sistemas. Magíster en Gerencia del Talento Humano, Universidad de Manizales. Especialista en Derecho Comercial y Financiero, Universidad Católica de Colombia. Doctorante en Administración, Universidad EAFIT de Medellín (Colombia), en convenio con la Escuela de Altos Estudios Comerciales –HEC– de Montreal (Canadá). Docente del Programa de Administración de Empresas de la Facultad de Economía y Administración de la Universidad Surcolombiana de Neiva (Huila). Docente de cátedra de la Universidad EAFIT e investigador del grupo de investigación PYMES, reconocido por Colciencias en la Categoría A. Director del grupo de investigación CREA, registrado en Colciencias y miembro del grupo de investigación de Estudios Territoriales de la Universidad EAFIT, Categoría B de Colciencias. Universidad EAFIT de Medellín

Resumen

A nivel nacional e internacional se están promoviendo esquemas organizativos sistémicos de CT&I, que permitan gestionar la innovación y generar capacidades innovativas, con el fin de incrementar los niveles de crecimiento económico de cada Estado nacional, de forma inducida y acelerada desde arriba o “macro-contexto”, desconociendo en gran parte el “meso y micro-contexto” que se da en las dinámicas y estilo propios de cada organización a nivel local, regional y nacional. Por ello, este artículo se desarrolla en cinco partes: la primera pretende acercar al lector a una interpretación de la significación de la ciencia y la técnica como ideología en el mundo productivo desde una perspectiva sociológica crítica; la segunda indaga sobre por qué estudiar los SNI y los EI en Colombia; la tercera muestra cómo estudiar los SNI y los EI en Colombia; la cuarta ilustra para qué estudiar los SNI y los EI en Colombia de forma complementaria; y, por último, se expresan algunas conclusiones.

Palabras clave: *Ciencia y técnica, Sistema Nacional de Innovación, estilos de innovación y redes de innovación.*



Abstract

There are national and internationally promoted organizational systemic schemes of CT&I, which allow to manage the innovation and to generate innovative capacities, which contribute to the increase of the levels of economic growth of every national State, in an induced and accelerated form above “macro-context”, ignoring largely “meso and micro-context” that takes place in the dynamics and own style from every organization at local, regional and national level. For this reason, the text develops in five parts; the first one tries to bring the reader over to fulfilling an interpretation of which has been the significance of science and technology as ideology in the productive world? From a sociological sensitively critical perspective; the second one approaches why to study the SNI and the EI in Colombia?; the third sample, how to study the SNI and the EI in Colombia?; the fourth one illustrates why study the SNI and the EI in Colombia complementary form?; and finally some conclusions are in expressed.

Keywords: *Science and Technique, National System of Innovation, Style of Innovation and Network of Innovation.*

Fecha de recepción: Febrero de 2009

Fecha de aceptación: Septiembre de 2009

1. INTRODUCCIÓN

Antes de preguntarnos acerca de los avances de las políticas de CT&I o si existe o no un Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTeI) en Colombia, es necesario cuestionarnos sobre la conveniencia de tener únicamente establecido un SNCTeI o llegar a reconocer los diferentes Estilos de Innovación (EI) a nivel nacional, regional, local, sectorial y empresarial, para plantear algunos esquemas complementarios de la CT&I en Colombia antes que sea un esquema funcional y determinista del accionar de los agentes, organizaciones e instituciones que desarrollan actividades de tipo socioeconómico; es decir, reconocer la racionalización organizacional e institucional, sin descuidar la perspectiva sociológica interpretativa y humanista, porque cualquier resultado se ve complicado y parece bien incierto, debido a que “las empresas y personas pueden estar siendo tratadas más como objetos que cómo sujetos de conocimiento” (Lundvall, 1998, p. 416). Implicación ésta que puede subsanarse mediante la generación de procesos de aprendizaje interactivo con el estudio y conformación de Redes de Innovación (RI), que emerjan de los Estilos de Innovación propios de las organizaciones sociales y productivas.

Esta nueva mirada puede dar algunas luces a los problemas de desarticulación y descoordinación de los diferentes actores vinculados al SNCTeI, debido a que su desarrollo y ejecución están siendo mediados casi exclusivamente por una serie de políticas, reglas, normas y modelos de carácter internacional con aplicación nacional, que desconocen las realidades subjetivas e intersubjetivas propias de los actores sociales y organizaciones que participan mediante prácticas sociológicas, científicas, tecnológicas, empresariales y productivas diversas en el desarrollo económico nacional sustentado hoy en los procesos de innovación.

En síntesis, esta reflexión propone la integración de forma complementaria del SNCTeI y los EI, hoy configurados como RI, con el propósito de mejorar la dinámica institucional y relacional, reconociendo al sujeto-objeto de forma real en su proceso de creación, difusión y uso del conocimiento, incluyendo el aprendizaje como una manera de desarrollar la gestión y las capacidades de innovación tanto a nivel nacional como regional,

local, sectorial y empresarial, mediante el análisis de la significación de la ciencia y la técnica en el mundo productivo, así como el estudio de estas dos nociones y el desarrollo específico de mecanismos que mejoren los niveles de creación y fortalecimiento empresarial de forma sostenible desde los componentes del SNCTeI y los propios EI o RI.

2. ¿CUÁL HA SIDO LA SIGNIFICACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TÉCNICA COMO IDEOLOGÍA EN EL MUNDO PRODUCTIVO?

Este apartado pretende acercar al lector a realizar una interpretación de la significación que se tiene de la ciencia y la técnica como ideología en el mundo productivo desde una perspectiva sociológica sensiblemente crítica –humanista–, es decir, se esbozan elementos argumentativos sobre esta noción y se muestra cómo se ha imbricado la C&T en los procesos de producción como el factor más importante de la contemporaneidad o “gran modernidad” (Giddens, 1994, p. 152).

En términos de agrupamiento institucional, podemos distinguir dos complejos institucionales de particular significación en el desarrollo de la gran modernidad. El primero hace alusión a los estados nacionales y el segundo a la producción capitalista sistémica, las cuales, han mantenido su poder y autonomía al margen de las tendencias de la mundialización o mejor denominada globalización, instaurando la racionalización técnica priorizándola por encima de la práctica social.

La noción de alta modernidad se da sobre todo en las sociedades industrializadas, pero también en cierto sentido en el mundo en general, que ha roto las ataduras de la seguridad de la tradición, es decir, el dominio de Occidente. Sin embargo, como señala Anthony Giddens, “los que originaron el dominio de Occidente buscaron certidumbres que reemplazaran los dogmas pre-establecidos, implicando efectivamente la institucionalización de la duda” (Giddens, 1994, p. 164); que se presenta a través de la exigencia de un conocimiento circular tanto en las ciencias naturales como en las ciencias sociales que se ha ido racionalizando de forma paulatina en la sociedad.

La progresiva «racionalización» de la sociedad depende de la institucionalización del progreso científico y técnico. En la medida en que la ciencia y la técnica penetran en los ámbitos institucionales de la sociedad, transformando de este modo a las instituciones mismas, empiezan a desmoronarse las viejas legitimaciones. La secularización y el «desencantamiento» de las cosmovisiones, con la pérdida que ello implica de su capacidad de orientar la acción, y de la tradición cultural en su conjunto, son la otra cara de la creciente «racionalidad» de la acción social (Habermas, 1986, p. 54).

Marcuse, por su parte, está convencido de que lo que Max Weber llamaba «racionalización», “no se implanta la «racionalidad» en tanto que tal, sino que en nombre de la racionalidad lo que se impone es una determinada forma de culto al dominio político” (Habermas, 1986: p. 54), es decir, el aumento de las fuerzas productivas se ha institucionalizado por el progreso científico y técnico rompiendo todas las proporciones históricas.

