

TERCERA SECCIÓN
POLÍTICAS PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO. PROPUESTA PARA MÉXICO

ARMANDO KURI GAYTÁN*

INTRODUCCIÓN

Resulta ya de generalizada aceptación el importante y más aún determinante papel que la tecnología tiene en la actualidad sobre el proceso de crecimiento económico, dado que la producción y uso de conocimiento han destacado durante los últimos decenios como factores cuya relevancia se ha venido incrementando aceleradamente, llegando incluso a superar a la inversión en capital físico (Freeman, 1995). Ello ha llevado a revalorar a la innovación tecnológica y a considerarla como variable clave de la dinámica industrial contemporánea, en un contexto de creciente globalización económica y predominio de la llamada *economía del aprendizaje*.¹

Es a partir de este relevante papel del conocimiento y de su aplicación en el aparato productivo que surge el interés por analizar los determinantes del proceso de innovación, lo cual se ha realizado desde diferentes campos de estudio, así como desde distintas perspectivas teóricas. Con antecedentes en autores tan diversos como Marx, Schumpeter, Arrow o Perroux y en corrientes de pensamiento como el estructuralismo francés, la teoría evolucionista, la escuela de la regulación y la institucionalista, un grupo de investigadores de la Universidad de Aalborg en Dinamarca, va a ser de los primeros en plantear el concepto de *Sistema Nacional de Innovación* (SNI) como un instrumento de análisis económico y social a partir del proceso de especialización productiva de su país.

* Profesor-investigador en el Área de Historia Económica de la Facultad de Economía de la UNAM.

¹ “El nuevo contexto está más que nada caracterizado por la gran rapidez con que se presentan los cambios, destacando la fuerza con que lo hacen los procesos de aprendizaje en función de la actividad económica. Ésta es la razón por la que planteamos que los principales elementos de los sistemas de innovación están relacionados con la capacidad de aprendizaje de individuos, organizaciones y regiones” (Lundvall et al., 2001:11).

Esto ocurrió a principios de la década de 1980 y fue entonces cuando se comenzó a esbozar la idea de los sistemas de innovación, la cual se generalizó rápidamente durante los siguientes años hasta convertirse hoy en día en un punto de referencia no sólo para los estudiosos del tema, sino también para los gobiernos e instituciones y organismos internacionales de diversa índole, como la OCDE, UNCTAD o UNIDO, que la han adoptado y la utilizan en sus informes y publicaciones como una de sus principales categorías de análisis (Lundvall *et al.*, 2001 y Villavicencio y López de Alba, 2009).

Pese a esta generalización, su uso en realidades distintas como las de los países en desarrollo, va a requerir de adaptaciones al esquema original que no son fáciles de realizar y que no siempre resultan exitosas, aspectos que se analizan en el apartado tres. El trabajo se estructura de la siguiente manera: brevemente se presentan, en un primer apartado, los orígenes del SNI junto con sus trayectorias iniciales para, en el segundo, abordar los distintos enfoques desarrollados posteriormente. Un tercer apartado se dedica a los Sistemas de Innovación para el Desarrollo (SID), señalando sus rasgos distintivos, así como a los principales actores que los impulsan; se plantea como ejemplo un caso paradigmático como el de China. Finalmente, el cuarto apartado presenta a las *Capacidades Tecnológicas* como el factor clave para el éxito o fracaso de los sistemas de innovación, haciendo particular referencia a la situación en América Latina. Se concluye con unos apuntes en torno al caso de México.

LOS ORÍGENES DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN (SNI)

Pese a que el origen del concepto se ha asociado a Friedrich List y a su categoría de *Sistema de Producción Nacional*, ello se debe a que cuando el concepto de SNI ya estaba más generalizado, Freeman escribió un ensayo sobre sus antecedentes históricos, encontrando elementos para hacer dicha asociación (Lundvall *et al.*, 2001). No obstante, según el autor danés, el origen más cercano del SNI tiene diversas fuentes. En primer lugar, del grupo al que él mismo pertenece en la Universidad de Aalborg en Dinamarca, en donde ya a principios de la década de 1980 se hablaba en muchos de sus trabajos de la *capacidad innovadora del sistema de producción nacional*, noción de la que derivó el concepto de *sistema de innovación*, todavía sin incorporar el adjetivo de *nacional*, en un texto del propio Lundvall (1985).

Otro referente central fue el propio Freeman y su equipo de trabajo en la Universidad de Sussex en Inglaterra, quienes ya venían investigando desde la década de 1970 en torno al proceso de innovación tecnológica a nivel internacional, lo que le permitió no sólo acuñar el término de SNI en su libro

sobre Japón de 1987,² sino aportar un enfoque microeconómico de la innovación como un proceso interactivo. El año siguiente otra publicación ayudó a dar a conocer el término, lo que ocurrió con la aparición de *Technical Change and Economic Theory* (Dosi *et al.*, 1988), que contenía una sección de cuatro capítulos dedicada al tema.

Otras de las fuentes que alimentaron el concepto fueron, por un lado, la escuela estructuralista francesa de los años sesenta y setenta con su enfoque en los sistemas nacionales de producción como herramienta de análisis económico, la cual se inspiraba en los esquemas de reproducción de Marx y, por el otro, el trabajo empírico en la Universidad de Aalborg sobre el propio caso danés y su complejo agroindustrial en la década de 1970, que les llevó a descubrir la importancia del mercado interno en la fuerte especialización exportadora del país en maquinaria y equipo relacionada con dicha actividad.

Todo lo anterior muestra que el concepto de SNI surgió de una gran diversidad de fuentes, así como de la necesidad de entender la dinámica del crecimiento económico y de la especialización productiva y comercial en una pequeña economía abierta con alto ingreso per cápita, pero con pocas empresas innovadoras. El objetivo a seguir sería el de ir transitando paulatinamente del análisis de los aspectos macro a los microeconómicos (Lundvall *et al.*, 2001). Si bien estos son los principales antecedentes en la perspectiva de alguien que vivió la génesis del concepto desde el interior, no hay duda de que la dinámica del SNI va a tener varios puntos de contacto con otros desarrollos teóricos, entre los que destacan la escuela evolucionista, la corriente institucionalista y algunos teóricos del desarrollo económico muy influyentes en las décadas de 1950 y 60 como Hirschman y Myrdal, además del ya mencionado List.

En efecto, los planteamientos de este autor en una época aun temprana del desarrollo capitalista y contenidos en su *Sistema Nacional de Economía Política* (1841),³ fueron sin duda la inspiración del exitoso modelo de industrialización alemán de la segunda mitad del siglo XIX, en la medida en que postularon la importancia de una estrategia económica de largo alcance en la que la educación y la capacitación laboral tuvieran un papel clave. En ese sentido, la temprana creación de institutos científico-tecnológicos y su vinculación con la industria en mucho se debieron a sus ideas como la de

² Freeman, Ch. (1987), *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*, Pinter Publishers, London, G.B.

³ List, F (1841), *Das Nationale System der Politischen Ökonomie*, Basel, Kyklos, traducido al inglés como *The National System of Political Economy*, Longmans, Green and Co., Londres, 1928. Existe edición en castellano, traducida directamente del alemán, con el título de *Sistema Nacional de Economía Política*, Fondo de Cultura Económica, México, 1942.

que “el presente estado de las naciones es resultado de la acumulación de invenciones, descubrimientos, avances, perfeccionamientos y esfuerzos de todas las generaciones que nos precedieron y que forman el capital intelectual de la humanidad hoy en día” (citado en Freeman, 1995:6).

