

Repensando el desarrollo latinoamericano

Una discusión desde los sistemas de innovación

Analía Erbes y Diana Suárez
(compiladoras)

Colección **Ciencia, Innovación y Desarrollo**

EDICIONES **UNGS**



Universidad
Nacional de
General
Sarmiento

Repensando el desarrollo latinoamericano
Una discusión desde los sistemas de innovación

Analía Erbes y Diana Suárez (compiladoras)

Repensando el desarrollo latinoamericano
Una discusión desde los sistemas
de innovación

EDICIONES **UNGS**



Universidad
Nacional de
General
Sarmiento

Repensando el desarrollo : una discusión desde los sistemas de innovación /
Analía Erbes ... [et al.] ; compilado por Analía Erbes ; Diana Suárez. - 1a ed. - Los
Polvorines : Universidad Nacional de General Sarmiento, 2016.
396 p. ; 21 x 15 cm. - (Ciencia, innovación y desarrollo ; 9)

ISBN 978-987-630-244-9

1. Innovación Tecnológica. 2. Desarrollo. 3. América Latina. I. Erbes, Analía II.
Erbes, Analía, comp. III. Suárez, Diana, comp.
CDD 301

EDICIONES **UNGS**

© Universidad Nacional de General Sarmiento, 2016
J. M. Gutiérrez 1150, Los Polvorines (B1613GSX)
Prov. de Buenos Aires, Argentina
Tel.: (54 11) 4469-7507
ediciones@ungs.edu.ar
www.ungs.edu.ar/ediciones

Diseño gráfico de colección: Franco Perticaro
Corrección: Miriam S. Andiñach

Hecho el depósito que marca la Ley 11723
Prohibida su reproducción total o parcial
Derechos reservados

Impreso en La Imprenta Ya S.R.L.
Hipólito Bouchard 4381 (B1605BNE), Munro,
Provincia de Buenos Aires, Argentina,
en el mes de julio de 2016.
Tirada: 150 ejemplares.



Libro
Universitario
Argentino

Índice

Introducción	
<i>Analia Erbes y Diana Suárez</i>	9

Sección I. La conceptualización de los sistemas de innovación

Capítulo 1. Aportes latinoamericanos para la construcción del enfoque del SNI. El énfasis en el desarrollo	
<i>Analia Erbes, Jorge Katz y Diana Suárez</i>	33

Capítulo 2. Innovación y sistemas nacionales de innovación en procesos de desarrollo	
<i>Rodrigo Arocena y Judith Sutz</i>	69

Capítulo 3. Un modelo apreciativo de coevolución entre ciencia, tecnología e innovación para analizar la dinámica del desarrollo	
<i>Gabriela Dutrénit, Martín Puchet y Morris Teubal</i>	103

Capítulo 4. Reflexiones sobre aproximaciones metodológicas y empíricas para el estudio de los sistemas nacionales de innovación	
<i>Jocelyn Olivari y Lilia Stubrin</i>	143

Capítulo 5. Las dinámicas de los sistemas nacionales de innovación	
<i>José Miguel Natera</i>	185

Capítulo 6. Sistemas de innovación: las perspectivas regionales y sectoriales	
<i>Jeffrey Orozco</i>	213

Sección II. Sistemas de innovación, desarrollo y política pública

Capítulo 7. Sistemas de innovación y lo macro y micro de crecer con base en recursos naturales <i>Jorge Katz</i>	249
Capítulo 8. Sistemas de innovación y desarrollo <i>Björn Johnson y Mario López</i>	267
Capítulo 9. Teoría y políticas de innovación como blanco móvil <i>Carlota Pérez</i>	293
Capítulo 10. Los sistemas de innovación y la política industrial y tecnológica <i>Gabriel Yoguel, Mariano Pereira y Florencia Barletta</i>	319
Capítulo 11. Políticas públicas de CTI, problemas nacionales y desarrollo <i>Gabriela Dutrénit y Alexandre O. Vera-Cruz</i>	351
Conclusiones. Nuevas preguntas para una nueva agenda del desarrollo <i>Analia Erbes y Diana Suárez</i>	385

