

LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN NACIONALES Y LA TEORÍA DEL DESARROLLO

**Miguel Ángel Rivera Ríos
y René Caballero Hernández***

Fecha de recepción: 29 de septiembre de 2003. Fecha de autorización: 24 de noviembre de 2003.

Resumen

Aquí se estudian los aspectos más relevantes de la teoría sobre el sistema de innovación nacional (SIN). Este término fue formulado originalmente para explicar el dinamismo tecnológico de los países desarrollados, en particular Japón. Se intenta evaluar y relacionar el concepto dentro de una tradición teórica que es la economía del desarrollo.

El enfoque del SIN sigue siendo una herramienta útil, que necesita incorporar los siguientes elementos: una visión abierta, que vaya desde el nivel micro hasta el plano supra-nacional; ampliar la definición de innovación que acepte no sólo las organizacionales e institucionales, sino también las innovaciones incrementales; un estudio a fondo de las características del conocimiento (viscosidad, tacitez, codificación) y de la forma como esas características afectan su flujo entre los distintos agentes del sistema.

Palabras claves: cambio tecnológico, innovación, desarrollo económico, sistema de innovación nacional, redes de innovación.

Abstract

This article studies the most relevant aspects of the theory behind the national innovation system (NIS). This term was originally formulated to explain the technological dynamism of developed countries, particularly in Japan. It aims to evaluate and relate the concept within the theory of economic development.

The NIS's approach continues being a useful tool that still needs to incorporate the following elements: an open vision that goes from the micro level to the supra-national level; a broadening of the definition of innovation that accepts not only organizational and institutional innovations, but also incremental innovations; an in-depth study of the characteristics of knowledge (viscous, tacit, coded) and how they affect the flow between the different agents of the system.

Key words: technological change, innovation, economic development, national innovation system, innovation networks.

* Profesores de la Facultad de Economía, UNAM.

Résumé

Cet article étudie les aspects les plus importants de la théorie du système d'innovation nationale (SIN). Ce terme a été formulé, à l'origine, pour expliquer le dynamisme technologique des pays développés, notamment le Japon. Il tente d'évaluer le concept et de l'inscrire dans le cadre d'une tradition théorique, celle de l'économie du développement.

La perspective du SIN demeure un instrument utile qui requiert l'intégration des éléments suivants: une vision ouverte, embrassant tous les niveaux, du microéconomique au supra-national; l'élargissement de la définition d'innovation afin que celle-ci inclue non seulement les innovations organisationnelles ou les institutionnelles, mais aussi les augmentationnelles; une étude approfondie des caractéristiques de la connaissance (viscosité, caractère tacite, codification) et de la façon dont ces caractéristiques affectent son flux parmi les divers agents du système.

Mots-clés: changement technologique, innovation, développement économique, système d'innovation nationale, réseaux d'innovation.

Resumo

Estudam-se aqui, os aspectos mais importantes da teoria sobre o sistema de inovação nacional (SIN). Este termo foi formulado originariamente para explicar o dinamismo tecnológico dos países desenvolvidos, particularmente o Japão. Trata-se de avaliar e relacionar o conceito dentro de uma tradição teórica que é a economia do desenvolvimento.

O enfoque do SIN continua sendo uma ferramenta útil que precisa incorporar os seguintes elementos: uma visão aberta que vá do nível micro ao plano supra-nacional; ampliar a definição de inovação para aceitar, não só as organizacionais e institucionais, mas também as inovações incrementais; um estudo a fundo das características do conhecimento (viscosidade, taciteza, codificação) e da forma como essas características afetam o seu fluxo entre os diferentes agentes do sistema.

Palavras chave: câmbio tecnológico, inovação, desenvolvimento econômico, sistema de inovação nacional, redes de inovação.



Introducción

En el marco de lo que hoy se conoce como *vieja teoría del desarrollo*, la acumulación de capital constituía la palanca central del incremento del PIB per cápita, que a su vez era el indicador central del progreso económico a nivel nacional. Sobre la centralidad de la acumulación, Arthur Lewis, siguiendo la tradición de Smith y Marx, señaló que para lograr el crecimiento del sector capitalista, y de esa manera elevar los beneficios y el ahorro, era necesario aumentar la inversión de manera coordinada; este autor agregaba que un nivel superior de desarrollo requería pasar por un periodo de rápida aceleración de la acumulación de capital en la que la tasa anual de inversión neta pasaría de 5% a más de 12%.

La debacle de la teoría del desarrollo en los sesenta y otros acontecimientos llevaron la investigación por un rumbo diferente: la del énfasis en los factores intangibles de la inversión en detrimento de los factores físicos. Como se sabe, el estudio de los factores intangibles, específicamente el *conocimiento*, ha sido abordado por dos escuelas diferentes: por la nueva teoría del crecimiento, que ha incorporado el llamado capital humano dentro de la función tradicional de producción, relajando los supuestos restrictivos de los primeros modelos neoclásicos de los años cincuenta; por otra parte, el pensamiento evolucionista que, siguiendo la tradición schumpeteriana, smithiana y marxista, plantea el concepto de acumulación de *conocimiento* o de capacidades tecnológicas como un proceso dinámico y en desequilibrio.

Pero la incorporación del concepto de acumulación de capacidades tecnológicas condujo paulatinamente a una crítica de las concepciones que enfatizaban la acumulación física de capital. En referencia al caso de los países en desarrollo, Bell y Albu (1999) apuntaban que hasta fines de los sesenta había poco interés al interior de aquellos por entender el cambio tecnológico-industrial, debido a la concepción de que la tecnología estaba encarnada en el capital físico y que, por lo tanto, el progreso económico se alcanzaba a partir de la acumulación de capital en ese sentido tradicional. Esta crítica tenía el corolario de que el progreso económico no se podría lograr exclusivamente al generar ahorro (es decir, posponer el consumo presente) e integrándose a los flujos internacionales de bienes de capital. Pero la creencia y el apego político a la creencia de que el *conocimiento* estaba encarnado en el capital físico, unida a la dificultad para extraer ese *conocimiento* determinaron que el crecimiento económico en la mayoría de los países en desarrollo fuera predominantemente “extensivo”, en oposición a “intensivo” en el sentido formulado por Marx, Solow, Abramovitz y Kuznetz.

El otro pilar de la irrupción del concepto de acumulación de capacidades tecnológicas concierne a las diferencias nacionales derivadas de la posesión de tecnología, lo que conduce a que haya de brechas entre los países. Los flujos de comercio internacional las reflejarán y podrán ahondarlas, a menos que actúen fuerzas compensatorias, como la difusión del *conocimiento* tecnológico entre países.

El concepto de difusión ocupa un lugar central en este replanteamiento sobre la acumulación. La clave del progreso económico está tanto en la producción de *conocimiento*, como en su difusión/asimilación. Una nueva teoría del desarrollo, en el sentido sugerido por Meier, podría apoyarse en tres importantes contribuciones del pensamiento evolucionista al estudio de la propagación del *conocimiento* tecnológico: 1) la caracterización del *aprendizaje* como un proceso incierto y costoso, que tiene diversas modalidades mucho más exigentes que la asociada a la práctica inmediata (*learning by doing*). 2) La caracterización del *conocimiento* por su aptitud para la difusión: *conocimiento* tácito y genérico. 3) Finalmente, la caracterización de una estructura en la que están articuladas las distintas instancias o agentes que participan en la producción y difusión del *conocimiento*: el Sistema de Innovación Nacional (SIN).

La discusión de algunas características del SIN es el eje de este artículo. Como se sabe, este concepto fue formulado originalmente para explicar el dinamismo tecnológico de los países desarrollados, en particular Japón, pero se han hecho diversos intentos por aplicarlo a varios países en desarrollo o de reciente industrialización. A diferencia de esos trabajos, aquí se intenta evaluar y relacionar el concepto dentro de una tradición teórica que es la economía del desarrollo y los requerimientos de una reformulación de la misma que atienda el tipo de preocupación formulada por Bell y Albu.

Partimos de la idea de que el enfoque del SIN sigue siendo una herramienta útil, pero necesita incorporar los siguientes elementos: una visión abierta, que vaya desde el nivel *micro* hasta el plano *supra-nacional*; ampliar la definición de innovación, que acepte no sólo las organizacionales e institucionales, sino también las *incrementales*; un estudio a fondo de las características del *conocimiento* (*viscosidad*, *tacitez*, *codificación*) y de la forma como estas afectan su flujo entre los distintos agentes del sistema; y, aunado a este último aspecto, la relación del SIN con otros tipos de redes como las que se tejen en los *cluster*, los distritos industriales y las cadenas globales de valor.