Friedrich List se adelantó con mucho a su tiempo al resaltar la interdependencia entre la inversión en capital físico y en conocimiento, así como en explicitar la estrecha relación de las ciencias (física, química, matemáticas, etc.) con el comportamiento de la industria manufacturera. Asimismo, nociones como las de *aprendizaje tecnológico* fueron ya esbozadas por él cuando señaló la necesidad de hacer mejoras y adaptaciones a la tecnología importada. Esto propició la creación de uno de los sistemas de educación y capacitación tecnológica más avanzados de su época, que no sólo consiguió que Alemania superara rápidamente a su antigua rival Inglaterra, sino que explica por qué hasta el presente la fuerza de trabajo alemana posee tan altos niveles de productividad.

Respecto a la contribución de los teóricos de la escuela evolucionista —encabezados por Nelson y Winter con su trabajo seminal de 1982⁴—, éstos proporcionan una visión más realista del proceso de innovación tecnológica que la ofrecida por la teoría neoclásica, en la medida que plantean que dicho proceso implica cambios paulatinos que llevan a mejoras relativas y nunca absolutas, ni a un estado de equilibrio permanente. Al desmarcarse de la teoría convencional, en donde la empresa aislada prácticamente no tiene otro objetivo que maximizar su beneficio, la corriente evolucionista adquiere una cierta perspectiva institucionalista, ya que los distintos agentes con sus organizaciones participan en la dinámica económica y en las decisiones de cambio, lo que va a implicar también un proceso interactivo de aprendizaje, otro de los rasgos centrales del enfoque de los SNI.

Lo anterior se refleja en la definición que esta escuela hace de los sistemas nacionales de innovación, en el sentido de que son “un conglomerado de instituciones diversas que de manera individual o conjunta contribuyen al desarrollo y difusión de nuevas tecnologías, formando el marco propicio para la implementación de políticas públicas que influyan en el proceso de innovación” (Metcalf, 1995:38). Esta caracterización también resulta consistente con las tesis evolucionistas, en la medida que: 1) el factor tecnológico aparece como endógeno; 2) su trayectoria depende de lo acumulado en etapas previas, y 3) la noción de sistema implica que son varios los agentes interactuando.

Es así como el uso del concepto de SNI se convierte en la base para la aplicación de las políticas innovadoras en un país, destacando una de las prin-

⁴ Nelson, R. y S. Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Boston (MA), Belknap Press.

cipales contribuciones de la teoría evolucionista, es decir, “su insistencia en que el patrón de innovación tecnológica depende no sólo del comportamiento de las empresas sino del de muchos otros factores” (Metcalf, 1995: 42). Dentro de esta serie de factores que influyen en el proceso, van a destacar por supuesto todos aquellos ligados a la creación de conocimiento, así como su capacidad para producir una verdadera relación sinérgica con todo el conjunto.

En esta sinergia va a residir uno de los rasgos centrales del enfoque y, concretamente, en la interdependencia entre las esferas de la producción y de la innovación, con lo rutinario de la primera y la creatividad de la segunda,⁵ lo que va a reafirmar la tesis de que el punto de partida para la definición del SNI no es otro que el sistema productivo nacional.⁶

Una vez visto el origen y las principales influencias de los SNI, habría que plantear cuál fue su desarrollo. Éste se dio, sobre todo y de manera casi simultánea, a partir de los trabajos de Lundvall en 1992 y de Nelson en 1993, cuyos enfoques fueron muy diferentes en cuanto a la perspectiva y uso del concepto de SNI. El de este último se centró casi exclusivamente en el peso del rubro de I+D (investigación y desarrollo), para con ello comparar la fortaleza de cada país; mientras que el primero consideró la producción de conocimiento como una herramienta clave para lograr —en un contexto adecuado y junto con otros elementos— un sólido proceso de crecimiento económico impulsado por la innovación tecnológica.

Es por ello que el enfoque de Lundvall se caracteriza por tener una mayor amplitud y el de Nelson por ser más estrecho. Si bien ambos plantean la importancia de los factores que inciden en la producción, difusión y uso de las innovaciones, en el caso del primero las organizaciones que difunden el conocimiento son parte del sistema social en el que las influencias políticas y culturales, así como las políticas económicas van a determinar el éxito de las actividades innovadoras.

En el caso del enfoque de Nelson, para el que todo gira en torno al conocimiento, el SNI será el resultado del ensamble solamente de distintos sistemas sectoriales de innovación, o sea, que explícitamente no reconoce ninguna otra influencia. Pese a las diferencias señaladas, dichos enfoques presentan algunos rasgos en común, como son —por un lado— la poca atención en su análisis a los factores externos, es decir, a lo que sucede en la economía mundial con el proceso de globalización y —por el otro—, la visión en torno a quienes son los principales actores del proceso innovador, es decir,

⁵ Derivada de esta relación se van a desarrollar las distintas modalidades del proceso de aprendizaje colectivo (*learning-by-doing*, *learning-by-using* y *learning-by-interacting*), lo que le convierte en factor central de la dinámica del sistema de innovación.

⁶ Lundvall (1988).

las empresas, las agencias públicas, las universidades y los centros de investigación privados y públicos.

Otro elemento en común que se puede señalar, es que tanto la teorización como su aplicación sólo consideró en sus inicios a los países desarrollados, aunque posteriormente intentó incorporar a los de menor desarrollo, como veremos más adelante. Cada uno de estos enfoques ha tenido sus seguidores en la literatura de los SNI, los que han producido variantes de los mismos desde la década de 1990 hasta el presente, pero con escasa intercomunicación, casi sin referencias mutuas, por lo que podría decirse que han evolucionado y se han consolidado por separado, en una suerte de coexistencia pacífica (Edquist, 2001).

EL CARÁCTER DE LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN (SI)

Una vez planteado el origen de los SI, en su modalidad de *nacionales*, es necesario abordar el tema de la aplicación de dicha categoría a una compleja realidad en que las regiones y las naciones se imbrican en un mundo cada vez más globalizado en todos los aspectos y que en lo relativo al conocimiento no va a ser la excepción, de tal modo que coexistirán dos tipos: el conocimiento codificado que circula en la red global y el tácito que es el que surge en las regiones y localidades.

Y no sólo coexistirán, sino que ambos tipos de conocimiento se unirán en lo que será el corazón de los sistemas productivos, cuyo carácter global, nacional o regional resulta necesario precisar, particularmente en esta era de intensa globalización tecnológica, de numerosas alianzas estratégicas y de un notable predominio de las grandes corporaciones multinacionales, con sus poderosos departamentos y laboratorios de I+D, en que pareciera una contradicción hablar de la creación y el fortalecimiento de un SNI.

La persistencia de lo nacional

En efecto, el desarrollo contemporáneo de los SNI ha llevado a replantear, ahora para el tema de la innovación tecnológica, el asunto de la pertinencia de lo *nacional* en una etapa con fuerte predominio de lo global, ya que en la construcción de las capacidades tecnológicas, cada vez se vive una mayor transnacionalización de los programas públicos de apoyo a la I+D y también de los privados. No obstante, Nelson y Rosenberg (1993) señalan que tiene sentido seguir hablando de *sistemas nacionales de innovación*, puesto que son precisamente los Estados-nación los que crean los entornos sociales propicios y aplican las políticas económicas favorables al proceso innovador.