Introducción

Analía Erbes y Diana Suárez

Sistemas de innovación y desarrollo en América Latina

Los estudios de la innovación y el desarrollo no son un fenómeno reciente. Durante más de cincuenta años, académicos de diferentes partes del mundo han buscado explicar la dinámica del cambio organizacional y tecnológico y su impacto en el nivel de producto e ingreso. En esta línea, los estudios de la innovación buscaron explicar el proceso innovativo a fin de identificar elementos que permitieran simultáneamente mejorar el nivel de desarrollo económico, social y tecnológico. Así, aunque aún existen diferencias entre las diversas escuelas del pensamiento, se observa un consenso casi generalizado en la naturaleza dinámica y sistémica de la innovación y el desarrollo.

En la región latinoamericana, la firme convicción de que el impacto de la innovación en el desarrollo es un fenómeno dinámico y sistémico tampoco es un fenómeno nuevo. A principios de 1970, Sabato y Botana (1970) alertaban sobre la necesidad de articulación entre las empresas, el sector público y las universidades como eje de la innovación (desarrollo industrial por aquel entonces). Del mismo modo, Amílcar Herrera (1971) ponía de manifiesto la necesidad de articular la política pública (en sus propios términos, política explícita) con el esquema de incentivos y reglas de juego (que él bautizó: política implícita) como medio para promover el desarrollo industrial. Aun así, debieron pasar varias décadas antes de que el enfoque sistémico de la innovación y el desarrollo se incluyera en el quehacer de la política pública.

El enfoque de los sistemas nacionales de innovación se encuadra en esa visión sistémica de la innovación y es quizá el que más ha permeado en la esfera pública y en la discusión respecto de la relación entre cambio tecnológico y desarrollo. Desde una perspectiva histórica, es posible en-

contrar sus orígenes en aportes de principios de los noventa, tales como el libro de Lundvall (1992a), los estudios nacionales de Nelson (1993), las contribuciones clásicas de Freeman (1995) y los aportes de Edquist (2004). Estos cuatro pensadores de la innovación sentaron las bases de lo que hoy se denomina el *enfoque de los sistemas de innovación* y son una referencia obligada de los análisis nacionales. A partir de sus desarrollos, y durante toda la década de 1990, diversos autores buscaron contribuir al robustecimiento del enfoque tanto basados en la generación de evidencia empírica como en discusiones de carácter teórico-metodológico –entre ellos se destacan los trabajos de Nelson, Malerba, Lundvall y Edquist–, en la comparación internacional y los análisis más focalizados en los países en desarrollo de Albuquerque, Arocena, Katz, y Sutz.¹

Durante la década de 2000, surge una nueva oleada de estudios más enfocados en la explicación del rol de los sistemas de innovación en el desarrollo. Aquí vuelven a destacarse los académicos artífices del enfoque, y también un incremento notable en los trabajos conjuntos entre académicos radicados en países con diferentes niveles de ingreso.² Durante este período, se abandona paulatinamente el concepto de “nacional” no por su menor relevancia, sino porque el análisis empírico y la discusión teórica dieron lugar a una creciente importancia de otras dimensiones complementarias: lo local, lo regional, lo sectorial, lo tecnológico, etcétera.

Durante estas dos décadas, y en simultáneo con el análisis teórico y empírico, avanzaron las recomendaciones de políticas y las políticas mismas. Durante los últimos veinte años, la esfera de la política pública viró desde la promoción de la innovación con un abordaje puramente de demanda (siguiendo la lógica del modelo lineal) hacia un abordaje más sistémico (al menos en lo discursivo) en el que a las políticas de oferta se fueron añadiendo sistemáticamente elementos que promovieran la vinculación entre actores: requerimientos de articulación público-privada, creación de centros de vinculación tecnológica, cambios en los mecanismos de incentivos para la transferencia en las universidades, etcétera.