Estos procesos se ven reflejados en la existencia de “dos formas de dominio: uno represivo y otro liberador” (Marcuse, 1964, p. 253). A todo esto hay que replicar que la ciencia moderna sólo podría ser concebida como un proyecto históricamente restringido si por lo menos fuera pensable un proyecto alternativo; además, la definición de una nueva ciencia alternativa tendría que comportar la definición de una nueva técnica; lo cual, implica que el proceso de adaptación según Weber tenga dos tendencias, una racionalización –desde abajo– y una racionalización –desde arriba–; es decir, en el mundo moderno el empuje tecnológico se está dando desde arriba, con políticas, que “no se orientan a la realización de fines prácticos, sino a la resolución de cuestiones técnicas” (Habermas, 1986, p. 84).

Pero este incremento del comportamiento adaptativo es sólo el reverso de la continua erosión de la esfera de la interacción mediada lingüísticamente, bajo la presión de la estructura de la acción racional con respecto a fines. A esto responde, subjetivamente, que la diferencia entre acción racional con respecto a fines e interacción no solamente desaparezca de la conciencia de las ciencias sociales, sino también de la conciencia de los hombres mismos.

Desde fines del siglo XIX se impone cada vez con más fuerza la otra tendencia evolutiva que caracteriza al capitalismo tardío: la de la cientificación de la técnica. Siempre se ha registrado en el capitalismo una presión institucional a elevar la productividad del trabajo por medio de la introducción de nuevas técnicas. Pero las innovaciones dependían de inventos esporádicos, que, por su parte, podían ciertamente estar inducidos económicamente, pero que no tenían un carácter organizado. “Pero esto ha variado en la medida en que el progreso científico y el progreso técnico han quedado asociados y se alimentan mutuamente” (Habermas, 1986, p. 86).

Con la investigación industrial a gran escala, la ciencia, la técnica y la revalorización del capital confluyen en un único sistema. De este modo, “la ciencia y la técnica se convierten en la primera fuerza productiva, y con ello, caen las condiciones de aplicación de la teoría del valor trabajo de Marx” (Habermas, 1986, p. 87). Mientras las fuerzas productivas dependían de manera intuitiva y evidente de las decisiones racionales y de la acción instrumental de los hombres que producían en sociedad, podían ser entendidas como un potencial de creciente disposición técnica, pero no podían ser confundidas con el marco institucional en el que estaban insertas. Sin embargo, “con el progreso técnico y científico el potencial de las fuerzas productivas ha adoptado una forma que hace que en la misma conciencia de los hombres el dualismo de trabajo y de interacción pase a un segundo plano” (Habermas, 1986, p. 87).

La conciencia tecnocrática viola con ello un interés que es inherente a una de las dos condiciones fundamentales de nuestra existencia cultural: al lenguaje, más exactamente, a una forma de socialización e individuación determinadas por la comunicación en el medio del lenguaje ordinario. Es decir, “la tesis de la dialéctica de la ilustración queda extremada por Marcuse en la tesis de que la ciencia y la técnica se convierten ellas mismas en ideológicas” (Habermas, 1986, p. 101).

Las nuevas tecnologías y estrategias quedan institucionalizadas en la innovación en cuanto tal. Como han propuesto tanto Marx como Schumpeter, cada uno a su manera, la forma de producción capitalista puede ser

entendida como un mecanismo que garantiza una extensión permanente de los subsistemas de acción racional con respecto a fines y que, con ello, socava la «superioridad» tradicional del marco institucional frente a las fuerzas productivas. La novedad estriba más bien en un estado evolutivo de las fuerzas productivas que convierte en permanente tal expansión de los subsistemas de acción racional con respecto a fines.

En síntesis, se puede decir que es necesario considerar la posibilidad de establecer mecanismos de diálogo entre la tecnocracia ideológica y la práctica social de forma complementaria, que permitan en gran medida generar procesos de articulación y coordinación de actividades científico-tecnológicas e innovativas a nivel de Estados nacionales y de producción capitalista sistémica, que incluyan las visiones tanto macro “desde arriba”, como meso y micro “desde abajo”, que interactúen de forma organizada con la infraestructura de conocimiento, de manera tal, que permita desarrollar procesos de aprendizaje simples y complejos.

Es decir, son importantes y necesarias las políticas “desde arriba” de la ciencia y la técnica hoy establecidas como SNI, pero también, es necesario reconocer e integrar los EI o RI que se presentan en el meso y micro-contexto, que pueden dar un mayor impulso al desarrollo de capacidades de innovación. Esto permitirá sustentar *porqué estudiar* estos dos esquemas de forma complementaria, con el propósito de minimizar el riesgo de los defectos de diseño que tengan los sistemas y estilos o redes de innovación abstractas planteadas por los Estados y los actores sociales, así como los fallos de los operadores en el desarrollo del sistema y los estilos o redes, reduciendo las consecuencias previstas e imprevistas de la acción humana y el entorno físico.

3. ¿PORQUÉ ESTUDIAR EL SNCTEI Y LOS EI EN COLOMBIA?

En los últimos artículos científicos elaborados en Colombia sobre los SNCTeI (Malaver & Vargas, 2005 y 2006), (Monroy, 2006), (Montenegro, 2007), (Robledo & Echavarría, 2006), (Orozco, 2006) y (Garrido, 2003), hacen una aproximación descriptiva del estado actual del sistema en términos económicos y políticos, desde la teoría neoclásica, evolutiva

y sistémica para sustentar la relación entre el cambio técnico, crecimiento y desarrollo, y muestran las diversas dificultades, limitaciones y formas de superar la desarticulación, desintegración y descoordinación de las actividades científico-tecnológicas en el país. Sin embargo, no hacen inmersión en dicha problemática, debido a que su análisis es de carácter prescriptivo. Considero que dicho análisis debe ir más allá, debido a la importancia adquirida por los SNCTeI en el desarrollo productivo nacional; es necesario reorientar la noción de SNCTeI hacia la integración y complementación de los SNI y EI o RI, tal como lo plantea por Bengt-Ake Lundvall, cuando dice que el “sistema sociológico en su operación es funcional y determinístico, mientras que un estilo de innovación hace referencia a una operación mediante patrones de comportamiento” (Lundvall, 1998: p. 407).

Lo anterior indica que la teoría neoclásica no tiene relevancia en este contexto en términos de tiempo y espacio, es decir, que sólo adquiere preeminencia en el marco del análisis de la apertura económica, asumiendo que los factores de producción permanecen en las fronteras nacionales porque se asume que el conocimiento es libre. No obstante, si revisamos el esquema analítico un poco, pero en fundamentales dimensiones, podemos mirar el *porqué de los “SNI y los EI o RI”*; es decir, el núcleo de los sistemas de innovación está en definir e ilustrar la importancia de entender el funcionamiento del micro-contexto tanto en su interior como en el exterior, que puede hacerse a través del uso de conceptos de la teoría organizacional que alude a la adaptación y no adaptación enriqueciendo el entendimiento del funcionamiento del sistema de innovación, desde el estudio económico, político y social.

En el incierto estudio económico en el cual la verdadera firma funciona hoy sola, ésta no tiene ningún modo de mejorar el paso por la toma de decisiones y mejorar la forma de aprender nuevas habilidades. En un sector específico “un estilo puede mejorar sucesivamente a los otros, pero esta verdadera fuerza se da de periodo a periodo” (Lundvall, 1998: p. 408). Así pues, la intención básica inicia con el concepto de SNI de manera que cambie la perspectiva analítica de la asignación a la innovación y desde la elección del mercado al aprendizaje.

La perspectiva del aprendizaje puede aplicarse también a la asignación, vista desde la contribución australiana donde “el emprendedor en conexión con los procesos de mercado obtiene beneficios a través de sacar provecho del vacío o ignorancia que lo separa del proveedor de uso” (Kirzner, 1979, p. 40), trascendiendo los límites del paradigma neoclásico, visto el análisis de la innovación como un proceso de mercado (Schumpeter, 1934).