Las limitaciones de espacio impiden profundizar en el último tema, pero es indispensable el planteamiento integrado del mismo y lo que se señala de algunas guías para la investigación futura. Para lograr estos objetivos, el presente trabajo se estructura así: primero se analizará el concepto de SIN en su significado original, para pasar luego a su aplicabilidad a los países rezagados tecnológicamente, como los de Latinoamérica. Finalmente, se abordará la cuestión relativa a la combinación entre SIN y redes y encadenamientos mundiales, tal como se formulan en la propuesta de Humphery y Schmitz, dentro del marco de la

interrogante de si el desarrollo económico es en sus inicios un proceso local o nacional, cuestión central para la *vieja teoría del desarrollo*.

Tecnología, conocimiento, aprendizaje y cambio tecnológico

Dentro de la aceptación general de que la tecnología es un factor central para explicar el desarrollo y crecimiento de los países, se han producido hasta la fecha importantes avances teóricos, pero sin lograr hasta ahora la conformación de una teoría general del cambio tecnológico (CT) y, menos aun, integrar éste y el desarrollo económico. A fines de los años ochenta, algunos autores, pertenecientes a la tradición de la economía evolutiva, sugirieron que para superar los modelos lineales del CT (aquellos que lo ven como un proceso en dos fases: innovación y difusión) era necesario incorporar al estudio de la innovación el enfoque de sistemas.

Derivado de esa preocupación surgió, en ese periodo, el enfoque de los SIN como una propuesta alternativa para estudiar la innovación y el cambio tecnológico a mayor profundidad y en concordancia con las profundas transformaciones en el sistema capitalista mundial.

El estudio pionero de Freeman sobre la relación entre innovación tecnológica, los flujos de *conocimiento*, el *aprendizaje* y el aumento de la competitividad en Japón estableció el marco para subsecuentes aplicaciones y modificaciones del concepto de SIN. Se asumió que la competitividad internacional, tanto de empresas como de países, se finca en la capacidad que tengan para responder a la acelerada tasa de cambio tecnológico la cual caracteriza prácticamente a todas las industrias (véase Lundvall, 2002). Se reconoce que el activo más significativo para hacer frente a este fenómeno es el *conocimiento*, y que el proceso más importante, es el *aprendizaje* (véase Lundvall, 1992, 2002; Saviotti y Nooteboom, 2000).

En conjunción con lo anterior, las contribuciones básicas de la economía evolutiva para superar el planteamiento tradicional sobre tecnología es del siguiente tenor: primero, concibe la tecnología como *conocimiento*,¹ pero no la reduce a simple información científica materializada en documentos o en máquinas, la presenta de tal manera que cubre

¹ Dentro de la economía se ha conformado un enfoque que se ocupa de la "economía del conocimiento" (véase Fransman, 1994; Cowan y Foray, 1997; David y Foray, 1995, Cowan, David y Foray, 2000; Lundvall, 2002, entre otros). Este enfoque dirige su análisis a describir la naturaleza del conocimiento (sus rasgos tácito o codificado) y su relación con el aprendizaje, los datos, la información, los mensajes, la tecnología y la innovación. Enseguida definiremos cada uno de estos conceptos y la relación que se establece entre ellos.

De la literatura citada se desprende que las unidades básicas o materias primas de la economía del conocimiento son los *datos*, o elementos unitarios de la comunicación, que expresan los infinitos detalles del mundo. Se denominan así pues tales eventos se derivan de la naturaleza y la sociedad. El *aprendizaje* es el proceso por medio del cual los seres humanos los procesan y estructuran. Este proceso genera o da lugar a una serie de convicciones, creencias, *know-how*, habilidades y dominio



toda una gama de conocimientos que se encuentran en estado real o potencial de aplicación al proceso productivo. Considerando la función del *conocimiento* para la producción, algunos autores (Lundvall, 2002; Cimoli y Constantino, 2000) distinguen cuatro tipos: el *know what*, normalmente llamado información, puede ser dividido en piezas o *bits* y está relacionado con los *hechos* y es la base para el desempeño de expertos ubicados en áreas complejas como la medicina o la jurisprudencia. El *know why* es el *conocimiento* científico que aborda los principios y leyes del movimiento de la naturaleza, la mente humana y la sociedad. Se desarrolla en universidades e institutos especializados y para tener acceso a él, y por esta vía acelerar los avances tecnológicos y reducir la frecuencia de errores en los ensayos, las empresas deben interactuar con esas organizaciones. El *know how* se refiere a las habilidades o a la capacidad de saber hacer algo, y es un *conocimiento* tácito ligado a la empresa que lo produjo. Por último, el *know who*, se remite a la mezcla de diferentes tipos de habilidades destinadas a establecer relaciones formales específicas que le permitan a la empresa tener acceso a expertos y utilizar su *conocimiento* eficientemente.

Esta visión de la tecnología permite poner el *aprendizaje* en el centro del análisis del CT, porque autoriza la distinción entre varios tipos de aquella y nos faculta para materializarla en algo más tangible. Es cierto que el *conocimiento* se adquiere al asimilar y estructurar como una serie de información. Tal asimilación se logra a través del *aprendizaje*, pero éste es algo incorpóreo hasta que se convierte en una amplia gama de habilidades tecnológicas. Junto con Lall (1992, 1997), por éstas entendemos el complejo de destrezas, experiencia y esfuerzo conscientes que permiten a los agentes que actúan dentro de la empresa comprar, usar/aplicar, adaptar, mejorar y crear eficientemente diferentes ejemplares de tecnologías.

Por tanto, proponemos que cada tipo de *conocimiento* se relacione con una variedad específica de habilidad tecnológica. Una primera taxonomía de estas habilidades sugiere dividir las en productivas e innovativas (véase Bell y Albu, 1999 y Cimoli, 2000). Desde

de destrezas —las cuales frecuentemente son tácitas antes que explícitas— que se denominan *conocimiento*.

En un esfuerzo por clarificar el cúmulo de conceptos que utiliza este enfoque, proponemos que lo descrito en el párrafo anterior sea considerado una primera fase, relativamente poco estudiada por los estudiosos de la economía del conocimiento, la cual tiene que ver con la forma en que los agentes adquieren este último. Desde nuestro punto de vista, una segunda fase dentro de esta economía —que comparativamente ha sido mucho más estudiada— se dedica a explorar la manera en que parte del *conocimiento* de los agentes es convertido en mercancía, es decir, en un bien que puede circular y ser intercambiado.

En esta segunda fase, la literatura propone definir la *codificación* como un proceso a través del cual parte del *conocimiento* de los agentes es convertido en *mensajes*, es decir, en un conjunto de declaraciones orales o escritas, que se encuentran inscritas en una base más o menos durable y que pueden ser fácilmente transmitidos entre los agentes. Un mensaje o *pieza de información* contiene datos estructurados y provoca una acción en quien lo recibe. A la parte del conocimiento que puede ser convertida en *bits* o piezas de éste se le conoce como *información*.

este punto de vista, algunas habilidades tecnológicas conducen a la obtención de capacidad productiva a un nivel dado o fijo, es decir, permiten poner en operación un sistema productivo preexistente e involucran una serie de habilidades relacionadas con la producción de un bien. Pero existen otras *más complejas*, las cuales hacen posible obtener innovaciones, o sea, nuevos productos lanzados al mercado y nuevos procesos que modifican la forma óptima en que se están elaborando.

El *aprendizaje* está condicionado por la complejidad del *conocimiento* involucrado en el proceso productivo (naturaleza de la tecnología) y por la capacidad del agente que lo lleva a cabo. A largo plazo, tal *aprendizaje* parece derivar de los atributos del medio, la interconexión de los incentivos, las potencialidades del sujeto que aprende y las características de la trayectoria tecnológica, éstas últimas perfiladas por el paradigma tecnológico vigente.²

Reconocer que existen varios tipos de *conocimiento* nos permite ver a la empresa efectuando procesos de actualización (o ponerse al día respecto a sus competidores) a través del dominio de la tecnología que usa para producir. Algunos autores sugieren que tal proceso se realice por etapas: el primer periodo implica la implantación eficiente de la tecnología y avances en productividad (capacidad productiva), la última fase se distingue por el logro de innovaciones de producto y proceso. Sin embargo, entre los dos estados existe una gama de subetapas que incluyen la obtención de pequeñas mejoras, a través de copias, ingeniería inversa y diseños propios. De esto se desprende que el grado de actualización no depende únicamente del esfuerzo de *aprendizaje* tecnológico de la empresa, sino también de factores externos a la misma, como el marco institucional en el que se encuentra inserta, la cantidad y calidad de los nexos que establezca con otras organizaciones, su historia tecnológica y el tipo de tecnología involucrada en el proceso productivo.