Lundvall (1988:360), por su parte, plantea que pese al fuerte proceso de internacionalización del capital, del comercio y de la producción, se han mantenido vigentes los patrones nacionales de especialización productiva.

Esto es así debido a que pese a las semejanzas que en términos generales se presentan a nivel internacional, la forma en que cada uno de los actores sociales desempeña su papel está determinada por el contexto nacional específico; así, por ejemplo, la empresa, la universidad o las agencias de desarrollo son parte del entorno institucional y en función del mismo es que participan en la creación de un cierto patrón industrial y tecnológico. La diversidad de estos patrones se explica, “en gran medida, por las diferentes historias nacionales y culturales, incluida la incorporación del país al proceso de industrialización” (Nelson y Rosenberg, 1993:18).

La política pública es otro factor de dicho marco institucional que incide de manera importante en el proceso de innovación, tanto de manera general como particular: en el primero a través del mantenimiento de un buen clima macroeconómico y de un eficaz sistema educativo, mientras que en el segundo con acciones más directas en lo financiero, comercial, tecnológico e industrial.

En este sentido se puede señalar el apoyo gubernamental para la I+D realizada en universidades y agencias públicas, la cual va a resultar fundamental para el desarrollo de campos como la agronomía, la química, la computación y la ingeniería eléctrica, entre otros. Esta interacción es muy necesaria en la búsqueda de una política innovadora, complementaria de su principal instrumento que es el propio esfuerzo de las empresas por mantenerse competitivas, lo que puede comprobarse en la experiencia de países como Japón, Alemania, Italia, Corea del Sur y Taiwán para ciertos sectores, así como lo contrario —empresas débiles en algunas ramas— en Inglaterra, Francia, Australia, Argentina e Israel (Nelson, 1993).

De acuerdo a lo anterior, ¿cómo puede una empresa ser fuerte y competitiva, acaso sólo siendo grande y gastando mucho en I+D? Si bien esto fue cierto durante el auge del periodo fordista, en la etapa actual no lo es, más dado que ciertas pequeñas y medianas empresas como las textiles italianas, las electrónicas taiwanesas y las agroindustriales danesas tienen esas características sin realizar un fuerte gasto en I+D. Ello no implica tampoco que no sean innovadoras, sino que por el contrario, lo son y mucho como las empresas italianas en el sector de la moda y el diseño, sólo que por la especificidad de sus procesos no se refleja necesariamente en el renglón de I+D, sino en otros rubros de la organización industrial y extraindustrial, que permiten hablar de una política de innovación no en sentido restringido y localizada sólo en la I+D, sino de mayor amplitud y con diversos componentes.

Esto no podría ser de otra manera puesto que el medio competitivo en el que se desenvuelven se los exige; así, ya sea por la competencia en el interior del mismo país o con firmas rivales del extranjero, o debido a la formación de redes de proveedores y acuerdos cooperativos inter-empresariales, es requisito indispensable de sobrevivencia para dichas empresas el mantenerse fuertes e innovadoras. Uno de los factores que más ha influido recientemente para conseguir este objetivo es la educación y la capacitación de la fuerza de trabajo.

De la comparación del desempeño de los sistemas de innovación en 15 países (Nelson, 1993), se desprende que la fortaleza de algunas naciones como Alemania y Estados Unidos, por un lado, y Corea del Sur y Taiwán, por el otro, se basa en que la formación de ingenieros y científicos en las universidades se hace teniendo en cuenta las necesidades de los sectores industriales que los requieren. Si a esto se añade la capacitación laboral dentro de las mismas empresas como en Japón, los resultados son aún mejores. Aquí la clave está en la interacción universidad-empresa, ya que sin ella, aun teniendo buen nivel educativo como en Inglaterra y Francia, el resultado no es del todo satisfactorio.

Esto se comprueba en dicho estudio, en donde en todos los países que son fuertes en química fina, por ejemplo, van a existir sólidas investigaciones en esa rama, así como en ciencias biomédicas. Lo mismo va a ocurrir con la agricultura y la agroindustria aunque sólo para los países desarrollados, ya que en el caso de Argentina, y pese a tener una muy favorable dotación de recursos para esta actividad, no ha logrado el éxito debido a la carencia de un adecuado sistema de investigación que influya positivamente en el sector productivo.

La importancia de lo regional y local

Pese a la fuerte persistencia de la nación como referente de un cierto marco institucional y de la aplicación de las políticas públicas, la región ha cobrado gran relevancia a partir de la crisis fordista y del consiguiente fortalecimiento de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) como elemento clave en la conformación de los numerosos Sistemas Productivos Locales (SPL) que se multiplicaron desde la década de 1980.

Un sistema productivo es un complejo históricamente constituido y organizado bajo una dinámica económica y social conjunta, en donde la naturaleza de la ventaja competitiva reside en la forma en que la pequeña empresa interactúa con el contexto local y, en particular, con el conocimiento y la experiencia productiva allí sedimentados. Un gran número de PYMES estimula la continua innovación de producto, proceso y mercado a

partir de una base común de conocimiento disponible. El desarrollo de este conocimiento, incorporado en buena medida en el capital humano local, mediante un proceso acumulativo se traduce en un contexto territorial definido y cohesionado socialmente.

En dicho contexto, la forma idónea de capturar la raíz de la ventaja competitiva dinámica se encuentra en los conceptos de *conocimiento contextual* y de *cadena de valor*, en tanto que sintetizan la compleja y específica mezcla de conocimiento y experiencia productiva indispensables para la reproducción de los SPL. Es esta dinámica conjunta del conocimiento y de la experiencia productiva localmente acumulables, las que van a determinar el grado de internacionalización de los SPL mediante la formación de dos tipos de producción en su interior: 1) actividades con un fuerte contenido de conocimiento y saber contextual, lo que las convierte en punto nodal de la cadena de valor del SPL; 2) actividades más estandarizadas, contextualmente neutrales y por ello potencialmente externalizables (Conti y Menghinelli, 1998).

En la medida en que el territorio tiene su origen en las prácticas y representaciones de los distintos agentes económicos e institucionales, su caracterización dependerá de su permanente evolución. Por ello, más que algo dado, el territorio se hace —se construye— y por tanto debe ser considerado como producto de su dinámica política, económica, social e institucional. En este sentido, tanto los agentes internos como los externos van a determinar la dinámica territorial, lo que significa considerar a la relación global-local como interna al territorio y no como si fuese resultado de una progresiva apertura del sistema local.

Si el territorio se estructura con la construcción de un cuadro común de representaciones, dado que no existe *a priori* como organización, dicha estructuración se da con una participación clave del aprendizaje institucional, el cual está basado en el proceso de interacción de los actores sociales y genera un determinado conocimiento que se traduce en innovación, factor central de la dinámica económica regional. Un *sistema de innovación territorializado* depende, por tanto, no sólo de la existencia de una proximidad geográfica, sino también de una cierta proximidad tecnológica, condiciones que permiten su cohesión mediante una lógica de acción colectiva.

Este *sistema de innovación territorializado* requiere pues de una fuerte organización y estructuración en redes institucionales públicas y/o privadas, y de carácter formal e informal (proximidad institucional). A esto se le ha llamado *densidad institucional* y se puede definir como la combinación de factores que incluyen una sinergia institucional, una representación colectiva, un proyecto industrial común, así como una serie de normas y valores culturales conjuntos (Kirat y Lung, 1998).