También durante estos veinte años, las dificultades para medir los sistemas de innovación permitieron un profundo debate sobre cómo analizar las capacidades, cómo cuantificar las vinculaciones y cuáles

1 Entre otros tantos estudios, ver, por ejemplo, Breschi y Malerba (1997), Malerba y Orsenigo (1997), Edquist y Lundvall (1993), Nelson y Dahlman (1995), Albuquerque (1999), Dalum (1992), Arocena y Sutz (1999).

2 Ver, por ejemplo, Godinho *et al.* (2004), Lundvall *et al.* (2009b), Dutrénit y Katz (2005), Malerba y Nelson (2007), Cassiolato y Lastre (2002), Viotti (2002), Edquist (2001), entre otros.

son los actores relevantes del sistema. Sin embargo, y a pesar de que aún se encuentra abierto el debate metodológico, desde los esquemas descriptivos más simples hasta los complejos modelos econométricos, los análisis empíricos pusieron de manifiesto la correlación existente entre innovación y desarrollo. Ahora bien, esta (tautológica) confirmación de la realidad relegó a un segundo plano preguntas igualmente importantes sobre la causalidad que subyace a dicha correlación. Por el contrario, se asumió casi automáticamente que el desarrollo nacional dependía de la innovación en las empresas y que las mejoras en el ingreso per cápita eran igualmente dependientes de la realización de esfuerzos en investigación y desarrollo e incorporación de tecnología en general (y no a la inversa). Aunque esto es parcialmente cierto, lo es que la innovación es un resultado intermedio en un camino mucho más complejo asociado a la mejora sistemática y generalizada en el nivel de vida.

Y llegamos a la actualidad. A mediados de la década de 2010, Latinoamérica enfrenta un mundo diferente. Atrás quedaron las políticas de apertura y desregulación, el mundo de los “*macro-fundamentals*” y la “nueva” sociedad del conocimiento. Los cánones del enfoque se han consolidado, las definiciones, relaciones y elementos pueden leerse en la introducción de cualquier artículo preocupado por los sistemas de innovación. La nueva realidad latinoamericana nos demanda repensar las preguntas que queremos responder.

Más de dos décadas de políticas públicas pretendidamente sistémicas confirmaron la importancia del abordaje conceptual, pero también pusieron de manifiesto nuevos desafíos. El mundo posterior a la crisis financiera internacional es distinto del que observaron Lundvall, Nelson y Freeman a principios de 1990 (también es distinto del mundo de la metalmecánica y el Estado de bienestar que vieron Sabato y Herrera). Las preguntas que nos hacíamos hace veinte años bien pueden no ser las mismas que las que debemos hacernos hoy.

En este contexto se enmarca nuestro libro, que surge del esfuerzo conjunto de pensadores latinoamericanos a quienes nos preocupan más los sistemas de innovación como medio para el desarrollo que el desarrollo de los sistemas de innovación. Este libro busca formular las preguntas que deberemos responder en el mediano plazo o al menos ofrecer un menú de opciones que disparen la discusión. Además, busca resaltar los elementos del enfoque que se presentan más vigentes que nunca, pero también aquellos que deben ser rediscutidos ante los desafíos actuales. El alcance geográfico es el plano latinoamericano porque, aceptando las es-

pecificidades de cada país y su rol dentro del mundo capitalista, creemos que existen elementos regionales comunes y, en especial, desafíos comunes que solo pueden ser superados asumiendo una estrategia regional.