De la empresa a los sistemas de innovación

Varios autores (Cimoli, 1997; Cimoli y Dosi, 1995; Dosi, 2001; Patel y Pavitt, 1994) sugieren que para ubicar la tecnología como la fuente central del crecimiento económico es necesario introducir el concepto de asimetrías tecnológicas como un aspecto crucial en la explicación del comercio, la especialización y los procesos de actualización. Enseñada

² Siguiendo a Freeman, Dosi y Soete (1993:98) proponemos que “el *paradigma tecnológico* define contextualmente las necesidades que se deben satisfacer, los principios científicos utilizados para el área, la tecnología material que se usará, los límites de los efectos de inducción que pueden ejercer las condiciones cambiantes del mercado y los precios relativos sobre las direcciones del progreso técnico; por lo que puede definirse como un ‘patrón’ de solución de problemas *selectos*, basados en principios altamente selectos, derivados de conocimiento y experiencia previos. Por otra parte, una *trayectoria tecnológica*, puede definirse como el progreso tecnológico a lo largo de transacciones comerciales, económicas y tecnológicas definidas por un paradigma”.



veremos cómo se llegó a esta conclusión y la forma en que se deriva de ella el concepto de sistema de innovación nacional.

En los años sesenta, el interés principal de la investigación dentro del campo de la tecnología y el comercio era subrayar la importancia crucial del CT en la explicación del patrón de comercio internacional. Algunos autores insinuaron que las asimetrías tecnológicas entre los países son el determinante principal de los flujos de comercio y de los modelos de especialización.

Según Posner (1961), el acceso asimétrico inicial al *conocimiento* tecnológico es lo que explica el patrón de comercio, es decir, este último se mantendrá entre los países sólo si persisten diferencias en las habilidades nacionales para innovar e imitar. Si éstas fueran las mismas, la ventaja tecnológica del país líder desaparecería después de algún tiempo, porque la mayoría de las naciones podrían emular el nuevo *commodity* y restaurar la paridad tecnológica, eliminando, de paso, las bases del comercio.

Hirsch (1965) y Vernon (1966) consideran que las asimetrías tecnológicas se asocian con las distintas fases de evolución de la tecnología y con una distribución internacional específica de las habilidades innovativas, que permite a los países avanzados introducir nuevos bienes. Con el tiempo, la tecnología cambia hacia su fase madura, caracterizada por la estandarización de procesos y productos. En esta última fase, la competencia internacional gira en torno a los costos de producción, por lo que la tecnología puede transferirse hacia economías menos desarrolladas, donde las ventajas comparativas se basan en los salarios bajos.

Se puede concluir que el patrón de comercio es un proceso de divergencia y convergencia tecnológica, por el cual el innovativo lleva a la divergencia y, por el contrario, la difusión e imitación inducen a la convergencia entre empresas y países.

Aunque la conclusión es incuestionable, estas teorías tienden a adherirse a una visión lineal del CT, porque, como apuntamos anteriormente, sugieren que la innovación surge de los laboratorios de I&D de los países desarrollados para difundirse a los países atrasados, donde se adopta pasivamente hasta que aquellos vuelven a generar otra cosecha tecnológica y se repite el ciclo. Fue precisamente para superar esta visión lineal del CT que a fines de los años ochenta se elaboró, dentro de la economía evolutiva, el concepto de SIN como enfoque alternativo para explicar las brechas tecnológicas.

Aparición del enfoque del Sistema Nacional de Innovación

Algunos estudios sostienen que el SIN es un concepto reciente y que su estudio responde a la creciente integración global de la producción. Esto es erróneo porque está documentado (véase Edquist, 1997; Dosi, 2001) que el primer intento sistemático —y teóricamente fundamentado— de estudiar el SIN fue realizado por Friederich List (1841-1959). Según Dosi (2001), en su libro de 1904, *The National System of Political Economy*, List opuso

su enfoque al de Adam Smith-Walras, ya que el de estos últimos autores se centra en el intercambio y la asignación de recursos, mientras que el suyo pone en el centro del análisis el desarrollo de las fuerzas productivas.³

Sin embargo, al resurgir, a fines de los años ochenta, el estudio de los SIN se asocia, más que con desempolvar los libros de List, con el extendido reconocimiento de que la innovación y el *aprendizaje* son elementos fundamentales para explicar las brechas tecnológicas y de crecimiento económico entre los países. Existe cierta polémica en cuanto a quién se le atribuye la autoría intelectual contemporánea del concepto de SIN (véase Edquist, 1997). Freeman (1995:5) asegura que la primera persona que usó esta expresión en un contexto moderno fue Lundvall, en *Technical Change and Economic Theory* (uno de cuyos coordinadores fue Dosi). Además, para dotarlo de significado, el término fue usado por otros autores en algunos artículos del mismo libro. Sin embargo, el primer pensador contemporáneo que publicó tal expresión fue el propio Freeman en su libro *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan* en 1987, el cual buscaba analizar las especificidades de los patrones de *aprendizaje* tecnológico japonés mediante el estudio del desempeño de su política tecnológica y económica. A partir de entonces, varios estudiosos han fortalecido este concepto mediante la incorporación de avances provenientes de disciplinas tales como la teoría institucional, de sistemas y del *aprendizaje* interactivo que, junto con los modelos evolutivos del cambio técnico, constituyen el marco teórico del moderno enfoque del SIN.

Bases conceptuales del SIN

En su versión original, sus enfoques constituyen una alternativa para evaluar el efecto del creciente gasto de empresas y gobierno en I&D como fundamentos de su posición competitiva internacional. Para lograrlo, generalmente parten de la descripción de los microfundamentos de la innovación⁴ para explicar cómo generar *conocimiento* al interior de la

³ La tradición que inauguró List (que podría denominarse de *ingresos crecientes* o *enfocada en lo institucional*) nos heredó, entre otros, un elemento de análisis bastante rico y complejo: *la protección a las industrias infantiles*. Tomando este elemento como punto de partida, List indicó la necesidad de que el gobierno asumiera la responsabilidad de la educación y el adiestramiento, además de impulsar la creación de una infraestructura que apoyara el desarrollo industrial. De esta manera, este autor prefigura algunos de los elementos más importantes del SIN.

⁴ Aquí aceptamos como válida la definición de innovación en su sentido amplio, por lo que la entendemos como un *proceso complejo* a través del cual las empresas realizan nuevas, o más o menos nuevas, combinaciones de elementos de *conocimiento* e información —elementos que pueden ser nuevos y/o ya existentes, propios y/o ajenos—; combinaciones por medio de las cuales llegan a dominar y a poner en práctica diseños de producto y procesos de manufactura *con importancia económica* que son *novedosos para ellas*, aunque no lo sean a nivel nacional o universal. En cuanto al grado de novedad de una innovación, retomamos lo que Kuznetz (1962:151-152) propuso para la invención: “Si lo que nos ocupa son los insumos de la actividad inventiva, dos invenciones idénticas pero que han sido logradas en forma independiente una de otra [...] implicarían un monto



empresa es la base de las brechas tecnológicas. Un segundo punto de partida es que, a diferencia de los modelos de CT de los años sesenta y setenta, los enfoques del SIN asumen que si bien son las empresas las que innovan, no actúan asiladamente. Al contrario, resulta evidente que en la búsqueda de la innovación, las empresas interactúan con otras organizaciones para adquirir, desarrollar e intercambiar *conocimiento* y de esta forma completar, con esas dotaciones de *conocimiento* externo, las que tienen a nivel interno.

El cariz definitivo de los primeros enfoques del SIN derivó de la importancia que le asignaron los autores pioneros a la interacción entre empresas y organizaciones no empresariales para alcanzar la innovación, énfasis que los llevó a adoptar el enfoque de sistemas.⁵ En efecto, según las propuestas de Freeman (1987), Lundvall (1993) y Nelson y Rosenberg (1992), un país puede desarrollarse económicamente si alienta la generación de innovaciones. Éstas pueden alcanzarse si se estimula el *aprendizaje* tecnológico, sumándole al que de por sí llevan a cabo las empresas internamente: el que proviene de su integración a una red de vinculaciones que las relacionan con organizaciones e instituciones que operan al interior de un país (universidades, centros de I&D, agencias de gobierno y empresariales), procurando que el nexo entre estos elementos funcione como un sistema. A este mecanismo generador de innovaciones, que elimina a la vez la brecha tecnológica y de desempeño económico entre las empresas y entre un país y otro, se le denominó Sistema Nacional de Innovación.

Los enfoques de sistemas tecnológicos⁶ se centran en el argumento de que el *aprendizaje* es un proceso colectivo, configurado por instituciones formales —tales como

mayor de actividad inventiva y, en consecuencia, una oferta mayor de capacidad creadora. Se sigue, pues, que si estamos interesados en medir un monto disponible de capacidad inventiva debemos imponer el requisito de que una invención sea un ente gestado en forma independiente y no un ente nuevo a escala universal”.