La aproximación a los SNI es criticada por los diversos dogmas acerca de la –general– superioridad de los mercados puros y de la flexibilidad máxima, en condiciones de ganancia. Estas reflexiones asumen que si la innovación está arraigada en que los procesos aprendizaje interactivo no prosperan en los mercados puros. Especialmente en los mercados laborales, en la relación industrial y la relación entre empresas, elementos de –rigidez– de largo plazo de mercado relacionando y envolviendo la autoridad, lealtad y la confianza– que son necesarias en los posibles procesos de aprendizajes en el mercado.

En este aspecto adquieren relevancia las instituciones, debido a que el foco sobre el “aprendizaje interactivo” evoca también la importancia de las reglas de la estructura económica e institucional que determina la evaluación y dirección de las actividades innovativas. Las instituciones, comprendidas como normas, hábitos y reglas están profundamente arraigadas en la sociedad. Ellas juegan con mejores reglas y con determinados conocimiento de las personas relacionando los unos con los otros, y cómo ellos aprenden y usan su conocimiento (Jhonson , 1992). Una característica económica para el progreso de la innovación y fundamentalmente incierta es el escenario institucional que determinaría cómo se comportan los agentes económicos, teniendo en cuenta las siguientes cuatro categorías institucionales: “El horizonte del tiempo de los gentes, el rol de la confianza, la mezcla actual de racionalidad y la forma de autoridad que se expresa” (Lundvall, 1998: p. 409).

El cómo aproximarnos a los SNCTeI, generalmente, acepta distinción entre la perspectiva de corto plazo anglosajona y el largo plazo oriental, que demuestran diferencias sustantivas en cómo las diferentes institucio-

nes toman decisiones para influir sobre la conducta y el funcionamiento de los niveles nacionales, siendo el caso colombiano orientado por la primera perspectiva, es decir, inducir y acelerar de manera rápida y corta los procesos de CT&I, desconociendo en gran parte los estilos y las redes de innovación nacional. Todo esto, acompañado de un rol de desconfianza, que muchas veces se ve reflejado en la disparidad de políticas a favor del desarrollo económico y la excesiva racionalización instrumental del discurso y autoridad en el accionar de los agentes.

En definitiva, es el aprendizaje, incluyendo el aprendizaje de nuevas habilidades tácitas a través de la interacción con otros agentes, el que puede prosperar en un contexto donde los individuos se encuentran manejados por la racionalidad instrumental (Arrow, 1971); es decir, si la racionalidad instrumental se constituye en la dominación completa, entre ambiente y organización, organización y actor social, actor y oportunidad, muy pequeño será el aprendizaje (Habermas, 1984, p. 45). Aquí, nosotros pensamos situaciones donde los agentes se manejan por objetivos colectivos compartidos de mejor comprensión que están en marcha y donde, algunos niveles, la utilidad individual de los procesos es realizada en el discurso y no solamente al final del resultado.

En la dirección de procesos de aprendizaje e innovación, especialmente en los estilos y redes de innovación que predominan antes de los niveles nacionales, el papel de la estructura y la especialización adquiere importancia, debido a que “la estructura económica y el patrón de especialización están reflejados por la acumulación de aprendizaje y al mismo tiempo estará siendo un mejor factor de determinación de la dirección y el futuro aprendizaje e innovación” (Lundvall, 1998: p. 411); es decir que las diferencias nacionales son importantes, argumentando que las diferencias emanan principalmente de las características estructurales (Breschi & Malerba, 1997), mientras otros se han enfocado en la causalidad contraria (Guerreri & Tylecote, 1997). Sin embargo, las dos perspectivas convergen en demostrar que las dos dimensiones de los sistemas de innovación son interdependientes. Esta interdependencia donde el desarrollo de una condición y el desarrollo de la otra es una causa por qué es significativo aplicarse a la perspectiva sistémica.

Alguna atención se debería ejercitar para evitar la simplificación funcional racionalista. Como un asunto de hecho, la principal razón para diferenciar el funcionalismo entre los sistemas nacionales puede ser que el grado de correspondencia entre estructura e instituciones difiera entre ciudades (Freeman, 1995). Las instituciones pueden estar arraigadas lejos de la historia social. Estos podían desaparecer o adaptarse a los cambios de la estructura económica. Sin embargo, uno debería no anticipar la correlación, y las categorías de análisis referidas arriba puede tener mucha importancia en el resultado de un mejor entendimiento de por qué hay una correspondencia completa y cómo ésta afecta el funcionamiento de los sistema de innovación. Incompatibilidad y tensión entre estructura e instituciones se puede estimar como el motor fundamental detrás de lo social y el cambio económico en los EI y SIN que se pueden integrar y complementar en el SNCTeI en Colombia.

3.1. Acerca de los Estilos de Innovación (EI)

El SNI es visto como herramienta para el análisis del desarrollo económico y el crecimiento económico; introduciendo en el análisis económico la distinción entre los recursos tangibles y lo no tangibles (Romer, 1990). Sin embargo, este artículo no sólo se focaliza sobre “sistemas” de innovación, sino también sobre “estilos” o “redes” de innovación. En este punto se tomarían algunas reflexiones acerca de cómo los dos conceptos se relacionan el uno con el otro. Actualmente, se argumentaría que los dos conceptos deben sustentarse el uno al otro y ser definidos con cuidado.

Lo anterior indica que uno de los problemas con la aproximación –sistémica– es el inminente problema de ser tomada como funcionalista y determinista donde es difícil localizar la fuente de algún cambio técnico incremental en su desarrollo. Por ello, emerge el concepto de estilo de innovación “que se refiere al patrón de comportamiento más ligero, estilo como moda, estilo como hábito social y estilo como patrón físico de momento. Ellos pueden reflejar rasgos sistémicos así como también sus propias prácticas. Un estilo algunas veces puede ser adoptado por alguien que no esté arraigado a la tradición” (Lundvall, 1998, p. 416). Es decir, un estilo puede obviamente referirse a diferentes modos de hacer cosas en el contexto del aprendizaje y la innovación.

En el estudio de los estilos de innovación se introdujo una taxonomía de conocimiento que incluye preguntarnos ¿qué conocer? acerca de la realidad, ¿por qué conocer? las principales leyes del movimiento y la naturaleza, ¿cómo conocer? desde las habilidades y capacidades y, finalmente, ¿quién conoce? para relacionarse con el capital social, la cooperación y comunicación, con diferentes personas y expertos. En otro contexto se han examinado e ilustrado algunas diferencias entre Occidente y Oriente en términos de modelos de creación de conocimiento usando las contribuciones hechas por Nonaka y Takeuchi (1995) y Eliasson (1996) que integran los dos esquemas “SNI y EI”.

Para entender mejor los SNI y especialmente las diferencias de cómo el nuevo conocimiento es creado, distribuido y usado, los estilos de innovación se convierten en una categoría que establece un mayor basamento teórico para el análisis de los SNCTeI. Por lo tanto, esta relación permite a las empresas combinar el análisis de los SNI con el análisis de los EI; y en este sentido, se necesita una mirada multi-disciplinaria, inter-disciplinaria y transdisciplinaria donde el esfuerzo económico se combine con el sociológico.

3.2. Origen, uso y status teórico del SNI

El SNI se desarrolló paralelamente en diferentes partes de Europa y Estados Unidos durante los años ochenta, a partir de las contribuciones empíricas hechas por Freeman y el grupo IKE en Aalborg (Freeman, 1982) y (Lundvall, 1985). Freeman trae la imperiosa necesidad de comprender los procesos de innovación, como un entendimiento histórico orientado por el sentido de la colaboración, haciendo referencia a List (1982) acerca del concepto de puesta en marcha de los procesos. El grupo IKE, inspirado en la concepción del estructuralismo marxista y el desarrollo económico, contribuyó con nuevas ideas acerca de los “sistemas nacionales de producción y los complejos industriales, donde la interacción vertical es vista como crucial para el desempeño económico nacional y vinculando esto al análisis de la especialización internacional y la competencia internacional” (Lundvall, 2007, p. 96).