De acuerdo a la corriente evolucionista, que como se ha visto fue la que desarrolló el concepto de SNI, el nivel de análisis idóneo del proceso de innovación empresarial no parece ser otro que el nacional; no obstante, con una cada vez mayor integración económica, dicho proceso de innovación tiende a traspasar las fronteras nacionales, llegándose a hablar —para el caso de Europa— de un *Sistema Europeo de Innovación* (Cooke *et al.*, 2000). En este sentido, pareciera que la conclusión es que el nivel regional no sería tan importante en el proceso de innovación; sin embargo, los siguientes factores apuntan lo contrario y van a demostrar su relevancia:

- 1) Existen importantes elementos del proceso innovador, como fuerza de trabajo altamente calificada y conocimiento no codificado, que tienen poca movilidad.
- 2) Hay concentraciones espaciales de I+D que con frecuencia dejan en las regiones y localidades *derrames* de conocimiento.
- 3) Las empresas innovadoras y de base tecnológica reciben con mucha frecuencia el impulso de redes regionales, tanto de empresas como de otros actores sociales.
- 4) Las políticas e instituciones de innovación regional juegan un importante papel.
- 5) Los SPL y regionales son propicios a un entendimiento entre los actores sociales relevantes, así como a la creación de un entorno favorable a la innovación.

De lo anterior se puede concluir entonces que la pregunta sobre cuál nivel es más importante en el proceso de innovación quizá no sea la correcta, ya que una empresa puede ser igualmente innovadora, tanto a nivel local, como nacional o regional y aún mundial, por lo que estos niveles lejos de ser sustitutos se van a complementar en la medida que son interdependientes (Cooke *et al.*, 2000).

EL SISTEMA DE INNOVACIÓN EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO

Si bien como se ha mencionado, el concepto de SNI surgió derivado del análisis de los países desarrollados, evolucionando al inicio en función de las necesidades de los mismos, a medida que se fue generalizando su uso también comenzó a ser utilizado como herramienta de análisis para otras realidades, por lo que el esquema de los sistemas de innovación es empleado hoy en día, tanto en Asia como en América Latina e inclusive en África. Más

que un estudio pormenorizado de cómo se ha adoptado el SNI en las diferentes áreas del mundo, lo que aquí interesa destacar son los cambios del esquema original en su adaptación a los países en desarrollo. “Los sistemas de innovación en los países en desarrollo se construyen sobre marcos institucionales mucho menos formalizados y con reglas que son menos rígidas y en los que los agentes y sus incentivos son muy diferentes” (Altenburg, 2009:33).

Resulta evidente que no sólo el marco institucional de estos países será muy diferente, sino que toda la dinámica socioeconómica, política y cultural estará marcada por un rezago en el desarrollo de las fuerzas impulsoras del capitalismo, lo que va a implicar una serie de desequilibrios en todas las esferas, así como la presencia de un Estado fuerte con muchas atribuciones para intentar resolverlos.⁷ Es a partir de esta situación de atraso, que el proceso de crecimiento económico va a enfrentar serios obstáculos para poder incorporar la innovación tecnológica.

Entre los principales se encuentra la existencia de un tejido empresarial débil que resulta incapaz no sólo de generar las innovaciones productivas que una sólida expansión económica requiere, sino muchas veces hasta de absorberlas del exterior. Esto se debe también a la carencia de instituciones gestoras del proceso innovador o a que las existentes no cumplen adecuadamente su función. Por otro lado, los organismos públicos —que sí cuentan con los recursos y la organización necesarios para cumplir con su tarea— no actúan con la suficiente coordinación entre sí, ni con los organismos privados, lo que va a provocar una falta de integración y con ello de efectividad y eficiencia.

Y se destaca este punto debido a que, como antes se señaló, una de las principales condiciones para el buen funcionamiento del SNI es el que sus componentes tengan una buena interacción que les permita un desempeño coordinado o sistémico. Esta carencia sin duda que también es producto del proceso histórico por el que atravesaron estos países y que determinó su rezago. Es por ello que el concepto de *Sistema de Innovación para el Desarrollo* (SID) se dirige, con fuerte énfasis, hacia la realidad específica de dichos países intentando incidir en ella mediante las políticas de innovación.

Con este objetivo, el esquema del SID plantea algunos cambios y adaptaciones al modelo del SNI, entre los que destaca que el punto central de referencia ya no serán los agentes sociales sino las *actividades productivas*, en tanto que se considera que éstas van a ser las determinantes del proceso

⁷ Es por ello que un rasgo muy característico de los países en desarrollo respecto al gasto en I+D es que el Estado sea el principal contribuyente, seguido de lejos por el sector empresarial, cuando lo común en todos los países desarrollado ha sido y es justamente lo contrario, que las empresas sean el motor del proceso de innovación.

de innovación, ya que se pueden impulsar con el criterio de que una idea se pueda convertir en un nuevo producto o proceso. Junto con las actividades productivas se destacan también las ligadas al proceso de producción del conocimiento, es decir, a la creación, transferencia y explotación del mismo, así como a las actividades de organización que van a impactar al sistema innovador.

Con este marco analítico basado en las actividades, no sólo se facilita la comparación de sistemas innovadores a nivel mundial, sino que se pueden identificar rápidamente los campos que más requieren de la acción de las políticas de innovación, lo que va a ser prioritario para este enfoque. Para llevar a la práctica dichas políticas, se requiere de un Estado comprometido a ejecutarlas y en estrecha interacción con el sistema innovador.

En dicha interacción es clave el papel de la educación, ya que es la base para la creación de conocimiento, el cual —si se logra vincular con las actividades económicas— generará competitividad en la estructura productiva, crecimiento y empleo, objetivos centrales en la estrategia de cualquier país, pero que en el caso de los países en desarrollo es aún más necesario si se quiere superar tal condición. En ese sentido, el SID va a plantear los siguientes puntos con el fin de potenciar el desempeño del sistema de innovación en estos países (Edquist, 2001:17): 1) la absorción y difusión tecnológicas son más importantes que el desarrollo mismo de innovaciones; 2) los procesos innovadores en sectores de tecnología baja y media son más factibles de prosperar que en los de alta; 3) las innovaciones de producto son más importantes que las de proceso debido a su efecto en la estructura productiva, y 4) las innovaciones incrementales son más factibles que las radicales.

Como puede verse, se pretende conectar con las condiciones de atraso para, a partir de ellas, lograr mejores resultados en la aplicación de las políticas. De ahí que se focalice hacia los sectores de media y baja tecnología, así como a las innovaciones incrementales y de producto.

Un aspecto que complementa lo anterior, es que el concepto de *sistema de innovación* usado sea lo más amplio posible, ya que ello ayuda —por un lado— a valorar y retener el conocimiento tácito que es quizá más importante en los países en desarrollo y que corre el riesgo de perderse con los procesos de apertura económica y de globalización, mientras que por el otro, permite valorar la importancia de los distintos tipos de conocimiento y a ver la forma de poder complementarlos. En el mismo sentido, también va a implicar una más amplia perspectiva de las políticas,⁸ ya que va a incluir

⁸ Al respecto, otro autor va a plantear que “las políticas deberían enfocarse no sólo a la I+D sino también a crear capacidades en ingeniería; más a la difusión tecnológica que a querer crear ‘lo nuevo para el mundo’, y en lugar de apoyar a las modernas industrias urbanas, tratar de impulsar

no sólo las de ciencia y tecnología, industriales, comerciales y educativas, sino de igual modo las sociales, laborales, energéticas y medioambientales, cuyo fin será el de buscar una nueva estrategia de desarrollo mediante la confluencia de todas ellas.