⁵ Boulding (1985) sugiere que la definición más amplia de sistema es “cualquier cosa que no sea caos”. Sin embargo, también acepta que se necesita una definición más operativa para analizar los sistemas de innovación; de ahí que sugiera que un sistema está constituido por varios elementos y por las relaciones que se establecen entre ellos. Fleck (1992:5) va más allá en la definición de sistema, pues lo concibe “como un complejo de elementos o componentes, los cuales se condicionan mutuamente y se oponen uno a otro, de tal manera que todo el complejo funciona conjuntamente, con una función general más o menos razonablemente definida”.

⁶ *Los enfoques de sistemas tecnológicos.* Ven a las tecnologías no como artefactos, sino como sistemas de componentes integrados y como arreglos sociales y gerenciales que los apoyan. Observan las tecnologías en tres dimensiones: 1) un nivel ingenieril, en el que las técnicas son inter-operativas o complementarias; 2) un nivel cognitivo, en el cual tecnólogos e ingenieros forman un consenso acerca de la heurística que soluciona un problema; y 3) un nivel social y gerencial, en el que se toman las decisiones de selección y desarrollo. Estos enfoques tienden a operar tanto con respecto a tecnologías complejas particulares, como en industrias particulares. *Los enfoques de grupos industriales.* Exploran el desempeño de los sectores industriales en términos de la integración de diferentes tipos de empresas e industrias, algunas veces alrededor de tecnologías clave, y enfatizan las condiciones ambientales y las interacciones inter-industriales en la creación de grupos o bloques dinámicos de la industria caracterizados por un alto crecimiento del producto, la productividad y las acciones comerciales. El mejor ejemplo de este enfoque es el de Porter sobre las ventajas competitivas

universidades, corporaciones, sistemas regulatorios, entre otras— y por instituciones sociales. Dichos sistemas creadores de *conocimiento* son centrales para explicar el desempeño económico (para una descripción más detallada, véase Smith, 1995 y David y Foray, 1995). Estos autores, además destacan que los diferentes enfoques de sistemas que tratan de estudiar este fenómeno “varían en énfasis y nivel, pero todos ellos comparten una idea central común: el desempeño innovativo general de una economía depende, no tanto del desempeño específico de las instituciones formales u organizaciones (empresas, institutos de investigación, universidades, etc.), sino de la forma en que ellas interactúan entre sí como elementos de un sistema colectivo de creación y uso de conocimiento, y de la forma en que ellas interactúan con las instituciones sociales (tales como valores, normas, marco legal, etc.)” (Smith, 1995:72).

En resumen, puede decirse que un *sistema de innovación* se configura por ciertos actores, y por la forma en que interactúan para producir, difundir y usar *conocimiento* e información nueva y económicamente útil. Asimismo, su cariz de *sistema nacional* está dado porque los elementos están ubicados y las relaciones se establecen al interior de las fronteras de un país o nación. Chesnais (1995:23) sugiere que la noción de SIN “relaciona tecnología, comercio y crecimiento de tal forma que insinúa que el desempeño de las economías nacionales depende de la manera en que cada país deja prosperar tanto los *vínculos* como los arreglos *institucionales* y *organizacionales* que tienden a apuntalar la innovación y el crecimiento”.⁷

Atributos y debilidades de los enfoques del Sistema Nacional de Innovación

En un esfuerzo por evaluar en conjunto el enfoque de SIN que existía hasta fines de los años noventa, Edquist (1997:15-29) sintetiza así sus características más sobresalientes:

Primero, para establecer una conexión causal entre CT y crecimiento económico, colocan la innovación (entendida como resultado de la mezcla de varios tipos de *conocimiento*) y el *aprendizaje* (entendido como el proceso que da lugar a la obtención de *conocimiento*) en el centro del análisis. Segundo, todos los enfoques del SIN son *holísticos*, o sea, intentan abarcar todos, o la mayoría de los determinantes de la innovación y sus formas (dura

de las naciones. Aunque estas orientaciones tienen un carácter fuertemente sistémico, no necesariamente ponen énfasis en la dinámica específica de la innovación y de la creación de tecnología. *Los sistemas de conocimiento*. Relacionado con los sistemas de innovación está el concepto de los “sistemas de conocimiento”, que fue propuesto por primera vez, de manera sistemática, por Soete y Arundel (1993), y que fue desarrollado posteriormente por David y Foray (1995). *Los sistemas nacionales de innovación*. Son esencialmente análisis acerca de los ambientes innovativos que se enfocan en los procesos de aprendizaje y de acumulación de conocimiento, poniendo de relieve particularmente aspectos institucionales y formas variadas de interacción entre las empresas innovadoras y las demás instituciones.

⁷ Las cursivas son nuestras.



y blanda). Esto lleva a que también sean interdisciplinarios, es decir, que se admitan aportaciones de varias teorías. Tercero, reconocen una perspectiva histórica porque tanto los procesos de innovación, como las instituciones y las organizaciones dependen de la trayectoria y se desarrollan acumulativamente, o sea, con el tiempo, distintos eventos (innovaciones, instituciones, organizaciones) llegan a adquirir importancia capital gracias a que se ven reforzados por retroalimentaciones positivas. Consecuentemente, algunos estudios proponen que los SIN pueden ser capturados en términos de *co-evolución* dinámica del *conocimiento*, las innovaciones, las organizaciones y las instituciones. Cuarto, ningún SIN es igual a otro; por tanto, no se puede identificar cuál de ellos es el óptimo. Esto se debe a que los procesos de *aprendizaje* evolutivo (de naturaleza abierta y dependientes de la ruta, que son importantes para estos enfoques) están sujetos a un cambio continuo y a que —incluso— se desconoce si los procesos de búsqueda exploran la trayectoria de mayor potencialidad, porque no se sabe *a priori* cuál es tal trayectoria y porque los procesos de cambio, al menos parcialmente, son aleatorios y se establecen en largos periodos. Quinto, estos enfoques enfatizan la interdependencia y la no linealidad. Son interdependientes porque el proceso de innovación es muy complejo y las empresas requieren intercambiar *conocimiento* con otras organizaciones para llevar a buen fin este proceso, efectuando innovaciones en sus distintos niveles (radical e *incremental*). Sexto, una de las características más extendidas en todos los enfoques del SIN es el papel central que le asignan a las instituciones.

Esta larga lista de características es aplicable al estudio pionero de Freeman (1987), quien instrumentó el enfoque del SIN para explicar el impresionante desempeño económico e innovativo que experimentó Japón en la segunda posguerra, mismo que le permitió disminuir la brecha tecnológica que lo separaba del exclusivo grupo de países tradicionalmente innovadores (Estados Unidos y algunos países de Europa Occidental). Posteriormente, Lundvall (1992) y Nelson y Rosenberg (1993) consolidaron el enfoque y lo aplicaron a una serie de naciones, básicamente desarrolladas. A partir de entonces, el concepto ha sido reconocido por los diseñadores de política y por los organismos internacionales como una herramienta teórica útil para explicar las brechas tecnológicas y de desempeño económico que separan a los países (véase OECD, 1997, 1999).

A pesar de su extendida aceptación, no puede decirse que el SIN sea un enfoque cerrado y completamente coherente. En época reciente han sido expuestas algunas debilidades de sus primeras orientaciones. Edquist (1997, 2000), por ejemplo, detecta las siguientes carencias: 1) su remarcado carácter nacional, ya que el sistema de innovación de los países no se limita a usar *conocimiento* nacional, sino que también incorpora grandes cantidades de lo elaborado en el exterior; 2) es “conceptualmente difuso”, es decir, los distintos enfoques muestran “ambigüedad conceptual” porque cada autor otorga diversos significados a los mismos conceptos; por tanto, 3) el SIN no puede considerarse una teoría formal, sino úni-

camente un “enfoque”, es decir, “una red muy amplia” que intenta capturar el proceso de innovación, sus determinantes y algunas de sus consecuencias.

Otra vertiente de críticas enfatiza que esta herramienta teórica no ha sido verdaderamente puesta a prueba, porque ha sido aplicada en países tradicionalmente innovadores. Esto llevó a que su aplicación confirmara lo que ya se conocía o intuía sobre el dinamismo de los sistemas de innovación en los países industrializados, destacando únicamente las particularidades de éstos. Estudios recientes apoyan esta observación, porque al explorar el SIN en lugares donde no hubo tradición innovadora, se comprueba que siguen igual de atrasados en la generación de patentes o desarrollos tecnológicos radicales (véase Cimoli, 2000). En un caso extremo, hay quienes llegan a la conclusión de que Japón es el único territorio donde verdaderamente existe un SIN (véase Leoncini y Montresor, 2000).