Sin embargo, el origen del concepto de SNI aparece por primera vez entre los años setenta y ochenta con estudios empíricos realizados por Rothwell (1977) y Pavitt (1984); pero adquiere relevancia en la literatura científica durante los años 1987 y 1988 (Lundvall, 1988 y 2007), fundamentada en la idea de generar “procesos de interacción”, donde se logren comunicar los agentes y las organizaciones, cooperando y estableciendo largos términos de relacionamiento, manteniendo una interdependencia sistémica (Freeman, 1987; Nelson, 1993; Kline & Rosenberg, 1986); a partir de una mirada inicial sustentada en la “teoría general de sistemas cuyo énfasis es la realización e interacción entre elementos con una aproximación sistémica de las ciencias naturales” (Bertalanffy, 1968).

En otras palabras, se puede afirmar que detrás del concepto de SNI hay una acumulación de conocimientos producto de una serie de estudios empíricos que muestran que la innovación se da en los procesos de interacción (Rohwell, 1977; Lundvall, 1985; Kline & Rosenberg, 1986); es decir, el concepto de SNI ha servido a los diferentes países para establecer o actualizar las políticas en ciencia, tecnología e innovación CT&I, propuestas por Lundvall y Borrás (2005). Sin embargo, el uso de esta noción ha presentado una serie de problemáticas en torno a estas políticas, que están relacionadas con “la dificultad de relacionamiento entre la industria y las universidades, así como los procesos educativos y el desarrollo de conocimientos y habilidades” (Lundvall, 2007, p. 98).

Lundvall, al ver que no existe un estatus teórico de los SIN, propone redefinir el concepto con base en el proyecto DISKO, ejecutado en los Estados Unidos, donde su principal énfasis lo hace en las personas, organizaciones y en la construcción de competencias (Lundvall, 2007, p. 98); es decir, su posición está relacionada con la noción de la teoría crítica de Mjoset (2005, p. 45) y el análisis crítico que desarrolla Freeman (1987). En consecuencia, la postura de algunos autores como Miettinen (2002); Lundvall (2007) gira en torno a proponer que la formalidad teórica que se le imprime a los SNI puede ser mejor vista desde la teoría crítica social, que desde la ciencia natural, cuyo foco está en la ciencia social, debido a esos procesos de interacción que pueden desarrollar competencias distintivas entre las personas y las organizaciones en su acción relacional.

En síntesis, Lundvall incluyó algunos elementos conceptuales para poder comprender cómo está conformado un SIN; uno de ellos es la interacción en los procesos de innovación, seguido de la importancia de la estructura económica y las instituciones como dos dimensiones del sistema, para finalmente llegar a señalar que los más importantes son el conocimiento y los procesos de aprendizaje (Lundvall, 1992, p. 99); es decir, que para comprender aún más la “noción moderna de SNI” (Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Edquist, 1997), es necesario establecer con claridad algunos ingredientes claves como son las nociones “nacional”, “sistema” e “innovación”.

El concepto “nacional”, que es el más controvertido, es el más utilizado para el análisis económico, y recurre a los estados nación para establecer comportamientos y tendencias de crecimiento económico, es decir, el concepto adquiere fuerza desde esta perspectiva toda vez que su interés gira en torno a conocer los niveles de desarrollo económico nacionales, que hoy están sustentados desde la innovación, y que han sido desarrollados en detalle por Carrison y Stankiewicz (1995) cuando estudian el concepto de sistemas tecnológicos; y Cooke (1996), y Maskell y Malmberg (1997), con los sistemas regionales de innovación; al igual, que Breschi y Malerba (1997) con los sistemas sectoriales de innovación, haciendo énfasis en la interacción vertical, más que los procesos de interacción, dando inicio a la aplicación portiana de la conformación de *clusters* industriales, sustentados en la triple hélice de Etzkowitz y Leydesdorff (2002); en consecuencia, los niveles nacionales toman importancia y legitimidad en la globalización, toda vez, que su foco de estudio está en los niveles de desarrollo de las naciones.

De otra parte, los discursos académicos y sociales de los “sistemas” son variados (ver en Bertalanffy y Luhmann citado por Lundvall, 2007, p. 100); de forma precisa se toma la noción desde la teoría crítica para explicar su funcionamiento y dinámica. No obstante, la dificultad que ha existido en esta concepción es que ha sido mal interpretada cuando se entiende que es mecánica, fácil de construir, gobernada y manipulada; es decir, no se tiene claridad en la práctica sobre el concepto y uso del sistema que permita realmente resaltar el concepto original del mismo, en términos de teoría

crítica, la cual resalta que debe ser concebida, más que la suma de las partes, en interrelación entre los elementos que lo constituyen a partir de procesos de interacción propios de la dinámica social, ya sea de lo macro a lo micro o viceversa.

Igualmente, la noción de innovación es vista tradicionalmente a través de los postulados de Schumpeter, quien fue el primero que la definió, expresando que es producto nuevas combinaciones, separando la invención de la innovación, y haciendo hincapié en la destrucción creativa del emprendedor en el mercado; pero es Lundvall quien incorpora dos nuevos elementos a esta concepción: i) los procesos de difusión y ii) el uso de la innovación (Lundvall, 2007, p. 101): Dimensiones claves en la dinámica de los SNI y los EI, hoy RI.

Finalmente, es importante tener en cuenta para el análisis de los SNI y los EI la diferencia entre cambio técnico y cambio organizacional, por dos razones: la primera hace alusión a que el camino que tiene la economía y la empresa está dado por conocer y tener en cuenta la organización de los lugares de innovación tecnológica; y la segunda, se refiere a la marcada distinción y la posible conexión entre innovación tecnológica y desempeño económico; es decir, que la clave en la transformación de la innovación tecnológica está en la educación y el cambio organizacional, emergiendo la inquietud de *cómo estudiar* estas dos nociones para lograr articular y coordinar los medios con los fines.

4. ¿CÓMO ESTUDIAR LOS SNI Y LOS EI EN COLOMBIA?

Este cuestionamiento nos lleva a revisar cómo se está desarrollando y configurando el SNCTeI en Colombia, con el propósito de delinear algunas reflexiones teóricas y metodológicas en torno a la inclusión de las dimensiones de estudio de los SNI y los EI o RI, que incluyen los modos y módulos de innovación, las perspectivas de análisis de los sistemas y estilos, así como los recursos fundamentales de sostenibilidad y desarrollo económico desde los planteamientos de Lundvall (2007, p.102), quien hace una serie de precisiones teóricas y conceptuales a partir de quince estudios consagrados en el proyecto DISKO durante tres años. Estos

estudios nos permiten proponer un método para analizar los sistemas y estilos o redes de innovación en Colombia, teniendo como pretexto el marco político institucional de fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación (SNCTeI).

El método propone, en esencia, un ir y venir de lo micro a lo macro, volviendo a lo micro, es decir, el modelo inicia desde los estilos propios de cada organización productiva pasando por la identificación del estilo o red, hasta llegar a la conformación del sistema, teniendo en cuenta el establecimiento de cinco factores: i) la empresa que innova como el jugador más importante en el desempeño económico; ii) la interacción entre empresas y la estructura de conocimiento, incluyendo universidades e institutos tecnológicos; iii) los estilos, modos, actividades de innovación y aprendizaje; y iv) la interacción entre empresas y sectores con la infraestructura de conocimiento, el mercado laboral, financiero y la propiedad intelectual (Lundvall, 2007, p. 102).