Otro de los rasgos que caracteriza el empleo del concepto de SNI en los países en desarrollo, es que en este caso la referencia es a un sistema que está en construcción, mientras que en los desarrollados se aplica a algo que ya está formado y funcionando razonablemente bien. En este sentido quizá sería importante indagar qué tanto afecta —y en qué dirección— el proceso de globalización económica a la construcción de sistemas de innovación nacionales en dichos países, es decir, si facilita o inhibe su formación.⁹

Si bien todos los rasgos señalados apuntan a mejorar la situación de los países en desarrollo, identificando aspectos comunes hacia los cuales dirigir la acción de las políticas públicas, es evidente que su aplicación no podrá ser generalizada, sino que deberá estar acorde con el grado de desarrollo de cada país en lo referente tanto al nivel de *capacidades tecnológicas* alcanzado por cada uno, como al tipo de organizaciones sociales e instituciones que posean, ya que de la interacción entre estos elementos dependerá que las medidas implementadas lleguen a concretarse. Del mismo modo, de cada situación específica también dependerá que la perspectiva de análisis empleada para su SI sea de carácter nacional o regional.

En suma, el enfoque del SID parte del análisis concreto y comparativo de diversos sistemas de innovación —ya sean nacionales, regionales, locales o sectoriales— con el fin de identificar problemas y diseñar políticas de innovación específicas dirigidas a resolverlos (Edquist, 2001).

Los actores del proceso innovador

No obstante a haber señalado que en el enfoque de los SID el rol central lo tendrían las actividades productivas, en tanto permitirían identificar los campos de acción de las políticas de innovación, los actores sociales siguen teniendo un importante papel en el proceso. En efecto, el sector público no

innovaciones que mejoren las condiciones de la población en situación de pobreza” (Altenburg, 2009:34-35).

⁹ Un buen ejemplo al respecto sería el caso de China —sobre el que se abunda más adelante—, cuyo patrón de desarrollo tecnológico estuvo en sus inicios muy vinculado al de las empresas multinacionales (EMN's) asentadas allí a través tanto de las redes de subcontratación, como del *learning by doing*. Cuando dicho patrón evoluciona y quiere cambiar de dirección es cuando “el reto fundamental para la política de innovación china pasa a ser el de: ¿hasta qué grado la innovación interna es compatible con la globalización?” (Ernst y Naughton, 2015:122). Si bien aquí se aborda este problema desde el lado del proceso de innovación, en nuestro trabajo del volumen 1 de esta colección se hace desde la perspectiva de la globalización tecnológica.

sólo va a formular y ejecutar estas políticas, sino que también creará organizaciones que propicien la innovación, junto con las reglas para su funcionamiento.

Por su parte, el sector privado deberá complementar esta tarea generando sus propias organizaciones en apoyo de un proceso de innovación continuo al interior de las empresas. Estas agencias privadas estarán coordinadas con las agencias públicas en la búsqueda por lograr un tejido empresarial fuerte y competitivo. Y si se piensa en este objetivo, pero no sólo a nivel empresarial sino también a nivel social, entonces habría que incluir a otro actor fundamental para conseguirlo que es el sector educativo, ya que

[...] para ser miembro de la economía global del aprendizaje, los países en desarrollo tienen que poner en el centro al sistema educativo, asegurando el nivel básico para todos y el avanzado y la especialización, así como la capacitación profesional para una parte importante de la población (Edquist, 2001:28).

Al respecto, resulta un tanto paradójico que los primeros estudios en torno al SNI hayan dado tan poco énfasis al subsistema de los recursos humanos y a su desarrollo, lo que incluye a la educación formal y a la capacitación, así como a la dinámica de los mercados laborales y a las organizaciones creadoras de conocimiento y aprendizaje, tanto fuera como dentro de las empresas (Lundvall *et al.*, 2001:11).

Sin embargo, y pese que para la mayoría de los países en desarrollo ha sido muy difícil adaptarse a las nuevas condiciones de la economía mundial, algunos de ellos —sobre todo los llamados NIC's¹⁰ del sudeste asiático— han podido seguir en buena medida la recomendación de Edquist de fomentar la educación y la formación científica, lo que junto a la capacitación laboral y al impulso a la inversión privada con buenas condiciones de financiamiento e interactuando con otras acciones en distintos ámbitos, han propiciado que las políticas de innovación hayan tenido un gran impacto económico y social.

¹⁰ NIC's (*Newly Industrialized Countries*) alude, sobre todo, a Corea del Sur, Taiwán, Singapur y Hong Kong que dieron un gran salto tecnológico entre las décadas de 1970 y 1980. Para los decenios de 1990 y 2000, fueron los llamados *países emergentes* los que desempeñaron ese papel, destacando Brasil, Rusia, India y China, conocidos como BRIC. Posteriormente se unió Sudáfrica a este grupo y se les denominó BRICS. Luego de un periodo de notable acumulación de fuerza, dado el control de una buena parte del comercio y de las inversiones mundiales —y en el que incluso planearon la creación de un gran banco con influencia internacional para financiar sus inversiones—, este grupo ha venido desdibujándose en los últimos años, con lo que se ha erosionado su poder, aunque de manera individual sigan siendo importantes, sobre todo China e India como potencias emergentes también a nivel científico y tecnológico.

Pero porqué las políticas en estos países tuvieron tal impacto y en otros no. La respuesta tiene que ver con la habilidad para crear *capacidades tecnológicas* internas, las cuales son el resultado de dos procesos complementarios. Por un lado, de la masa de conocimiento tácito que se posee y, por otro, de cómo se internaliza el conocimiento transferido a través de las redes globales de producción por parte de las empresas locales, lo que requiere una buena capacidad de absorción tecnológica de éstas. Y el círculo se cierra porque dicha capacidad dependerá del conocimiento tácito.

La mayor parte del conocimiento existente es conocimiento tácito, el cual es determinante en el aprendizaje tanto individual como organizacional [...] La riqueza de este tipo de conocimiento acumulado es lo que ha permitido a las empresas líderes de Corea del Sur, Singapur y Taiwán implementar innovaciones tecnológicas y organizacionales más sofisticadas a las realizadas por las empresas de otros países del sudeste asiático (Ernst y Kim, 2015:29).

Por tanto, la capacidad de absorción tecnológica, junto con fuertes inversiones para consolidar una base local de conocimiento, son elementos centrales en la construcción de un sistema nacional de innovación en los países en desarrollo que sea lo más amplio posible, evitando el papel de enclave con poca o nula conexión al resto del sistema económico que con frecuencia ha tenido.

La fortaleza china

Lo antes señalado también se aplica al caso de China, que en menos de dos décadas supo transformar a fondo su sistema de innovación, ya que si mientras en 1987 aún tenía un modelo muy centralizado, en donde los institutos públicos eran prácticamente los únicos gestores de los proyectos de investigación —con escasa participación de las universidades y las empresas— y cuyo financiamiento provenía casi en su totalidad de los gobiernos central y locales, para 2003 la situación ya era radicalmente distinta. En efecto, de ese modelo altamente centralizado se pasó a otro en el que las empresas se convirtieron en el núcleo del sistema innovador, en tanto que de los cerca de 1150 institutos públicos de investigación transformados durante el periodo, poco más de mil se convirtieron en empresas. En todo este proceso también participaron de forma muy activa las universidades, las cuales para 2004 ya contaban con 4593 empresas afiliadas con un ingreso de 12 mmd (Xiwei y Xiangdong, 2007:90-91).