Un último señalamiento apunta hacia la necesidad de que las orientaciones del SIN acepten explícitamente que el concepto de innovación no se reduce a las del proceso, sino que abarcan las de todo tipo. Así, la pregunta que se impone es: ¿el SIN es un enfoque verdaderamente útil para explicar las brechas tecnológicas entre los países, o constituye únicamente una explicación limitada a la experiencia de Japón?

Propuesta para superar las críticas al SIN y retos para la investigación futura

Desde nuestro punto de vista, las críticas al enfoque del SIN son pertinentes, pero aun así creemos que éste sigue vigente como herramienta teórica para explicar porqué existen brechas tecnológicas y de desempeño económico entre los países. Lo que se necesita es desarrollar algunos aspectos que los primeros enfoques apenas esbozaron o que se encuentran latentes en sus argumentos.

El primer aspecto por destacar es que se requiere ensanchar el concepto de innovación de tal manera que incluya no sólo las radicales (como sugiere Edquist, 1992, 1996), sino también las *incrementales*. Solamente así se puede superar la aparente paradoja de que algunos países de mediano desarrollo (principalmente los de América Latina: México, Brasil, Argentina) sean economías dinámicas que han experimentado crecimiento económico, mejoras en la productividad y desarrollo social a pesar sus bajos registros de patentes, de innovaciones radicales, de gasto en I&D, del número de ingenieros por habitante.

Si se acepta, como propusimos al principio de este trabajo, que la tecnología es básicamente *conocimiento* —y que éste no se reduce a información codificada en maquinaria y manuales técnicos, sino que además es tácita y abarca una amplia gama de tipos—, podemos centrarnos en los procesos de actualización tecnológica, es decir, en las etapas de desarrollo caracterizadas por el *aprendizaje* y por el dominio de habilidades tecnológicas que permiten desempeñar un proceso productivo y llevar a cabo procesos de búsqueda y



exploración que conducen a avances en la posición competitiva.⁸ Varios trabajos han demostrado que los países en desarrollo parten de la adquisición de habilidades tecnológicas mínimas, que les permiten poner en funcionamiento y llegar a dominar procesos productivos (véase, por ejemplo, Stewart and James, 1982; Katz, 1978, 1984; Cimoli, 1988; Bel y Pavitt, 1993; Sahal, 1981, Hollander, 1965; Enos, 1991; Lall, 1982, 1992; y Dahlman y Westphal, 1982). La adquisición de esta capacidad productiva es posible porque se reconoce que estos países también son capaces de aprender tecnológicamente. Después, esa base de *conocimiento* les permite implantar procesos de actualización más avanzados a través de la adquisición de habilidades tecnológicas más complejas. Hobday (1995) y Gereffi (1996) han estudiado los casos de las naciones del este de Asia, y encontraron que algunos de ellos han llegado incluso a desplazar a Japón y a Estados Unidos y en la producción y diseño de algunos productos de alta tecnología, y a lanzar productos con diseño y marcas propias.

Lo anterior está aceptado implícitamente por autores como Cimoli (2000) y Patel y Pavitt (1994), al reconocer que el desarrollo e industrialización están vinculados estrictamente a la difusión de técnicas *superiores* al interior de un país y en la interacción con otros. Por tanto, en el caso de las economías en desarrollo, el SIN se vincula estrechamente con la copia, adaptación e imitación de tecnologías establecidas por las naciones desarrolladas. Estos procesos de adopción y adaptación tecnológica, por su parte, son influidos por las habilidades específicas de cada economía y pueden llevar a estrechar la brecha mediante procesos de *aprendizaje* que empieza con la adquisición de habilidades tecnológicas sencillas y avanzan hacia el dominio de las más complejas.⁹

En segundo lugar, como mencionamos anteriormente, profundizar en estos aspectos desemboca en el estudio de los flujos de *conocimiento*. También consideramos importante incorporar al enfoque del SIN los avances de lo que Cowan, David y Foray (2000) llaman “la economía explícita de la codificación y la taciteza del *conocimiento*”, es decir, a las

⁸ Según Lundvall (1992:11) el *aprendizaje* se relaciona tanto con las actividades rutinarias como con procesos de búsqueda conscientes por parte de la empresa. Patel y Pavitt (1994:11) llaman a esta forma de *aprendizaje* deliberado “acumulación tecnológica”, y la definen como “la inversión deliberada, y frecuentemente más costosa, que realizan las empresas para obtener habilidades tecnológicas de diseño de producto, ingeniería de la producción, control de calidad, grupos de capacitación, I&D, pruebas de prototipo y plantas piloto”. Para Lundvall (1992:11), cuando esta “acumulación tecnológica” se lleva a cabo con fines de lucro directos se denomina “búsqueda”, y cuando está menos orientada a esa meta (como en el caso de los laboratorios universitarios o públicos) se llama “exploración”.

⁹ Esquemáticamente, Cimoli (1997) propone que las brechas tecnológicas entre los países se explican porque todos ellos parten de un conjunto de habilidades diferentes, las cuales pasan por un *filtro institucional* que puede hacer que los esfuerzos particulares de las empresas por innovar desemboquen en resultados colectivos sub-óptimos. En otras palabras, entre las habilidades tecnológicas y las del desempeño económico se encuentra el sistema de innovación nacional (SIN). Esta tesis también es sostenida por Bell y Albu (1999), Katz (1984), Cimoli (1998) y Bell y Pavitt (1993).

características económicas que tiene este último. Esto se convierte en un imperativo toda vez que estudios (Fransman, 1994; Cowan y Foray, 1997; Lundvall, 2002; Smith, 1995; David y Foray, 1995, López-Martínez y Piccaluga, 2000) han demostrado que, frecuentemente, el mal funcionamiento de un SIN se debe, más que a la ausencia de actores que alienten la innovación, o de los vínculos que los unan, a que el *conocimiento* es demasiado *viscoso*, es decir, su paso, de tácito a codificado depende de la estrategia de la empresa que lo posee, la cual frecuentemente no tiene incentivos para efectuar esta conversión. El gobierno podría cambiar esta circunstancia y favorecer su difusión de empresa a empresa si adopta políticas que favorezcan sus flujos y, al mismo tiempo, establezca garantías que como patentes y derechos de autor. De esta manera se fortalece el SIN de un país.

Un tercer aspecto tiene que ver con el despliegue espacial de los sistemas de innovación. La literatura de los enfoques del SIN siempre ha mantenido candente un debate sobre si aquéllos son nacionales o no. Desde el principio, Lundvall (1992) y Nelson y Rosenberg (1993) mantuvieron abierta la interrogante sobre cuál era el nivel adecuado para estudiarlos fuera de la empresa.

Nelson y Rosenberg incluso argumentan implícitamente por una orientación sectorial al escribir:

Por un lado, el concepto tal vez sea demasiado amplio. El sistema de instituciones que apoya la innovación técnica en un campo, digamos el de la farmacéutica, tal vez tenga muy poco traslape con el sistema de instituciones que apoyan las innovaciones en otro campo, digamos el de los aviones. Por otra parte, en muchos campos de la tecnología, incluyendo el de los aviones y el farmacéutico, varias instituciones están o actúan internacionalmente. Incluso, para muchos de los autores que participan en este estudio, uno de los intereses clave fue explorar si, y de ser así en qué sentido, el concepto Sistema "Nacional" tiene algún sentido en nuestros días. Los gobiernos nacionales actúan como si lo tuviera. Sin embargo, el supuesto, y la realidad, puede no dar la razón. (Nelson y Rosenberg, 1993:5)

Otra argumentación por el lado del nivel sub-nacional es presentada por autores pertenecientes a la tradición de los sistemas tecnológicos (Carlsson, 1995; Carlsson y Stankiewicz, 1995) y de los distritos industriales (Saxenian, 1994). Carlsson y Stankiewicz, por ejemplo, dicen que:

El Estado Nación constituye una frontera natural de muchos Sistemas Tecnológicos. Algunas veces, sin embargo, podría tener sentido hablar acerca de un sistema tecnológico local o regional [...] El lugar donde se establezcan las fronteras depende de las circunstancias, por ejemplo, de los requerimientos de mercado y tecnológicos, de las habilidades de varios agentes, del grado de interdependencia entre los agentes, etc. (Carlsson y Stankiewicz, 1995:49)

Lundvall, por su parte, acepta que otros niveles podrían ser pertinentes, pero argumenta que lo *nacional* se impone porque:



Cuando las partes involucradas se encuentran dentro del mismo ambiente nacional compartiendo sus normas y sus sistemas de interpretación, basados en la cultura del aprendizaje interactivo y la innovación se desarrollarán más fácilmente... Por otra parte, debe reconocerse que algunos elementos importantes del proceso de innovación tienden a ser transnacionales y globales antes que nacionales [...] Estos cambios son importantes y desafían el papel tradicional de los SIN, pero por ellos vuelven menos importante [el plano nacional de los SIN] (Lundvall 1992:3-4).