Para alcanzar el propósito de fortalecer el SNI y los EI es necesario avanzar metodológicamente a nivel sectorial, local, regional y nacional en **cuatro módulos** así: i) delinear las innovaciones y construir competencias; ii) buscar la interacción empresarial, incluyendo la competencia, cooperación, sistemas de redes e infraestructura de conocimiento; iii) conocer la organización empresarial y el posicionamiento de las redes, buscando la especialización competitiva y el crecimiento del sistema; y iv) reconocer las diferencias internacionales y nacionales de educación, mercado laboral, financiero, mercados y régimen de propiedad intelectual (Lundvall, 2007, p. 102). No obstante, la innovación debe focalizarse en dos pasos: primero, localizar un núcleo; y segundo, establecer un escenario alrededor de este núcleo; es decir, la clave del sistema de innovación es cómo interactúan las empresas con otras firmas y con la infraestructura de conocimiento.

Los pioneros son las empresas que innovan, las cuales estimulan el desarrollo económico, a través de la contribución y la diversidad de oportunidades tecnológicas, imitando o adaptando la tecnología en nuevos productos o procesos entre empresas y clientes. Existen los pioneros y

seguidores en el uso de la innovación que se ven beneficiados y adquieren un importante rol como jugadores en los procesos de innovación. Es clave la interacción y la comunicación entre empresas e infraestructura de conocimiento. Por ello, una diferencia importante entre empresas, sectores y sistemas sectoriales, regionales y nacionales es la respectiva codificación del conocimiento y específicamente el conocimiento tácito en los procesos de innovación, lo cual da lugar a diferentes modos de innovación.

La relación entre la teoría de la innovación y la política de innovación está inicialmente relacionada con la influencia de la alta tecnología industrial y, en segunda instancia, con la ciencia y la experiencia basada en el aprendizaje. Es decir, primero hay que crear accesos a la I&D, utilizando los modos de innovación, y segundo, la estrategia de innovación debe estar basada en el aprendizaje, que se da mediante el uso y la interacción de los modos de innovación; es decir, uno basado en experiencia y otro basado en ciencia, en otras palabras hay “dos modos de innovación: uno relacionado con STI –Ciencia, Tecnología e Innovación– y el otro en DUI –hacer, usar e interactuar con el conocimiento–” (Jensen et al. 2006). Ver tabla 1.

Tabla 1
Dimensiones para estudiar los SNI y EI en Colombia

	Sectores de baja tecnología	Sectores de alta tecnología
Modo de Innovación DUI	1	**2
Modo de Innovación STI	**3	4

Tomado de Lundvall, 2007, p. 104 y ajustado en el marco de este artículo (***) Módulos de menor desarrollo encontrados en el estudio (Proyecto DISKO) de los SNI; que pueden aplicar a la dinámica nacional del SNCTeI vinculando los SNI y EI o RI.

Los quince estudios realizados sobre los SNI muestran que en la literatura sobre innovación los estados nacionales se concentran en la práctica a desarrollar el módulo 1: Delinear productos innovadores en las empresas y construir competencias en la organización, y el módulo 4: Mejorar los sistemas de educación, el mercado laboral y financiero, mientras tanto en

la política se hace énfasis en el 4; es decir, se descuida el módulo 2: Orientado al relacionamiento entre empresas e interacción con la estructura de conocimiento en el contexto de la innovación de productos y el módulo 3: Promover el flujo de conocimiento intersectorial en una perspectiva de entra y salida de conocimiento.

Lo anterior indica que igual situación se vislumbra en nuestro país, en términos de marco institucional y prácticas empresariales, ya que las firmas y la política nacional están orientadas casi exclusivamente a los esfuerzos innovativos individuales para las organizaciones productivas, y para el Estado el fortalecimiento del sistema educativo y el mercado laboral, y en más bajo nivel de desarrollo, el sistema financiero, lo cual deja de lado el relacionamiento entre empresas y la interacción con la estructura de conocimiento y los flujos de conocimiento intersectorial en una perspectiva de entrada y salida de conocimiento. Por lo anterior, es imperativo hacer la distinción y el cambio entre la construcción del sistema y la promoción del mismo, ya que Colombia se ha preocupado y concentrado más por el segundo aspecto, la “promoción”.

En cuanto a la perspectiva de cómo analizar los SNI y los EI o RI, la teoría que nos da mayores argumentos para estudiarlos es la escuela austriaca con Hayek (1994) y Kirzner (1997), debido a que Hayek presenta el mercado como un proceso dinámico de aprendizaje; es decir, el análisis del sistema de innovación se da en la combinación del aprendizaje y la innovación. Esto implica mirar la innovación de forma sistémica en procesos de aprendizaje interactivo, donde se relacionan las empresas y construyen capacidades y estilos de innovación propios que se van configurando desde el micro-contexto al meso y macro-contexto. Ver tabla 2.

Tabla 2
Cuatro perspectivas diferentes del análisis económico

	Asignaciones	Innovación
Hacer selección	Estandarización neoclásica ←	→ Gestión de la innovación
Aprendizaje	**Economía australiana ←	→ **Sistema de innovación

Tomado de Lundvall, 2007, p. 109 y ajustado en el marco de este artículo
(**) Propuesta teórica apropiada para estudiar el SNCTeI vinculando los SNI y los EI en Colombia

Según Belzat y Hanusch (2003), se señalan dos focos de estudio de los SIN: el primero está centrado en el funcionamiento del sistema y el segundo sobre la comparación del mismo en término más cualitativo, los cuales están sustentados en cuatro estudios empíricos que los apoyan: i) Lui y White (2001), soportados en Edquist (2005), miran de forma comparada la función del sistema de innovación en USA y China; ii) Park y Park (2003) muestran la estructura de producción y la estructura de I+D, haciendo énfasis en la STI y descuidando el DUI; es decir, no tienen en cuenta el concepto de sistemas nacionales de aprendizaje (Mathews, 2001); iii) Shin (2004) muestra la relación entre sector, región y época, donde está muy en línea con los estilo de investigación de Freeman (1982) referidos a los SNI; y iv) el trabajo sobre los sistemas sociales de innovación de Amable et al. (1997) y Whitley (1994, 1996), que está acorde con la taxonomía del desarrollo del SNI que parte del estudio de la micro estructura organizacional planteada por Lorenz (2006).

En definitiva, debemos preguntar cómo establecer un mecanismo de sostenibilidad de los SNI y los EI o RI, como herramienta para el análisis del desarrollo y crecimiento económico, sustentado en la innovación y el aprendizaje, y teniendo cuenta “el cambio ecológico que permite integrar como estrategia económica el capital intelectual y capital social, los cuales son elementos importantes en el desarrollo del proceso” (Lundvall, 2007, p. 115). Por ello, hay que ponerle límites al crecimiento para equilibrar la ecología ambiental con el desarrollo económico. Es decir, “hacer énfasis sobre lo virtuoso y el círculo vicioso del desarrollo económico que sobre el emparejamiento de elementos y subsistemas del SNI”. (Lundvall, 2007, p. 115). Ver tabla 3.

Tabla 3

Recursos fundamentales para el crecimiento económico –combinando lo tangible y la reproducción de las dimensiones

	Fácil reproducción de los recursos	Menor reproducción de los recursos
Recursos tangibles	1. Capital productivo	2. Capital natural**
Recursos intangibles	3. Capital intelectual**	4. Capital social**

Tomado de Lundvall, 2007, p. 115 y ajustado en el marco de este artículo

(**) Énfasis propuesto de cómo estudiar de forma sostenible los SNI y EI en Colombia

En suma, cómo estudiar los SIN y EI o RI se puede hacer a través de la organización de investigaciones teóricas y empíricas de los sistemas y estilos o redes; así como reconocer que las empresas son las más importantes en la innovación y el aprendizaje. Así mismo, es importante estar permanentemente midiendo los indicadores de investigación, desarrollo tecnológico e innovación; construyendo capacidades y competencias distintivas, junto con la adecuada formación laboral para las empresas y la política pública orientada al desarrollo de los parques tecnológicos, los centros de desarrollo tecnológico y demás entidades que componen el SNI en Colombia. Todo ello permitirá impulsar el conocimiento y la experiencia de estos esquemas, a través de procesos de transferencia de tecnológica que fortalezcan el SNCTeI, siendo este último propósito el para qué estudiarlos de forma complementaria.