¿Cómo se logró esta transición tan efectiva y relativamente rápida? Son varios los factores que la explican y quizá el punto de partida sea la política

de apertura que, desde 1980, ha propiciado una mayor competencia en el mercado chino. Las reformas que han acompañado a este proceso sin duda que han influido positivamente y vale la pena destacar algunas, como la *Resolución sobre la reforma del Sistema de Ciencia y Tecnología* de 1985 que tenía dos objetivos: por un lado, mejorar la administración de I+D e impulsar la investigación personal y, por el otro, integrar la ciencia y la tecnología con la economía.

De entre la gran cantidad de proyectos y planes que se aplicaron en las décadas de 1980 y 1990,¹¹ cabe destacar el *Programa 863*, iniciado en 1986 y cuyo objetivo era el de organizar toda la capacidad tecnológica del país en áreas clave tan diversas como energía, materiales avanzados, informática, biotecnología, láser, marina y tecnología oceánica. También se planteaba como fin la absorción de los avances tecnológicos más importantes a nivel mundial, así como la movilización de más de 10 000 investigadores al año para promover mejoras en el sistema educativo y en la capacitación profesional. En 1988 se lanzó el *Programa Antorcha* con la finalidad de establecer zonas de alta tecnología, creándose la primera en Beijing ese mismo año y llegando a sumar más de 50 para 1992 en todo el país con cerca de 10 000 empresas.

En 1999 se va a iniciar la transformación de los institutos públicos de investigación en empresas, ya sea de alta tecnología o de servicios tecnológicos, lo que generó un aumento de poco más de 100 000 empleos. Este cambio significó el pasar la estafeta de la innovación al sector empresarial, algo que ya se reflejó desde 2003 en la división del gasto total en I+D, en donde este sector contribuyó con el 65%, mientras que los institutos sólo lo hicieron con el 25%,¹² lo que permite afirmar que “las empresas se han convertido en el inversionista más importante en actividades de ID” (Xiwei y Xiangdong, 2007:91). Como consecuencia de lo anterior, ya en el año 2000 también se comenzó a dar un viraje importante en la proporción de patentes registradas a favor de las empresas.

Pareciera indudable que los cambios señalados en el ámbito de las políticas de innovación hayan contribuido en gran medida al notable éxito de la economía china de las tres últimas décadas, por lo que la afirmación —apoyada en trabajos empíricos— de que para el periodo 1992-2003 se “encontró que no hay causalidad obvia entre Ciencia y Tecnología y eficiencia y tasa de crecimiento económico chino” (Xiwei y Xiangdong, 2007:94),

¹¹ Un recuento detallado se encuentra en Xiwei y Xiangdong (2007).

¹² Esta profunda mutación también puede verse en los datos del financiamiento a la I+D a más largo plazo, ya que si en 1985 el gobierno aportaba el 80% y las empresas el 18%, para 2003 las proporciones se habían invertido y eran del 30% y del 60% respectivamente, lo que es usual en los países desarrollados.

no deja de sorprender y lleva, por otro lado, a la reflexión de que si esas transformaciones no han tenido aún impacto en el dinámico crecimiento económico del país —que como se sabe ha rondado el 10% en promedio desde el periodo señalado—, la pregunta obligada sería ¿y qué pasará cuando realmente lo tenga?

Las capacidades tecnológicas en América Latina

Como puede desprenderse de lo hasta aquí planteado, el aprendizaje y la innovación van a determinar altos niveles de productividad, a la vez que permitirán a los países que la consigan tener mejores opciones en términos de crecimiento económico y de comercio internacional. Y este círculo virtuoso tiene como una de sus causas fundamentales el despliegue de las *capacidades tecnológicas* acumuladas para conformar un patrón de especialización competitivo. “El desarrollo de estas capacidades es el resultado de la compleja interacción de una estructura de incentivos relacionada con recursos humanos, con esfuerzos tecnológicos y con factores institucionales” (Fu, 2008:90).

Debido a que los países en desarrollo presentan —en mayor o en menor medida— deficiencias en dichos rubros, es que sus patrones de especialización van a tener importantes rezagos productivos y se concentrarán en el sector primario. Esto lo podemos comprobar en un estudio para América Latina y el Caribe que nos muestra cómo evoluciona, en el periodo 2000-2013, la especialización productiva de la región. Si para el año 2000 los *productos primarios* representaron poco más de la cuarta parte de la producción (28%), para el 2013 llegaron a constituir la mitad (50%), mientras que las *manufacturas intensivas en recursos naturales* pasaron del 15 al 23%. Por el contrario, el sector industrial tuvo un notable retroceso en todos sus rubros, ya que las *manufacturas de baja tecnología* de ser el 12% bajaron al 5%, las de *media tecnología* pasaron del 25 al 15%, mientras que las de *alta tecnología* de representar un 18% en el 2000, sólo llegaban al 4% en el 2013 (Rivas y Rovira, 2014:15).

Lo anterior resulta muy preocupante para nuestra región, ya que en poco menos de década y media del siglo XXI se perdió buena parte de lo hasta entonces ganado para romper la primarización de su estructura productiva. Si bien es cierto que el gran dinamismo de la demanda mundial de materias primas encabezado por China durante ese periodo fue un factor determinante para que esto ocurriera, también lo es que dicho proceso debió haberse dado sin menoscabo de los logros obtenidos en el sector industrial, ya que se había conseguido para el año 2000 que este sector representara más de la

mitad (55%) de la producción total y en el 2013 apenas llegó al 24%. Las manufacturas de media y baja tecnología, que en conjunto ascendieron a más de un tercio del total (37%) en el primer año, para el segundo sólo llegaron a una quinta parte (20 por ciento).

Se enfatiza el comportamiento de este subsector, ya que como se recordará es más importante, aunque el representado por las manufacturas de alta tecnología para los países en desarrollo, en tanto su dinámica, va a estar mucho más ligada a las *capacidades tecnológicas reales* de dichos países.¹³

Aunque no sólo es importante identificar a estos sectores potencialmente dinámicos, sino también es necesario apoyarlos con políticas industriales y tecnológicas capaces de influir en el patrón de especialización. Pero si se quiere cerrar la brecha productiva respecto de los países más desarrollados, de igual modo habrá que impulsar los sectores de alta tecnología y mayor productividad, ya que son éstos los que permitirán hacerlo al propiciar un cambio estructural (Yoguel y Pereira, 2014).

Esto último es lo que se conoce como proceso de convergencia, el cual requiere que las economías sean capaces de ir transformando su estructura productiva en favor de sectores intensivos en I+D y con actividades basadas de forma importante en el conocimiento que puedan ser fuente de externalidades y *derramas* tecnológicas. En un estudio en el que se analizan las características de este proceso entre países centrales y periféricos (Cimoli *et al.*, 2009), los autores utilizan un modelo Ricardiano de crecimiento con elementos neo-Schumpeterianos, en el que el patrón de especialización va a depender de la brecha tecnológica. Con dicho modelo van a demostrar que la convergencia requiere la construcción de una estructura de conocimiento y aprendizaje que permita el desarrollo de las capacidades tecnológicas que los países en desarrollo necesitan. Esto, que no es otra cosa que el fortalecimiento del SNI, tendrá como fin reducir la brecha tecnológica y diversificar la estructura de las exportaciones en favor de los sectores más dinámicos.