Este libro está dirigido a todos aquellos interesados en la innovación como fenómeno sistémico. El marco teórico general es el de los sistemas de innovación, dada su capacidad de explicación de un fenómeno complejo, su centralidad en el diseño de políticas y –como se verá a lo largo del libro– su potencial para discutir los problemas del desarrollo. Este libro no pretende ser un manual, en el sentido que se presentarán elementos centrales y constitutivos del enfoque y relaciones de causas y consecuencias. A ello solo dedicaremos algunos párrafos en esta misma introducción, de manera de dejar planteadas las definiciones básicas. En cambio, cada capítulo propone una discusión de esas preguntas que (creemos) deberíamos tratar de responder, o al menos las que nos parecieron más relevantes. Desde luego, tampoco pretende dar las respuestas; para ello, como latinoamericanos, nos falta una larga discusión. Por el contrario, esperamos con esta obra disparar el debate, despertar el espíritu crítico, cuestionar los supuestos establecidos y animarnos a repensar los sistemas de innovación a la luz de la realidad latinoamericana, con la esperanza de contribuir a la discusión del desarrollo.

Cualquier persona, de cualquier disciplina y bajo cualquier ideología, estaría de acuerdo con la necesidad imperiosa de desarrollarnos. Sin embargo, “desarrollo” puede significar muchas cosas y alcanzarse de diferentes maneras. En nuestro caso, estamos convencidas de que la innovación es la clave para avanzar en tal sendero, pero también entendemos que el pasaje de innovación a desarrollo no es automático. Peor aún, la realidad nos ha mostrado que existen innovaciones que impulsaron procesos en sentido contrario (por ejemplo, las innovaciones financieras que desembocaron en la crisis de 2008 o el boom de las *punto com* a principios de siglo). Por ello, si queremos que la innovación permita mejorar de manera generalizada el nivel de vida de la población, debemos empezar a pensar, a la manera de Sutz, en qué innovación para qué desarrollo. Ese es el espíritu que atraviesa cada capítulo y que conduce a finalizar con una síntesis de las preguntas que quedan abiertas y algunas opciones de abordaje para la búsqueda de respuestas.

Antes de adentrarnos en ello, vale una breve disquisición respecto del enfoque que sirve de marco teórico. Como todo libro basado en un enfoque particular, existe un mínimo de consensos respecto de sus elementos claves. También dada la particularidad del enfoque, se requiere

un pequeño “diccionario” que sienta las bases del idioma a utilizar. Por ello, a continuación se presentan y definen los conceptos básicos asociados al enfoque de los sistemas de innovación, cuyo objetivo es evitar la reiteración de definiciones a lo largo del libro, pero también presentar el panorama completo de los elementos que se tratarán en toda la obra. Desde luego, no pretende ser un análisis exhaustivo, sino más bien una síntesis de los elementos más importantes del enfoque, los antecedentes teóricos que lo moldearon y los elementos aún bajo intensa discusión teórica, metodológica y práctica.

El enfoque de los sistemas de innovación

Orígenes y antecedentes teóricos

Aunque los orígenes del concepto se remontan a la obra de List (1841) en el siglo XIX, los antecedentes teóricos más influyentes son más actuales y se pueden encontrar en la obra de Schumpeter a principios del siglo pasado y los trabajos de Nelson y Freeman durante las décadas de 1970 y 1980. De la obra de Schumpeter (1912; 1942; 1947), el enfoque de los sistemas de innovación (SI) retoma la relación entre la dinámica capitalista y la innovación y el rol del empresario y el progreso tecnológico como fuente de rentas extraordinarias. El trabajo de Freeman (1974) respecto de la importancia de la demanda y las interacciones con las instituciones de ciencia y la tecnología (CYT) también será retomado. Lo mismo que el concepto de rutinas y capacidades de Nelson y Winter (1982). La contribución original del enfoque a los estudios de la innovación radica en su visión sistémica del proceso innovativo, en el que diferentes organizaciones –instituciones de CYT y de educación, empresas, usuarios, el Estado– determinan conjuntamente la intensidad y la dirección del cambio tecnológico, cada una signada por determinantes históricos, culturales y sociales (Lundvall, 1992a). En pocas palabras, demostrar que la interacción entre diferentes organizaciones determina el proceso innovativo y sus resultados.