5. ¿PARA QUÉ ESTUDIAR LOS SNI Y LOS EI EN COLOMBIA DE FORMA COMPLEMENTARIA?

La dinámica de los SNI y EI es una fuente de interés académico y político, especialmente cuando se trata de dirigir nuevos desafíos competitivos, que implican un cambio institucional en términos de relaciones dentro y fuera del sistema. Este artículo muestra algunos acercamientos para la construcción de capacidades de innovación a nivel nacional, con base en la creación de la infraestructura de conocimiento, mediante el examen concienzudo de la existencia de estilos o redes de innovación y el establecimiento de procesos y mecanismos por los cuales nuevas redes de innovación pueden ser creadas e incorporadas a la dinámica del SNCTeI en Colombia.

Este aparte repasa **para qué** estudiar la perspectiva de sistema y el estilo de innovación o mejor denominado redes de innovación (RI), que son necesarias para establecer una nueva fase en la transición de Colombia “de la adquisición”, “a la I&D”, “para la innovación”; es decir, se argumenta inicialmente que este tipo de estudios a nivel internacional, y especialmente en Colombia es estático, pues se concentra más en la descripción del modelo de gasto y la creación de nuevas instituciones y política que en el análisis a fondo de por qué, cómo y para qué ocurren los cambios (Patel & Pavitt, 1994).

Colombia es un caso particular desde la perspectiva política, ya que el gobierno influye de forma tímida en el funcionamiento del sistema y el reconocimiento e impulso de las RI; es decir, la política de gobierno además de jugar un papel importante alentando la formación de las redes colaborativas entre firmas y la infraestructura de conocimiento (parques tecnológicos, CDT, incubadoras, otras), debe establecer maneras de estudiar cómo ha evolucionado el SNCTeI, cómo han aparecido las nuevas instituciones y cómo es el modelo de comportamiento de colaboración que apoya la innovación en las diferentes localidades y regiones del orden sectorial y nacional.

Para ello, existen dos corrientes de investigación principales que nos ayudan a este papel; la primera de ellas tiene relación con los estudios de conformación y conexión de redes de innovación, y la segunda hace alusión a los sistemas nacionales de innovación. Para Freeman (1991), las redes de innovación abarcan un número de relaciones cooperativas entre empresas, con miembros comprometidos en actividades que apoyan la innovación en los límites de I&D hacia la comercialización y la difusión; es decir, el uso de una lente analítica de la red de innovación permite resaltar los conductores tecnológicos en el desarrollo industrial en los sectores estudiados de forma que se identifiquen o promuevan las figuras reticulares encontradas o no en el micro y meso-contexto “consorcios I&D, cooperativas de apoyo a las actividades innovación, alianzas I&D+I, sociedades de CT&I, las cuales, han sido fuente de estudios internacionales” (Levy & Samuels, 1991; Dodgson, 1993a; Vonortas, 1997; Hagedoorn et al., 2000; Sakakibara & Dodgson, 2003; Dodgson et al., 2006). Estudios

empíricos en Japón (Branstetter & Sakakibara, 1997) y EE.UU. (Link et al., 1996).

Los anteriores estudios le permiten a Colombia evidenciar que las empresas tienden a establecer redes de innovación para perseguir los objetivos estratégicos o de economización. Objetivos estratégicos incluyen nuevas oportunidades generadoras de negocio, que combinan capacidades técnicas distintas, recursos tecnológicos complementarios (Link & Bauer, 1989; Vonortas, 1997). Pequeñas empresas en particular han sido capaces de aprovechar redes de innovación para vencer desventajas causadas por su tamaño (Kleinknecht & Reijnen, 1992; Sigurdson, 1986/1998). El objetivo es mejorar la capacidad de absorción de las empresas, así sea dándoles el acceso potencial a una más amplia gama de opciones tecnológicas (Cohen & Levinthal, 1989).

Este ha sido el caso de los consorcios de investigación en Taiwán (Dodgson, Mathews, Kastle & Mei-Chih Hu, 2008, p. 432), que al principio fueron diseñados para facilitar el crecimiento de pequeñas empresas por la transferencia de recursos y mejoras colectivas de la capacidad de absorción. Objetivos que economizan de forma incluyente las organizaciones, compartiendo el coste y el riesgo de proyectos particulares. El papel de redes de innovación en niveles regionales y nacionales es también de interés. Las redes de innovación son vistas como seres centrales que compatibilizan lo internacional de una región (Breschi & Malerba, 2001; Mytelka, 2001).

De manera temprana, en los Estados nacionales se enfocó el acceso a los SNI, a través de las instituciones que apoyan la innovación y las relaciones entre empresas y otras organizaciones. Las relaciones entre empresas dentro del SNI fueron argumentadas para ser el conductor primario de innovación (Lundvall, 1992). La investigación que usa esta perspectiva tendió a mirar el impacto sobre el cual la cooperación tiene que endurecer/conectar una red de la innovación a nivel local, y extrapolando estos resultados hasta el nivel nacional. Otra opinión postuló que estas instituciones —el gobierno, universidades, institutos de investigación y empresas—, proporcionan tanto ímpetu como coacciones dentro de SNI

(Nelson, 1993). La investigación en esta corriente estudió cambios de medidas fuertes para la innovación, como patentes, niveles de educación, y la salida de investigación que sigue cambiando la estructura institucional del sistema.

Estas perspectivas se han desarrollado en la sofisticación, ambos empíricamente (la OCDE, 2002) y teóricamente (Edquist, 1997; Edquist & McKelvey, 2000) y el concepto SNI ahora extensamente es aceptado como ser un contribuidor importante a diferencias comprensivas del funcionamiento de innovación entre naciones. Sin embargo, el estudio de SNI ha progresado; hay varios acontecimientos importantes que han surgido. El primero es la exploración de *cómo integrar los dos accesos –“Relacional” e “Institucional”– en un modelo comprensivo*. Esto se relaciona estrechamente con la segunda cuestión, en la cual las dos perspectivas comienzan a ser combinadas para desarrollar los modelos de dinámica de sistema de innovación (Lee & Von Tunzelmann, 2005). Es decir, como Lee y Von Tunzelmann advierten, para entender la dinámica, primero debemos entender las interacciones entre los actores y las instituciones que constituyen el sistema, a partir del intento de rastrear la evolución de un SNI, que implique documentar y explicar los cambios de estas relaciones.

Al final, surge la cuestión sobre el nivel correcto de análisis. Saxenian (1994) hace la comparación entre los sistemas de innovación en el *Silicon Valley and Route 128* en Massachusetts, y demuestra que puede haber diferencias significativas de sistemas de innovación dentro de una nación, lo cual conduce al desarrollo del concepto de Sistemas Regionales de Innovación (SRI), que también ha sido encontrado en Europa (Cooke, 1992). El avance más reciente ha mostrado que, en algunos casos, las instituciones son más constantes dentro de sectores que ellos mismos dentro de las naciones (Breschi & Malerba, 1997; Malerba, 2005). Esto en particular ha sido el caso en Europa, donde el Sistema Sectorial de Innovación (SSI), en muchos casos tiene mayor influencia que el SNI.