De esa interacción entre estructura productiva, capacidades tecnológicas y especialización internacional que se propone en el modelo, va a resultar una tipología de tres grupos con patrones productivos claramente diferenciados.

- 1) México y Centroamérica: integrando sus actividades manufactureras y de ensamblado en las cadenas productivas globales y ofreciendo, fundamentalmente, fuerza de trabajo barata.

¹³ “El identificar sectores productivo-tecnológicos caracterizados por ciclos cortos y por una mayor velocidad en sus tasas de obsolescencia, otorga claras oportunidades a los países en desarrollo que se encuentran lejos de la frontera tecnológica” (Yoguel y Pereira, 2014:14).

- 2) Países del Cono Sur (Argentina, Brasil, Chile y Uruguay): especializados en recursos naturales y commodities, lo que los ha llevado a tener plantas intensivas en capital en esas industrias, pero produciendo escaso valor agregado local.
- 3) Corea, Singapur, Taiwán y Hong Kong consiguieron una gran tasa de crecimiento económico modificando su estructura productiva a partir de aumentar la participación de las actividades intensivas en I+D en el sector industrial, lo que se logró fortaleciendo las capacidades de conocimiento y aprendizaje tecnológico.

Del análisis de este grupo de países, más algunos otros, se concluye que el caso de México, así como el de Filipinas y Costa Rica, presentan un dinámico comportamiento de las exportaciones que tiene su origen en la industria maquiladora, la que no sólo requiere un bajo gasto en I+D, sino que tampoco produce efectos importantes de *derrama* tecnológica. Pero el problema que subyace en el fondo es que esas actividades no están vinculadas con el resto de la economía y, por ello, no pueden generar encadenamientos hacia atrás y hacia adelante al estilo Hirschman, como sí ha ocurrido en el caso de Corea y los demás países asiáticos, en donde además los sectores exportadores más dinámicos son aquellos que presentan la mayor participación en el valor agregado manufacturero total (Cimoli *et al.*, 2009:21-22).

APUNTES FINALES

Los dos elementos en que se basó el análisis de los sistemas de innovación fueron, por un lado, su aspecto estructural, o sea qué se produce y con qué tipo de capacidades tecnológicas se hace y, por el otro, el marco institucional propicio para conseguir un proceso de crecimiento económico competitivo. Dentro de ese marco se destacó la importancia de la producción y uso del conocimiento en la generación de las capacidades tecnológicas de los países en desarrollo, y es por ello que quisiera matizar brevemente algo al respecto. Mucho se dice que la fase capitalista actual está dominada por la *economía del conocimiento*, al grado que pareciera que su uso fuera exclusivo de esta etapa, lo que lleva a preguntarse: ¿qué ocurrió en etapas previas?, ¿acaso no fue importante entonces su utilización? En un trabajo dedicado a analizar las leyes de propiedad intelectual en Estados Unidos desde el siglo XIX (Coriat y Weinstein, 2011), se plantea que desde hace al menos dos siglos el capitalismo ha requerido del conocimiento, sobre todo el científico y técnico, para impulsar el desarrollo industrial y poder evolucionar hasta lo que hoy es.

Por ello el señalar que en la fase actual la economía está basada en el conocimiento no resulta del todo correcto, ya que en otras etapas también lo ha estado, sólo que en otro nivel y en condiciones distintas. Lo que ha ocurrido y que constituye el verdadero cambio de fondo, es que las formas de producir y usar ese conocimiento se han modificado radicalmente en la actualidad convirtiéndolo en un bien estratégico en sí mismo, es decir, con capacidad para circular y valorarse por su cuenta, de ahí la gran importancia del marco legal que regula esos procesos mediante los derechos de propiedad intelectual.

Hecho este señalamiento que se creyó pertinente, dado que alrededor de ese punto gira el trabajo en su conjunto, se finaliza con un apunte en torno al caso de México. Decíamos que no todos los países en desarrollo cuentan con las condiciones para aplicar políticas de innovación exitosas. Sea por razones histórico-estructurales —la denominada *path-dependence*— o por falta de recursos de cualquier tipo, no ha sido fácil para ellos remontar su situación, lo que se refleja en los escasos fondos destinados al rubro de ciencia y tecnología dentro del gasto público. Esta situación, que pareciera razonable a corto plazo al considerar otras necesidades mucho más urgentes, resulta a la larga la causa de que el atraso se perpetúe en una suerte de *círculo vicioso Myrdaliano* que va a obstaculizar el proceso de desarrollo económico y social.

A esta encrucijada no escapan ni los países de ingreso medio como el nuestro. En efecto, México¹⁴ no ha podido alcanzar la proporción de gasto en ciencia y tecnología recomendada por los organismos internacionales que es del 1% del PIB como mínimo, lo que aunado a una falta de coordinación en la gestión de las políticas innovadoras y a un tejido empresarial débil y poco proclive a la innovación, ha dado como resultado el fuerte rezago que presenta el país en la materia. Esto se ve amplificado cuando se introduce en el análisis al sector educativo que, a diferencia del caso de China y de los NICs, no se ha constituido en un elemento impulsor del desarrollo técnico y científico.

No obstante, existen experiencias exitosas de innovación tecnológica a lo largo del país,¹⁵ pero no dejan de ser casos aislados que no responden a una estrategia común. Del mismo modo, en lo referente a los recursos humanos no todo es negativo, como lo demuestra la participación de varias

¹⁴ No está entre nuestros objetivos hacer un análisis detallado del país, ya que en otras secciones del presente volumen se encontrarán trabajos dedicados específicamente a esa tarea con mucha información, tanto en lo referente a la innovación tecnológica como a la educación.

¹⁵ Véase Corona (2005).

instituciones de educación superior,¹⁶ a lo largo de la pasada década, en un ambicioso proyecto de la multinacional automotriz General Motors con 38 universidades de varios países en el mundo para promover innovaciones en sus diseños de producción, de comercialización y hasta de reciclaje, lo que requirió no sólo de sofisticados sistemas de *hardware* y *software* —ya que el proyecto se realizaba en línea—, que fueron proporcionados por la empresa a las universidades participantes, sino que también se nutrió de recursos humanos calificados, los cuales fueron formados por las instituciones educativas públicas y privadas del país (Bueno, 2009).

Como se deriva de lo planteado a lo largo del capítulo, son este tipo de proyectos los que se necesita impulsar en el marco de la nueva economía del conocimiento, ya que no sólo pueden cerrar la brecha tecnológica, sino que son idóneos para el fomento del trabajo en equipo y del aprendizaje interactivo, así como de la estrecha colaboración entre el sector educativo y el empresarial, lo que no implica, por supuesto, que se dejen de apoyar proyectos innovadores en otro tipo de sectores.¹⁷ Sin embargo, la experiencia reseñada está lejos de ser representativa de lo que ocurre en el sistema de innovación mexicano en su conjunto, el cual no ha sido capaz de generar las condiciones que permitan establecer la vinculación necesaria entre productores y usuarios de bienes y servicios tecnológicos, ni de éstos con las instituciones que gestionan el proceso de innovación en el país.

En ese sentido, lo que constituye el problema central es que —a diferencia de China y los NIC's— en México ha faltado diseñar y ejecutar una verdadera política de Estado en materia de ciencia y tecnología, con claridad en sus objetivos e instrumentos y susceptible de traducirse en la práctica en un SNI funcionando coordinadamente.