En este mismo sentido, Edquist y Lundvall sugieren que:

existen poderosas razones para hablar acerca de la innovación en términos de Sistemas Nacionales. Una razón es el hecho de que los distintos estudios de caso en Nelson (1993) muestran que hay diferencias entre varios Sistemas Nacionales en cuanto a atributos tales como el marco institucional, la inversión en I&D, y el desempeño. Por ejemplo, las diferencias en cuanto a estos aspectos entre Dinamarca y Suecia son significativas —a pesar del hecho de que estos dos pequeños países del Norte de Europa son muy similares en otros aspectos tales como el lenguaje, la cultura, niveles de vida, forma de vida, patrones de consumo, tamaño del Sector Público y fortaleza de los tratados de comercio. Otra razón muy importante es que la mayor parte de las políticas públicas que influyen sobre el sistema de innovación o a la economía en su conjunto todavía están diseñadas e implementadas en el plano nacional. En otras palabras, la importancia de los SIN tiene que ver con el hecho de que logran capturar la importancia de los aspectos de política y políticos de los procesos de innovación. Esto no es sólo cuestión de delimitación geográfica; el Estado, y el poder que tiene, también son importantes (Edquist y Lundvall, 1993:5-6).

De lo anterior se desprende que el sistema de innovación es un enfoque que se puede aplicar a distintos niveles. El más básico, que aquí denominamos *micro*, es el que se aplica a las historias o trayectorias tecnológicas de cada una de las empresas de un país. En el *micro*, la existencia de brechas tecnológicas entre empresas se explica por las propias características de la innovación. También está el *macro*, que es el que han privilegiado las orientaciones del SIN, en el cual las brechas entre los distintos países se explican por la existencia o ausencia de un marco institucional favorable a la innovación de las empresas de una nación. Sin embargo, un hecho latente en todos los estudios sobre el SIN es que existen niveles *sub-nacionales* (o *meso* o intermedios) y *supra-nacionales*. Algunos autores han explicitado este hecho. Cimoli (2000) y Cimoli y Dosi (1995) sugieren, por ejemplo, que los SIN sean vistos como el resultado conjunto de tres niveles de análisis:

- a) *El nivel nacional*: conjunto de relaciones sociales, reglas y restricciones políticas dentro de las cuales el comportamiento micro-económico está incrustado (que ha sido extensivamente estudiado en el análisis institucional/evolutivo).
- b) *El nivel intermedio o meso económico*, de las redes de vínculos que se establecen entre las empresas y otras organizaciones, tanto al interior como al exterior de sus sectores de actividad primarios, que refuerza las oportunidades de cada una de las empresas para mejorar sus habilidades dirigidas a resolver problemas (en mayor medida pueden

ser interpretadas como externalidades o como un mecanismo ampliamente económico para la generación de *conocimiento*, el nivel meso económico ha estado en el centro de las nuevas teorías de crecimiento).

c) *El nivel de la empresa*: en el cual las firmas son vistas como los depositarios del *conocimiento* incorporado en sus rutinas operacionales, el cual es modificado en el tiempo por sus estrategias y reglas de comportamiento de más alto nivel.

Desde nuestro punto de vista, las debilidades resaltadas por Edquist (1997) se deben, en gran medida, a que los enfoques del SIN se han autoimpuesto una camisa de fuerza al privilegiar sus planos *micro* y *macro*, en los cuales se le asigna a las instituciones y al gobierno un papel determinante, y al soslayar, por lo mismo, los planos *meso* y *supra-nacional*. Debido a esta falta de balance o sobre-determinación, se ha llegado a la aparente paradoja de que países con crecimiento económico, aumento de la competitividad y con desarrollo social (como Corea, Singapur, Brasil, México, entre otros), a pesar de su gran esfuerzo tecnológico, figuran en las mediciones como países que carecen de SIN o que tienen uno insuficientemente estructurado (véase Cimoli, 2000 y Leoncini y Montresor, 2000).

Nuestra propuesta es eliminar esa camisa de fuerza y reconocer explícitamente que un sistema de innovación actúa a nivel empresa, pero también es sub-nacional (regional, local), nacional y supranacional.

Una hipótesis por demostrar es que en los países en desarrollo parece ser que lo predominante son varios sistemas sub-nacionales (*clusters*, distritos industriales) con nexos internos fuertes y con nexos de dependencia con empresas transnacionales, pero con nexos débiles entre ellos al interior del país.

Sugerimos, sin embargo, que no puede eliminarse el rasgo nacional de los SIN, porque todos los nexos se materializan dentro de un marco institucional nacional (cultura, lengua, leyes, marco macro-económico) que determina su grado de innovatividad. Cimoli (2000:11-12) lo pone en los siguientes términos:

sistematizando la diferencia entre habilidades tecnológicas y desempeño económico [...], es posible explicar que las brechas tecnológicas entre los países se reproducen a sí mismas en el tiempo, debido al hecho de que los comportamientos individuales (que responden a patrones de incentivos y oportunidades existentes en cada país) producen resultados colectivos sub-óptimos. En otras palabras, la existencia de diversas instituciones y organizaciones, y de sus variadas formas de interacción, determina la forma específica de los SIN, los cuales a lo largo del tiempo presentan ciertas características invariables que explican sus fases de relativo éxito o fracaso tecnológico (Cimoli y Dosi, 1995). Cuando se organiza apropiadamente, el SIN es un motor poderoso que estimula el progreso; cuando está mal organizado y desconectado, el SIN podría inhibir seriamente el proceso de innovación (Metcalf, 1995; De la Mothe y Paquet, 1996).

Por tanto, en el estudio del SIN mexicano deben explorarse estos otros niveles del sistema de innovación (el sub-nacional y el supra-nacional), porque esas valoraciones



aportarán explicaciones más claras y profundas acerca del desempeño económico e innovativo del país. Lo que parece ser menos útil en este contexto son los estudios industriales por sectores, porque dentro de cada uno se incluyen tantas situaciones —redes *cuasi* y totalmente jerárquicas, *clusters* regionales, empresas grandes con vínculos de mercado, (véase Schmitz, 1999 y Humprey y Schmitz 2002)—, que la explicación agregada pierde sentido.

Una manera de integrar el plano *meso* al enfoque del *SIN* es enfatizando la importancia que tienen para la innovación los flujos de *conocimiento* que se llevan a cabo entre los distintos actores que conforman dicho sistema. Recientemente, incluso Lundvall (2002) ha reconocido que la tendencia actual no se dirige hacia la conformación o fortalecimiento de redes que vinculen a todos los actores de un país. Este autor dice que lo predominante en la actualidad es un “tribalismo intelectual” (*intellectual tribalism*), es decir, el flujo del *conocimiento* entre pequeñas comunidades que impiden su difusión a otras entidades de un país.¹⁰ “Redes o tribus involucradas en el *aprendizaje* interactivo compitiendo con otras redes o tribus. Al interior de la red comparten *conocimiento* y construyen relaciones de confianza. Pero en su interacción con individuos y organizaciones pertenecientes a otras tribus, siguen siendo oportunistas, y cuando les reporta ventaja, *rompen las reglas de decencia*.”¹¹

En los países en desarrollo, como México, pueden encontrarse comunidades locales/regionales tipo *cluster*, pero lo que parece predominar son las empresas medianas y grandes, y aglomeraciones de empresas incorporadas a cadenas de valor globales por medio de vínculos o relaciones de dependencia. Estas “redes cuasi-jerárquicas” (el término es de Schmitz y Humprey, 2002) han dado lugar, en algunos casos, a procesos de actualización notables, gracias a que la estrategia de la empresa dominante (que en el caso de las aglomeraciones de empresas es denominada *portera*, porque por ella pasan necesariamente los flujos de *conocimiento*) le permite ejercer un efecto que integre los agentes de menor rango que operan en la aglomeración. La forma que asume en los países en desarrollo la disminución de la brecha tecnológica respecto a los desarrollados son estos procesos de actualización, y se basan en los de *aprendizaje*, que a su vez la empresa receptora de innovación de tecnología va desarrollando hasta tener habilidades cada vez más complejas. En los casos de Singapur y Corea, la brecha tecnológica ha llegado a estrecharse tanto, que

¹⁰ En palabras de Lundvall (2002:42): “Puesto que los nuevos esquemas institucionales a nivel global no son construidos a la misma tasa que se forman en los sistemas nacionales, estos últimos son socavados más y más, por lo que las actividades económicas tienen lugar en un vacío social y sin el apoyo de instituciones confiables. Lo que parece ocurrir en esta situación es que *las redes locales, regionales y transnacionales establecen sus propias reglas de juego específicas, que son válidas al interior, pero no necesariamente fuera de la red*. Estamos siendo testigos de un movimiento hacia lo que uno podría llamar *tribalismo intelectual*”.