En definitiva, para que nuestro país alcance los fines esperados en el desarrollo científico-tecnológico, orientado al sector productivo, es necesario impulsar estudios pertinentes que ayuden a reconocer los SIN y EI, hoy

RI, que apoyen el entendimiento y consolidación de las dinámicas propias del SNCTeI en Colombia. Este propósito puede dar origen al conocimiento y aplicación de nuevas formas de innovación que sean transferidas e incorporadas al SNCTeI, con nuevos esquemas como redes de CT&I, nuevas instituciones –modelos capitales y financieros, de propiedad intelectual, difusión tecnológica–, plazas y parques científico-tecnológicos, nodos coordinadores de CT&I, racimos tecnológicos –financiero, científico, industrial y de apoyo–, centros de incubación especializados, plantaciones tecnológicas especializadas, que podrían convertirse de alguna manera en los dispositivos de construcción de capacidades de innovación en nuestro territorio.

6. CONCLUSIONES

Hay varias conclusiones que pueden ser dibujadas en estas posibles corrientes de investigación o estudio. La primera es que hay niveles distintos en los cuales el éxito de las iniciativas de innovación cooperativa debe ser medidos, y se pueden evidenciar ventajas en las empresas y en los niveles de cada sector y región que han sido teorizados. En el nivel de las empresas debe haber algún tipo estratégico de funcionamiento que genere una ventaja comparativa, relacionada con la participación y la colaboración. Regionalmente, se espera haya efectos de excedentes como consecuencia de redes de innovación, con inclusión de mejoras para la compatibilidad nacional.

La segunda conclusión señala que las instituciones públicas puede jugar un papel importante en la facilitación de la formación y el funcionamiento de RI que fortalezcan el SNCTeI; y para ello, Doz et al. (2000) y Kim y von Tunzelmann (1998) muestran dos caminos genéricos que son seguidos en la formación de redes de innovación: ellos surgen por los esfuerzos de las empresas que pueden generar ventajas, o los esfuerzos que realizan las agencias públicas en respuesta a la política de gobierno, integrando de forma complementaria estos dos accesos, desarrollando un modelo de alineación de red para explicar el funcionamiento de una innovación nacional superior.

La tercera hace evidente que para entender la evolución de un sistema de innovación particular, no basta con simplemente investigar los componentes de aquel sistema. Más bien es comprender los cambios en las relaciones e interacciones entre los componentes que deben ser examinados de forma permanente (Malerba, 2005); es decir, hay que identificar parámetros claves y relaciones para futuros estudios, que permitan la inclusión y explicación teórica. El entendimiento del SNCTeI tiene que abarcar tanto la adaptación institucional como la creación de empresas, el fortalecimiento universitario (hacer el tránsito de una universidad centrada en docencia, a una de investigación o una de innovación), utilizando la estrategia de la institución intermediaria (McKelvey & Holmen, 2006).

La conclusión final muestra algunas implicaciones del estudio complementario de los SNI y EI, hoy RI, es decir, lo “Institucional” y lo “Relacional” impactan la conformación de nuevas instituciones y las prácticas institucionales; así mismo, las nuevas empresas se comportan estratégicamente de forma distinta en las RI, interrelacionándose con herencias ya existentes. Debido que la teoría de los sistemas de innovación tiene que explicar la naturaleza y la trayectoria de su dinámica, se debe proponer delinear algunas fuentes, formas y resultados de esta dinámica. Allí puede haber muchas oportunidades de investigación irresueltas y significativas existentes.

Referencias

- Amable, B., Barré, R. & Boyer, R. (1997). *Les systèmes d'innovation à l'ère de la globalization*. Paris: Economica.
- Arrow, K. J. (1971). Political and economic evaluation of social effects and externalities, in: M. Intrilligator (Ed.), *Frontiers of Quantitative Economics*. Amsterdam (North Holland): Publishing.
- Balzat, M. & Hanusch, H. (2004). Recent trends in the research on national systems of innovation. *Journal of Evolutionary Economics*, 14, 197-210.
- Bertalanffy, I (1968). *General System Theory*. New York: George Braziller.
- Branstetter, L. & Sakakibara, M. (1997). Japanese research consortia: a microeconomic analysis of industrial policy. NBER Working paper 6066. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

- Breschi, S. & Malerba, F. (1997). Sectoral innovation systems: technological regimes, Schumpeterian dynamics, and spatial boundaries. In: Edquist, C. (Ed.), *Systems of innovation: technologies, institutions and organizations*. London: Pinter, 130-156.
- Carisson, B. & Stankiewicz, R. (1995). On the nature, function and composition of technological system, in: B. Carisson (Ed). *Technological systems and economic performance: the case of factory automation*. Berlin: Klüwer Academic Publishers.
- Cohen, W.M. & Levinthal, D.A. (1989). Innovation and learning: the two faces of R&D. *Economic Journal*, 99, 569-596.
- Cooke, P. (1992). Regional innovation systems: competitive regulation in the New Europe. *Geoforum* 32 (3), 365-382.
- Cooke, P. (1996). The new wave of regional innovation networks: analysis, characteristic and strategy. *Small Business Economic*, 8 (2), 159-171.
- Dodgson, M. (1993a). *Technological collaboration in industry: strategy, policy and internationalization in innovation*. London and New York: Routledge.
- Dodgson, M., Mathews, & J.A., Kastle, T. (2006). The evolving role of research consortia in East Asia. *Innovation: Management, Policy and Practice*, 8 (4), 84-101.
- Doz, Y.L.; Olk, P.M. & Ring, P.S. (2000). Formation processes of R&D consortia: which path to take? Where does it lead? *Strategic Management Journal* 21, 239-266. Special Issue: Strategic Networks.
- Edquist, C. (2005). Systems of Innovation: perspectives and challenges, in: J. Fagerberg, D. Mowery & R. R. Nelson (Eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Nortolk: Oxford University Press.
- Edquist, C. (Ed.) (1997). *Systems of Innovation: technologies, institutions and organizations*. London: Pinter/Cassell Academic.
- Edquist, C. & McKelvey, M. (Eds.), (2000). *Systems of Innovation: growth, competitiveness and employment*, An Elgar Reference Collection. Cheltenham (UK): Edward Elgar Publishing.
- Eliasson, G. (1996). *Firm objectives, controls and organisation*. Amsterdam: Kluwer.
- Etzkowitz, H. & Leydesdoft, L. (2000). The dynamics of innovation: from National systems and "Mode 2" to Triplex Hélix of university-industry-government relations, *Research Policy*, 29(2), 109-123.
- Freeman, C. (1982, August). *Technological infraestructura and international Competitiveness*. Draft paper submitted to the OCDE Ad Hoc Group on Science, Technology and Competitiveness (mimeo).
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: lesson from Japan*. London: Pinter.