El enfoque de los SI también hará foco en las capacidades y la creación de competencias más que en la innovación. Desde este enfoque se acepta que la innovación es el resultado de la aplicación de conocimiento, que se genera a partir de un proceso sistémico e interactivo que culmina en su apropiación como renta extraordinaria o beneficio social en forma de una innovación. Entonces, si la innovación es el resultado de la aplicación

de conocimiento, la clave para entenderla (y promoverla) se encuentra en los procesos de creación, difusión y apropiación de conocimiento. Puesto que el conocimiento es el resultado de la actividad humana, entonces la clave del proceso innovativo se encuentra en las personas, sus capacidades y los procesos de creación de competencias.

Dentro de este marco general, el enfoque de los SI parte de la idea de que el fenómeno de innovación constituye un proceso sistémico en el que las organizaciones interactúan y coevolucionan. Es decir, se acepta que las decisiones de los actores (organizaciones y personas) se dan en un contexto determinado, en relación con las decisiones tomadas por otros y en proyección con el futuro deseado. En este sentido, el enfoque de los SI reconoce la existencia de trayectorias evolutivas de tipo *path-dependence* (trayectoria-dependiente) que operan en las organizaciones. Los procesos de este tipo son aquellos en los que la trayectoria misma es determinada, en mayor o menor medida, por su propia historia. Esto significa que el proceso tiene mecanismos intrínsecos que refuerzan su trayectoria (retroalimentación/*feedbacks*) con rendimientos acumulativos (David, 2007). En el enfoque de los SI, esto implica que lo que las organizaciones (empresas, instituciones, sector público) hicieron en el pasado limita las opciones presentes.

No obstante el *path-dependence*, también se asume que la combinación de posibles decisiones es infinita, lo que implica que el rango de posibles resultados variará dependiendo del momento, el lugar y los actores involucrados. En términos prácticos, esto implica que dos empresas pueden tomar las mismas decisiones, pero –dadas sus historias, su vinculación con el resto de los agentes y el momento en que son tomadas– el resultado al que llegue cada una puede variar (y de hecho, lo más probable es que varíe). Así, se asume que existen organizaciones que interactúan en el espacio y tiempo, en el marco de procesos de interdependencia o coevolución, lo que genera una multiplicidad de actores heterogéneos con relaciones también heterogéneas (Nelson, 1991; 1994).

La existencia de interdependencia entre organizaciones, que a su vez tienen una historia particular, implica que el proceso de destrucción creativa schumpeteriano tenderá a variar entre lugares (entre países, regiones y sectores) y que, por tanto, aunque puede observarse una dinámica capitalista mundial y promedio, la dinámica de este modo de producción variará entre países, con resultados diferentes en cada uno (Freeman, 2002; Lundvall, 1992a).

Una tercera idea retomada por el enfoque de los SI se relaciona con la forma en que se entiende el entorno. Al respecto, se acepta la existen-

cia de instituciones tangibles e intangibles que regulan la interacción de las organizaciones y la existencia de procesos de acumulación y retroalimentación que modifican sus características. En este marco, la innovación aparece como una propiedad emergente del sistema (Lundvall *et al.*, 2009b), sobre la cual operan mecanismos de selección y retención; el primero asociado a las instituciones que determinan el “éxito” de la innovación y el segundo, a los mecanismos que posibilitan su copia y difusión (Dutrénit *et al.*, 2010).

En síntesis, el enfoque de los SI retomará la naturaleza sistémica de la innovación y el rol del conocimiento con eje en los actores que conforman el sistema, los procesos que determinan su interacción y la manera en que el cambio puede ser incentivado y direccionado.