BIBLIOGRAFÍA

Altenburg, T. (2009), “Building inclusive innovation systems in developing countries, challenges for IS research” en B-A. Lundvall, K.J. Joseph, C. Chaminade y J. Vang (Eds.), *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries, Building Domestic Capabilities in a Global Setting*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK.

¹⁶ Entre las principales se encuentran el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM).

¹⁷ Incluso, en la perspectiva del enfoque del SID que aquí se planteó, los sectores de tecnología media y baja debieran ser los prioritarios en los países en desarrollo. Algunas experiencias al respecto pueden verse en Paunero y Corona (2007).

- Bueno, C. (2009), “Comunidades virtuales de aprendizaje e innovación” en D. Villavicencio y P. L. López de Alba (coords.) *Sistemas de Innovación en México: regiones, redes y sectores*, México, Plaza y Valdés.
- Cimoli, M. et al (2009), *Growth, Structural Change and Technological Capabilities, Latin America in a Comparative Perspective*, textos para Discussão No. 212, Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getulio Vargas, Brasil.
- Conti, G. y S. Menghinelli (1998), “Modelli di impresa e di industria nei contesti di competizione globale, l’internazionalizzazione produttiva dei sistemi locali del made in Italy”, en *L’industria, rivista di economia e politica industriale*, il Mulino, año XIX, núm. 2, abril-junio.
- Cooke, P., P. Boekholt y F. Tödtling (2000), *The Governance of Innovation in Europe, Regional Perspectives on Global Competitiveness*, Londres, Pinter Publishers.
- Coriat, B. y O. Weinstein (2011), “Patent Regimes, Firms and the Commodification of Knowledge”, *Working Paper Series*, Pisa, Italia, Laboratory of Economics and Management (LEM)/Santana School of Advanced Studies.
- Corona, L. (2005), *México, el reto de crear ambientes regionales de innovación*, México, CIDE/Fondo de Cultura Económica.
- Dosi, G., Ch. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg y L. Soete (eds.) (1988), *Technical Change and Economic Theory*, MERIT-IFIAS, Londres, Pinter Publishers.
- Edquist, Ch. (ed.) (1997), *Systems of Innovation, Technologies, Institutions and Organizations*, Londres, Pinter Publishers.
- Edquist, Ch. (2001), “Systems of Innovation for Development (SID)”, *Working paper, World Industrial Development Report (WIDR)*, United Nations Industrial Development Organization (UNIDO).
- Edquist, Ch. y L. Hommen (1999), “Systems of Innovation, Theory and Policy for the Demand Side” en *Technology in Society*, núm. 21, pp. 63-79, Pergamon, Elsevier Science Ltd.
- Ernst, D. (2015), *Global Production Networks, The Case of China*, Cátedra México-China, Centro de Estudios China-México, México, Facultad de Economía-UNAM.
- Ernst, D. y B. Naughton (2015), *Global Technology Sourcing in China’s Integrated Circuit Design Industry. A Conceptual Framework and Preliminary Findings*, en D. Ernst, *op. cit.*
- Ernst, D. y L. Kim (2015), *Global Production Networks, Knowledge Diffusion, and Local Capability Formation. A conceptual Framework*, en D. Ernst, *op. cit.*
- Freeman, Ch. (1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Londres, Pinter Publishers.

- Freeman, Ch. (1995), "The National System of Innovation in Historical Perspective", en *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, núm. 1, febrero.
- Fu, X. (2008), "Foreign Direct Investment, Absorptive Capacity and Regional Innovation Capabilities: Evidence from China", en *Oxford Development Studies*, vol. 36, núm. 1, march, Londres, Routledge.
- Kirat, T. y Y. Lung (1998), "Apprendimento e dinamiche di prossimità nei processi d'innovazione: cambiamenti istituzionali e ibridazione nell'industria dell'automobile", en *L'industria, rivista di economia e politica industriale*, il Mulino, año XIX, núm. 3, julio-septiembre.
- Kuri, A. (2006), "Innovación tecnológica y sistemas productivos locales" en *EconomíaUNAM*, México, vol. 3, núm. 7, enero-abril.
- Kuri, A. (2012) "Los sistemas de innovación para el desarrollo" en *Políticas de Educación, Ciencia, Tecnología y Competitividad*, J.L. Calva (coord.) *Análisis Estratégico para el Desarrollo*, vol. 10, México, Consejo Nacional de Universitarios/Juan Pablos.
- Lundvall, B.A. (1985), *Product Innovation and User-Producer Interaction*, Denmark, Aalborg University Press.
- Lundvall, B.A. (1988), "Innovation as an Interactive Process, from User-Producer Interaction to the National System of Innovation", en Dosi et al. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, Londres, MERIT-IFIAS/Pinter Publishers.
- Lundvall, B.A. (ed.) (1992), *National Innovation Systems, Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londres, Pinter Publishers.
- Lundvall, B.A., B. Johnson, E. S. Andersen y B. Dalum (2001), *National Systems of Production, Innovation and Competence-Building*, paper presented at the Nelson and Winter DRUID Summer Conference, Denmark, Aalborg.
- Lundvall, B.A., K.J. Joseph, C. Chaminade y J. Vang (Eds.) (2009), "Handbook of Innovation Systems and Developing Countries", en *Building Domestic Capabilities in a Global Setting*, Cheltenham, UK, Edward Elgar Publishing.
- Metcalfe, J.S. (1995), "Technology Systems and Technology Policy in an Evolutionary Framework", en *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, núm. 1, febrero.
- Nelson, R. (ed.) (1993), *National Innovation Systems, A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press.
- Nelson, R. (1993), "A Retrospective", en R. Nelson (ed.), *op. cit.*
- Nelson, R. (1996), *The Sources of Economic Growth*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- Nelson, R. y N. Rosenberg (1993), "Technical Innovation and National Systems", en R. Nelson (ed.), *op. cit.*

- Paunero, X. y L. Corona (eds.) (2007), *Sistemas productivos locales en México. Tipología desde la perspectiva europea*, Documenta Universitaria/CEALC/Universitat de Girona.
- Rivas, G., S. Rovira y S. Scotto (2014), “Reformas a la institucionalidad de apoyo a la innovación en América Latina, antecedentes y lecciones de estudio de caso”, en G. Rivas y S. Rovira (eds.) *Nuevas instituciones para la innovación, prácticas y experiencias en América Latina*, Chile, CEPAL/ONU (Colección Documentos de Proyecto).
- Sagasti, F. (2013), “Ciencia, tecnología, innovación”, en *Políticas para América Latina*, Lima, Perú, Fondo de Cultura Económica.
- Villavicencio, D. y P. L. López de Alba (coords.) (2009), *Sistemas de innovación en México, regiones, redes y sectores*, México, Plaza y Valdés.
- Xiwei, Z. y Y. Xiangdong (2007), “La reforma del sistema de ciencia y tecnología y su impacto en el sistema nacional de innovación de China”, en *EconomíaUNAM*, México, vol. 4, núm. 11, mayo-agosto.
- Yoguel, G. y M. Pereira (2014), *Industrial and Technological Policy, Contributions from Evolutionary Perspectives to Policy Design in Developing Countries*, MPRA (Munich Personal Re PEC Archive) MPRA Paper núm. 56290, disponible en <<http://mpra.ub.uni-muenchen.de/56290/>>.