- Freeman, C., (1991). Networks of innovators: a synthesis of research issues. *Research Policy*, 20, 499-514.
- Freeman, C. (1995). Sobre los Sistemas Nacionales de Innovación. *Cambridge Journal of Economic*, 19 (1).
- Garrido, M. (2003). *Sistema Nacional de Innovación y centros de desarrollo tecnológico en Colombia*. Documento presentado en el Primer Congreso Iberoamericano de Centros Tecnológicos. Valencia (España).
- Giddens, A. (1994). *Consecuencias de la modernidad*. Madrid: Alianza.
- Guerrero P. & Tylecote A. (1997). Interindustry differences in technical change and national patterns of technological accumulation, in C. Edquist (Ed.) *System of Innovations*. London: Pinter.
- Habermas, J. (1984). *The theory of communicative Action*, Vol. I. Boston: Beacon Press.
- Habermas, J. (1986). Ciencia y técnica como ideología. Trad. por Manuel Jiménez Redondo. Madrid: Tecnos. [Título original: *Wissenschaft und Technik als "Ideologie"*, 1968].
- Hagedoorn, J., Link, A.N. & Vonortas, N.S. (2000). Research partnerships. *Research Policy*, 29, 567-586.
- Hayek, F. (1994). *Derecho, legislación y libertad*. Vol I, Normas y Orden. Madrid: Unión Editorial.
- Jensen, M. B., Jhonson, B., Lorenz, E. & Lundvall, B. A. (2006). Forms of knowledge, modes of innovation, *Research Policy* (forthcomming).
- Jhonson, B. (1992). Institutional learning, in: B. A. Lundvall (Ed), *National system of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. London: Printer.
- Kim, S.-K. & von Tunzelmann, N. (1998). Aligning internal and external networks: Taiwan's specialization in IT. *SPRU Electronic Working Papers Series*, Paper 17.
- Kirzner, I. M. (1979). *Perception, opportunity and profit: studies in the theory of entrepreneurship*. Chicago: Chicago University Press.
- Kirzner, I. (1997). Entrepreneurial discovery and the competitive market process: An Austrian Approach. *Journal of Economic*, 35 (1), 60-85.
- Kleinknecht, A. & Reijnen, J.O.N. (1992). Why do firms cooperate on R&D? An empirical study. *Research Policy*, 21 (4), 347-360.
- Klin, S. & Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation, in: R. Landau & N. Rosenberg (Eds.), *The positive Sum Game*. Washington, DC: National Academy Press.

- Lee, T.-L. & von Tunzelmann, N. (2005). A dynamic analytic approach to national innovation systems: the IC industry in Taiwan. *Research Policy* 34, 45-440.
- Levy, J.D. & Samuels, R.J. (1991). Institutions and innovation: research collaboration as technology strategy in Japan. In: Mytelka, L.K. (Ed.), *Strategic Partnerships and the world economy: states, firms and international competition*. London: Pinter.
- Link, A.N. & Bauer, L.L. (1989). Cooperative research in US manufacturing: assessing policy initiatives and corporate strategies. Lexington, MA: Lexington Books.
- Link, A.N., Teece, D.J., Finan, W.F. (1996). Estimating the benefits from collaboration: the case of Sematech. *Review of Industrial Organization*, 11, 737-751.
- List, F. (1841). *Das National System der Polischen Ökonomie* (Basel: Kiklos), (translated and published under the title: *The National System of Political Economy*. London: Longmans, Green.
- Lorenz, E. & Valeyre, A. (2006). Organizational forms and innovative performance: a comparison of the EU15, in: E. Lorenz B.A. Lundvall (Eds.). *How Europe's Economies Learn*. Oxford: Oxford University Press.
- Lui, X. & White, S. (2001). Comparing innovation systems: a framework and application to China's transitional context, *Research Policy*, 30 (7), 1091-1114.
- Lundvall, A. (1985). *Product innovation and user producer interaction*. Aalborg: Aalborg University Press
- Lundvall, A. (1988). Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. En: G Dosi, C. Freeman. R. Nelson, G Silverberg y L. Soete (Eds.), *Technical change and economic theory* (pp. 349-369). Londres: Francis Pinter.
- Lundvall, B. A. (Ed.) (1992). *National Systems of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. London: Printer.
- Lundvall, B. A. (1998). Why study national systems and national styles of innovations? *Technology Analysis & Strategic Management*, 10, 4; ABI/INFORM Global, p. 407.
- Lundvall, B.A. & Borrás, S. (2005). Science, technology, innovation and knowledge policy, in: J. Fagenberg, D. Mowery & R.R. Nelson (Eds.). *The Oxford Handbook of Innovation*. Nortfolk: Oxford University Press.
- Lundvall, B. A. (2007, february). National innovation system - analytical concept and development tool. *Industry and innovation*, 14, 1; ABI/INFORM Global, pp. 95-119.
- Malaver F. & Vargas, M. (2006). La innovación en Colombia 1990-2004. *Innovación y Ciencia. Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia*, 13 (3), 34-39.

- Malaver F. y Vargas, M. (2005). Políticas y avances en la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia 1990-2005. *Cuadernos de Administración*, 18 (30), 39-78.
- Malerba, F. (2005). Sectoral systems: how and why innovation differs across sectors. In: Fagerberg, J., Mowery, D.C., Nelson, R.R. (Eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press, pp. 380-406.
- Marcuse, H. (1964). El hombre unidimensional. Traducido por Joaquín Mortiz, México.
- Maskell, P. & Malmberg, A. (1997). Towards an explanation of regional specializations and industry agglomeration. *European Planning Studies*, 5 (1), 25-41.
- McKelvey, M., Holmen, M. (Eds.), (2006). *Flexibility and stability in the innovating economy*. Oxford: Oxford University Press.
- Miettinen, R. (2002). *National Innovation System - Scientific Concept pr Political Rhetoric*. Helsinki: Sitra.
- Mjoset, L. (2001). Theorm understanding of in the social sciences, in: N. J. Smalser & P. B. Bates (Eds.), *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*. Amsterdam: Pergamon/Elsivier.
- Monroy, S.E. (2006). *Nuevas políticas y estrategias de articulación del sistema de ciencia y tecnología e innovación colombiano*. *Innovar*, 16 (28), 157-172.
- Montenegro, T. I., (2007). *Existe un Sistema Nacional de Innovación en Colombia*. Bogotá: Colciencias.
- Mytelka, L.K. (2001). Mergers, acquisitions, and inter-firm technology agreements in the global learning economy. In: Archibugi, D., Lundvall, B.-A. (Eds.). *The globalizing learning economy*. Oxford: Oxford University Press.
- Nelson, R.R. (1993). *National Innovation Systems. A comparative analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Nonaka, I. & Tajeuchi, H. (1995). *The knowledge creating company*. Oxford: Oxford University Press.
- Orozco, P. (2006). Un aporte a la discusión sobre los Sistemas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación. *Innovación y Ciencia. Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia*, 13 (3), 34-39.
- Patel, P. & Pavitt, K. (1994). National innovation systems: why they are important, and how they might be measured and compared. *Economics of Innovation and New Technology* 3, 77-95.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Small Business Economics*, 19 (2), 105-122.
- Robledo J. & Echavarría, E. S. (2006). Un Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación: hacia la necesaria integración de la investigación y la innovación. *Innovación y Ciencia. Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia*, 13 (3), 34-39.

- Romer, P.M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98, 71-102.
- Rothwell, R. (1977). The characteristic of successful innovation and technically pregressive firm. *R&D Management*, 7 (3), 191-206.
- Sakakibara, M. & Dodgson, M.,(2003). Strategic research partnerships: empirical evidence from Asia. *Technology Analysis and Strategic Management*, 15 (2), 227-246.
- Saxenian, A. (1994). Regional advantage: culture and competition in silicon. *Valley and Route 128*. Boston: Harvard University Press.
- Schumpeter, J. A. (1934/2000). Entrepreneurship as innovation. R. Swedberg (Ed.). *Entrepreneurship. The social science view*. Oxford: Oxford University Press: 51-75.
- Shin, J. S. (2004). Studies of National Innovations Systems: which way to go? Paper presented at seminar at the institute for New London.
- Sigurdson, J. (1986/1998). Industry and state partnership: the historical role of the engineering research associations in Japan. *Industry and Innovation*, 5 (2), 209-241 (Original working paper Industry and state partnership in Japan: the VLSI project, University of Lund).
- Vonortas, N.A. (1997). *Cooperation in research and development*. Boston: Kluwer.
- Whitley, R. (1994). Societies, firms and markets: the social structuring of business systems, in: R. Whitley (Ed.), *European Business Systems*. London: Sage.
- Whitley, R. (1996). The social construction of economic actors: institutions and types of firm in Europe and other market economies, in: R. Whitley (Ed.), *The Changing European Firm*. London: Routledge.