¹¹ Las cursivas son nuestras.

los países originalmente receptores de tecnología han desplazado a las naciones líderes en la producción de algunos productos de alta tecnología (como discos duros o unidades de disco de computadoras).

Estos hallazgos no provienen de la literatura de los SIN, sino de autores pertenecientes al enfoque de las cadenas de valor globales, parte de la idea —relativamente simple— de que las actividades que conducen a la creación de un producto (diseño, manufactura, distribución) son integrables y desintegrables geográficamente. Varios autores han efectuado diversas contribuciones a este concepto entre ellos Porter, pero la propuesta más completa, sin duda, es la de Gereffi (1994, 1999, 2000).

Si integramos las aportaciones teóricas sobre el SIN, de las cadenas de valor globales y la literatura sobre distritos industriales (Brusco, 1990; Becatinni, 1990; Rabelloti, 1997; Schmitz, 1999; Tewari, 1996; Sandee, 1995; Molina y Kinder, 2000) podemos llegar a la siguiente propuesta:

- a) la idea de sistema es fundamental para concebir el proceso de innovación a partir de la actividad integrada de una variedad de agentes que aportan elementos que se incorporan mediante los ejecutores del proceso productivo, las empresas;
- b) este sistema innovativo o para la innovación tiene varios atributos geográfico-espaciales. El nacional es el que tiene validez primaria, ya que los nexos fundamentales se dan primero a ese nivel, dentro de un marco institucional u organizativo que define su capacidad para la innovación;
- c) la integración a nivel nacional puede tener diversos grados de fortaleza o debilidad y en muchos países en desarrollo que han logrado cerrar la brecha internacional, al menos esporádicamente, la innovación se efectúa a nivel subóptimo en torno a logros por lo general *incrementales*;
- d) el nivel local/regional y global se integran al nacional para constituir subsistemas o un nuevo sistema que desempeñe un papel clave en el dinamismo tecnológico de algunos países en desarrollo, como los de América Latina y permiten superar parcialmente las limitaciones del punto anterior.
- e) Un sistema local/regional puede verse más fortalecido por su integración a cadenas globales de valor, que a los sistemas internos. Ello lleva a reconfigurar las relaciones entre los agentes del sistema o a la aparición de nuevos agentes como la empresa portera;
- f) La nueva realidad, caracterizada por la tendencia a que se integren los sistemas de innovación en un marco global, paradójicamente implica adoptar estrategias que hagan hincapié en los recursos y capacidades locales, pero también que promuevan la vinculación de los agentes locales con las redes y encadenamientos globales.

El fortalecimiento de las economías de aglomeración con nexos globales en infinidad de países del mundo pone en evidencia la manera de integrarse, en distintos niveles, de los



sistemas de innovación. En las economías más grandes de América Latina, esta modalidad ha adquirido una importancia capital y representa el punto de avanzada de las actividades de innovación, exportaciones, incubación empresarial y creación de empleos. Su estudio exige, en consecuencia, un enfoque diversificado que atienda la interrelación en el plano local/regional, nacional y global.

Conclusiones

A lo largo de este trabajo se encontró que, para estudiar el sistema nacional de innovación en los países en desarrollo es necesario incorporar al enfoque original una visión multi-dimensional que permita estudiar los flujos de *conocimiento* que se llevan a cabo a nivel local (*clusters*, distritos industriales) y transnacional (cadenas de valor globales).

También se debe profundizar en el estudio de las características del *conocimiento* y en la relación que se establece entre el estado en que se encuentra éste y el nivel de innovación, porque parece ser que algunas veces no sólo es la falta de agentes ni de vínculos lo que explica su ausencia, sino el mantener el *conocimiento* en su estado tácito como estrategia de las empresas, o grupo de éstas, es lo que impide el buen funcionamiento del sistema de innovación.

Otro elemento, no menos importante, es aceptar que la innovación *incremental* puede dar lugar a procesos de actualización y que no necesariamente éstos se gestan a nivel interno, sino que pueden estar alimentados por flujos de tecnología provenientes de empresas extranjeras, como lo demuestra el caso de algunos países de Asia y, en la actualidad, las economías líderes de América Latina.

También ayudaría que, de una vez por todas, los distintos enfoques acepten incorporar estos elementos y eviten la “ambigüedad conceptual”. Creemos que en la actualidad existen suficientes avances dentro de la economía evolutiva como para adoptar los mismos conceptos a la hora de analizar los mismos fenómenos.

Por último, pensamos que un nuevo enfoque del sistema de innovación que haga hincapié en la intrerrelación de sus diversos planos, debe pasar a integrar la nueva agenda de la economía del desarrollo, ya que puede constituir la principal herramienta explicativa de los obstáculos y potencialidades del desarrollo nacional. En esa perspectiva, lo local, lo regional y su relación con lo global adquieren una nueva significación que arroja luz sobre las estrategias, agentes e instituciones que operan dentro de las fronteras nacionales. 

Bibliografía

- Becattini, G., "The Marshallian Industrial District as a Socio-economic Notion", en F. Pyke, G. Becattini y W. Sengenberger (editores), *Industrial Districts and Inter-Firm Cooperations in Italy*, Ginebra, International Institute for Labour Studies, ILO, 1990.
- Bell, Martin and Albu Michael, "Knowledge Systems and Technological Dinamism in Industrial Clusters in Developing Countries", *World Development*, núm. 9, vol. 27, 1999, pp. 1715-1734.
- , and Keith Pavitt, "Accumulating Technological Capability in Developing Countries", en L. Summers and S. Sahan (editores), *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics, supplement to the World Bank Economic Review and the World Bank Research Observer*, Washington, D.C., World Bank, 1993.
- Boulding, K. E., *The World as a Total System*, Beverly Hills, Sage Publications, 1985.
- Brusco, S., "The Idea of the Industrial District: Its Genesis", en F. Pyke, G. Becattini y W. Sengenberger (editores), *Industrial Districts and Inter-Firm Cooperations in Italy*, Ginebra, International Institute for Labour Studies, ILO, 1990.
- Carlsson, Bo (editor), *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*, Dordrech, Kluwer, 1995.
- , and R. Stankiewicz, "On the Nature, Function and Composition of Technological Systems", in Bo Carlsson (editor), *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*, Dordrech, Kluwer, 1995.
- Cawthorne, P. M., "Of networks and markets: The rise and rise of a South Indian town. The example of Tiruppur's cotton knitwear industry", *World Development*, (1), vol. 23, 1995, pp. 43-56.
- Chesnais, François, "Some Relationships Between Foreign Direct Investment, Technology, Trade and Competitiveness", Hagerdoorn J. (editor), *Technical Change in the World Economy*, Aaldershot: Edward Elgar, 1995, pp. 7-35.
- Cimoli, Mario, "Industrial Structures, Technical Change and the Modes of Regulation in The Labour Market", DRC discussion paper 60, SPRU University of Sussex, 1988.
- , *Developing Innovation Systems: Mexico in a Global Context*, England, Continuum, 2000.
- , and Roberto Constantino, "Systems of Innovation, Knowledge and Networks: Latin America and its Capability to Capture Benefits", Roberto Lopez and Andrea Piccaluga (editores), *et al., Knowledge Flows in National Systems of Innovation: A comparative Analysis of Sociotechnical Constituencies in Europe and Latin America (New Horizons in the Economics of Innovation Series)*, Cheltenham, Edward Elgar, 2000, pp. 56-82.
- , and Giovanni Dosi, "Technological Paradigms, Patterns of Learning and Development: An Introductory Roadmap", *Journal of Evolutionary Economics*, 5(3), 1995, pp. 242-268.
- , "National Systems of Innovation: a note on technological asymmetries and catching-up perspectives", First Draft presented at University of Venice, 1997.
- Cowan, Robin and Dominique Foray, "The economics of codification and the diffusion of knowledge", *Industrial and Corporate Change*, núm. 3, vol. 6, 1997, pp. 595-622.
- , Paul A. David and Dominique Foray, "The Explicit Economics of Knowledge Codification and Tacitness", *Industrial and Corporate Change*, núm. 2, vol. 9, 2000, pp. 211-253.
- Dalman, Carl and Larry Westphal, "Technological effort in industrial development -an interpretative survey of recent research", in: Frances Stewart and Jeffrey James, *The economics of new technology in developing countries*, Colorado, Westview Press, 1982, pp. 105-137.
- David, Paul and Dominique Foray, "Accessing and Expanding the Science and Technology Knowledge Base", *STI-Review*, núm. 16, 1995, pp. 13-68.
- De la Mothe, J. and G. Paquet, *Evolutionary Economics and the New International Political Economy*, London, Pinter Publishers, 1996.
- Dosi, Giovanni, Keith Pavitt y Luc Soete (editores), *La economía del cambio técnico y el comercio internacional*, CONACYT, 1993.
- , "Some notes on National Systems of Innovation and Production, and their Implications for Economic Analysis", Gabriela Dutrenit, *et al., Sistema Nacional de Innovación Tecnológica. Temas para el debate en México*, UAM, 2001, pp. 29-43.
- , *et al., Technical Change and Economic Theory*, London, Pinter Publisher LTD, 1988.
- Edquist, Charles, "Product versus Process Innovation: a Conceptual Framework for Assessing Employment Impacts", paper presented at Conference on Creativity, Innovation and Job Creation, organized by the OECD and the Norwegian government, Oslo, 11-12 January, 1996.