El concepto de sistema de innovación

Una de las primeras definiciones del concepto de sistema nacional de innovación (SNI) fue presentada por Bengt-Åke Lundvall en su obra de 1992. Allí sostenía que el SNI es “un sistema social constituido por elementos y relaciones que interactúan para producir, difundir y usar conocimientos nuevos, económicamente útiles [...] situados dentro de las fronteras de un Estado-nación o bien arraigados en ese territorio” (Lundvall, 1992). En 2009, y en el marco de la citada preocupación por el desarrollo, Lundvall reformula esta definición para resaltar el hecho de que la innovación es la emergente de un proceso más complejo:

... el sistema nacional de innovación como un sistema abierto, evolutivo y complejo, que acompaña las relaciones al interior y entre organizaciones, instituciones y estructuras socioeconómicas, las que determinan el ritmo y dirección de la innovación y la creación de competencias que emanan de los procesos de aprendizaje basados en ciencia y basados en la experiencia (Lundvall *et al.*, 2009b).

Un elemento implícito en ambas definiciones es la naturaleza *ex post* del concepto. En palabras del autor, no se trata de un tipo ideal de estructura, sino de la forma en que llamamos a ese conjunto de organizaciones que existen en un lugar determinado, en un momento determinado y que, con mayor o menor grado de éxito, posibilitan el desarrollo de nuevos productos y procesos. Así, el concepto presenta las características de una

herramienta metodológica (un *focusing device*) que permite al analista simplificar un fenómeno complejo reduciéndolo a sus partes claves. En este sentido, vale destacar que la preocupación de Lundvall no se halla en la explicación del sistema ideal o la forma en que se pueden identificar innovaciones que potencien el desarrollo. Por el contrario, se trata de una herramienta metodológica para el abordaje de un fenómeno complejo y queda a criterio del analista qué tipo de sistema debería alcanzarse. Más aún, en sus trabajos más empíricos, en los que el foco está en la existencia de distintas configuraciones de sistemas (más o menos maduros), el concepto de SNI es usado como herramienta descriptiva y no como *benchmark* prescriptivo (Lundvall *et al.*, 2009a).

Como mencionamos, Richard Nelson es otro de los autores que han contribuido al desarrollo del enfoque. A diferencia de Lundvall, la preocupación de Nelson por la cuestión del desarrollo (en particular, el cierre de la brecha entre países desarrollados y en desarrollo o *catch-up*) es mucho más explícita, aunque tampoco propone una discusión teórico-conceptual sobre qué se entiende por desarrollo. Así, define el SNI como “la red de agentes y el set de políticas e instituciones que afectan la introducción de tecnología que es nueva para la economía”. En la medida en que para Nelson el cierre de la brecha es una cuestión de *catch-up* tecnológico, su definición de SNI contiene los elementos necesarios para cerrarla: la incorporación de tecnología.

Aunque es innegable la relevancia de las capacidades y de las instituciones en la obra de Nelson, sus contribuciones al enfoque de los SNI presenta un fuerte sesgo tecnocrático, en el sentido que el proceso de innovación y la dinámica macro explican los diferentes niveles de desarrollo. Más aún, su énfasis en el cierre de la brecha ha conducido a análisis basados en la conmensuración de distancias relativas, que asumen que incrementos similares en países distintos conducirán a resultados equiparables en avance tecnológico y crecimiento económico. No obstante, sus análisis nacionales y sectoriales constituyen un insumo clave para entender las distintas configuraciones que asumen los sistemas y las diferencias respecto de oportunidades y limitaciones.

La obra de Chris Freeman, el tercer autor clave en la consolidación del enfoque, atraviesa transversalmente todos los trabajos de Nelson y Lundvall, así como los de otros autores que enriquecieron el enfoque. En 1987 Freeman sostenía que el desarrollo japonés de mediados del siglo XX era el resultado de la conformación de un sistema (instituciones públicas y privadas), en el ámbito nacional, que impulsaba la creación

y difusión de tecnología (Freeman, 1987). Durante las décadas de 1990 y 2000, Freeman realizó significativos aportes basados en el análisis histórico que pusieron de manifiesto el enraizamiento temporal y espacial de la innovación. La preocupación por el desarrollo también está presente en Freeman de manera mucho más explícita, a partir de definiciones asociadas a las potencias del orden económico mundial en cada momento del tiempo. En este sentido, no se proponen una discusión sobre cómo alcanzar el desarrollo, sino que muestran cómo en cada momento del tiempo diversos países contaron con recursos y capacidades para hacerle frente (el desarrollo de los Estados Unidos post Segunda Guerra Mundial) o quedar rezagado (el caso latinoamericano) (Freeman, 2002).