- , *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, London, Pinter Publisher Ltd. (*Science, Technology and International Political Economy Series*), 1997.
- , “Technological and Organizational Innovations? a Conceptual Discussion and Some Notes on Consequences for Productivity and Employment”, *Working Paper*, núm. 233, Geneva, World Employment Program, International Labour Organization, 1992.
- , *Systems of Innovation: Growth, Competitiveness and Employment*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing, 2000.
- , and Bengt-Åke Lundvall, “Comparing the Danish and Swedish Systems of Innovation”, en Richard Nelson and Nathan Rosenberg (editores), *National Systems of Innovation. A Comparative Study*, Oxford, Oxford University Press, 1993.
- Enos, J., *The creation of technological capability in developing countries*, NY, Pinter Publishers, 1991.
- Fleck, J., “Configurations: Crystallising Contingency”, *The International Journal of Human Factors in Manufacturing*, Autumn, 1992.
- Fransman, Martin, “Information, knowledge, vision and theories of the firm”, *Industrial and Corporate Change*, núm. 3, vol. 3, 1994, pp. 713-757.
- Freeman, Christopher, *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, London, Pinter Publisher LTD, 1987.
- Freeman, Christopher, “The National System of Innovation in Historical Perspective”, *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 1995, pp. 5-24.
- Gerald, M. Meier, “The Old Generation of Development Economist and the New”, en G. M. Meier y J. Stiglitz (editores) *Frontiers of Development Economics*, Oxford, Oxford University Press, 2001.
- Gereffi, Gary, “Commodity Chains and Regional Division of Labor in East Asia”, *Journal of Asian Business*, núm. 1, vol. 12, 1996, pp. 75-112.
- , “International Trade and Industrial Upgrading in the Apparel Commodity Chain” *Journal of International Economics*, núm. 1, vol. 48, junio, 1999.
- , *La transformación de la industria de la indumentaria en América del Norte. Es el TLACAN una maldición o una bendición*, Banco Interamericano de Desarrollo, Departamento de Integración y Programas Regionales, Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe-INTAL, núm. 11, año 4, 2000.
- Hirsch, S., “The US Electronic Industry in International Trade”, *National Institute Economic Review*, núm. 34, 1965.
- Hobday, Michael, *Innovation in East Asia: The Challenge to Japan*, Cheltenham, Edward Elgar, 1995.
- Hollander, S., *The sources of increased efficiency. A study of Dupont Rayon Plants*, Massachusetts, MIT University Press, 1965.
- Humphrey, John y Hubert Schmitz, “How does Insertion in Global Value Chains Affect Upgrading in Industrial Clusters?”, *INEF Report 61*, University of Duisburg, 2002.
- Katz, Jorge, *Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependientes*, México, FCE, 1978.
- , “Latin America Metalworking Industries”, en M. Fransman y K. King (editores), *Technological capability in the Third World*, London, McMillan, 1984.
- Kuznetz, S., “Inventive Activity Problems of Definition and Measurement”, en Richard Nelson (editor), *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton, National Bureau of Economic Research, 1962.
- Lall, Sanjaya, “Technological Learning in the Third World: some implications of technology exports”, en Frances Stewart and Jeffrey James, *The economics of new technology in developing countries*, Colorado, Westview Press, 1982, pp. 157-179.
- , “Technological Capabilities and Industrialisation”, *World Development*, núm. 2, vol. 20, 1992, pp. 165-186.
- , “Technological Change and Industrialisation in the Asia NIB’s: Achievements and Challenges”, paper presented at the International Symposium “On Innovation and Competitiveness in NIE’s”, Seoul, Corea, mayo, 1997.
- Leoncini, Riccardo and Sandro Montresor, “Classifying Technological Systems: an Empirical Application to Eight OECD Countries”, en Pier Paolo Saviotti and Bart Nooteboom (editores), *Technology and Knowledge. From the Firm to Innovation Systems*, Cheltenham, Edward Elgar, 2000, pp. 152-173.
- List, Friederich, *The National System of Political Economy*, London, Longman, 1904.
- López-Martínez, Roberto y Andrea Piccaluga, “Introduction: the meso-foundations of national innovation systems”, en Roberto Lopez-Martínez y Andrea Piccaluga (editores), *Knowledge Flows in National Systems of Innovation: A comparative Analysis of Sociotechnical Constituencies in Europe and Latin America (New Horizons in the Economics of Innovation Series)*, Northampton, MA, Edward Elgar, 2000, pp. 1-11.
- Lundvall, Bengt-Åke, *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, NY, Pinter Publisher, 1992.
- , “The Learning Economy: Challenges to Economic Theory and Policy”, en Geoffrey

- Hodgson, *A Modern Reader in Institutional and Evolutionary Economics. Key Concepts*, Edward Elgar, 2002, pp. 26-47.
- Metcalf, S., "The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives", en Paul Stoneman (editor), *Handbook of Economics of Innovation and Technical Change*, Oxford, Blackwell, 1995, pp. 409-512.
- Molina, Alfonso y Tony Kinder, "National systems of innovation, industrial clusters and constituency-building in Scotland's electronics industry", en Lopez-Martínez, Roberto y Andrea Piccaluga (editores), *Knowledge Flows in National Systems of Innovation: A comparative Analysis of Sociotechnical Constituencies in Europe and Latin America (New Horizons in the Economics of Innovation Series)*, Northampton, MA, Edward Elgar, 2000, pp. 15-55
- Nadvi, K. M., "Small firm Industrial Districts in Pakistan", IDS D. Phil thesis, Brighton: University of Sussex, 1996.
- Nelson, Richard and Nathan Rosenberg (editores), *National Systems of Innovation. A Comparative Study*, Oxford, Oxford University Press, 1993.
- OECD, *National Innovation Systems*, París, OECD, 1997.
- , *Innovative Networks: Co-Operation in National Innovation Systems*, OECD, diciembre 2001.
- , *Managing National Innovation Systems*, OECD, junio 1999.
- Patel, Parimal and Pavitt Keith, "The Nature and Economic Importance of National Innovation Systems", *STI Review*, núm. 143, 1994, pp. 7-32.
- Posner, M.V., "International Trade and Technological Change", *Oxford Economic Paper*, 13, 1961, pp. 323-341.
- Rabellotti, Roberta, "External economies and cooperation in industrial districts: a comparison of Italy and México", London, McMillan, 1997.
- Rivera Ríos Miguel Á., "México en la economía global: inserción, aprendizaje y coordinación", *Problemas del Desarrollo*, núm. 127, vol. 32, oct-dic. de 2001.
- Sandee, H., "Innovation adoption in rural industry: Technological change in roof tile clusters in Central Java, Indonesia", tesis doctoral, Amsterdam, Vrije University, 1995.
- Saviotti, Pier Paolo and Bart Nooteboom (editores), *Technology and Knowledge. From the Firm to Innovation Systems*, Cheltenham, Edward Elgar, 2000.
- Saxenian, A., *Regional Advantage. Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1994.
- Schmitz, Hubert, "Collective Efficiency and Increasing Returns", *Journal of Development Studies*, núm. 4, vol. 31, abril, 1999, pp. 529-566.
- Smith, Keith, "Interactions in Knowledge Systems: Foundations, Policy Implications and Empirical Methods", *STI-Review*, núm. 16, 1995, pp. 69-102.
- Soete, Luc and A. Arundel (editores), *An Integrated Approach to European Innovation and Technology Diffusion Policy*, Maastricht, European Commission, 1993.
- Stewart, Frances and Jeffrey James, *The economics of new technology in developing countries*, Colorado, Westview Press, 1982.
- Tewari, M., "When the marginal becomes mainstream: Lessons from half-century of dynamic small firm growth in Ludhiana, India", Ph. D thesis, Boston, MIT, 1996.
- Vernon, R., "International Investment and International Trade in Product Cycle", *Quarterly Journal of Economics*, núm. 80, 1966, pp. 190-207.
- Visser, E., "Local sources of competitiveness: Spatial clustering and organisational dynamics in small-scale, clothing in Lima, Perú", Tinbergen Institute Ph.D thesis, Amsterdam, University of Amsterdam, 1996.