Charles Edquist es el cuarto autor fundador del enfoque de los SI. Para él, antes de avanzar en cualquier desarrollo prescriptivo, el enfoque de los SI debía consolidarse como una teoría y, para ello, se requería precisar las definiciones y relaciones básicas que guiarían los análisis posteriores. En 2004, y en un intento por dar los primeros pasos en el pasaje de un enfoque metodológico a una teoría más robusta dentro de los estudios de la innovación, este autor sostuvo que un “sistema [nacional] de innovación incluye todos los factores importantes económicos, sociales, políticos, organizacionales, institucionales y otros que influyen en el desarrollo, difusión y uso de las innovaciones”. También en el marco de la búsqueda de robustecimiento del enfoque, Edquist prestó especial atención al proceso de desarrollo, en algún punto, con un enfoque similar al de las distancias entre países más y menos desarrollados expresado por Nelson (el proceso de *catch-up*). Edquist sostenía que, para avanzar en el marco teórico del enfoque y su relación con la promoción del desarrollo, era preciso definir las funciones que le correspondían al SNI, de manera de poder establecer cuán bien o mal funcionaba. Aunque su contribución inicial fue severamente criticada (en particular por Lundvall), los enfoques sectoriales y tecnológicos de los sistemas de innovación retomarán esta idea original y robustecerán el enfoque, sobre la base de identificación de funciones más explícitas y acotadas, lo que ahora permite una clara identificación de los actores y relaciones relevantes.

En una mirada retrospectiva sobre la obra de los precursores del enfoque de los SI, y a pesar de las diferencias identificadas, todos los autores concuerdan en que la innovación surge como resultado de la creación de competencias internas de las organizaciones, las que presentan características evolutivas que se van moldeando a través de senderos de aprendizaje de tipo *path-dependence*, en un entorno complejo y heterogéneo.

De este modo, en cada momento histórico, existen fuerzas que impulsan el proceso innovativo (o lo obstruyen), fuerzas que son el resultado de procesos institucionales históricos dados no solo por la trayectoria económica sino además por las condiciones sociales, políticas y culturales del ambiente. Así, ambiente, organizaciones e interacción es lo que se agrupa bajo el concepto de *sistema de innovación* y en el que confluyen los aportes de los padres fundadores del enfoque.

Conceptos claves

Aunque podríamos encontrar un sinnúmero de esquemas que pretenden sintetizar lo que se incluye dentro del sistema de innovación, existen algunas regularidades en los diferentes análisis: un sistema incluye empresas, instituciones (todas las organizaciones que no son empresas), relaciones y entorno. A continuación presentamos una síntesis de estas regularidades en los análisis, con la intención de sintetizar el diccionario que deberíamos tener a mano para entender un artículo basado en el enfoque de los sistemas nacionales de innovación.

Instituciones

El término se utiliza para referirse tanto a las instituciones intangibles (las reglas del juego en términos de Lundvall) como a todas las organizaciones públicas y privadas distintas de las empresas: instituciones educativas, instituciones de CyT, instituciones públicas, instituciones bancarias, instituciones gremiales, etcétera. De manera sintética, las instituciones se definen como hábitos generalizados y compartidos por toda la sociedad, o por un grupo determinado en particular (rutinas colectivas en el nivel de “la sociedad” en el sentido de Nelson). Cuando estas “regularidades en el comportamiento” se codifican, regulan y almacenan, es decir, se formalizan, se está entonces frente a una institución formal u organización (por ejemplo, las escuelas son instituciones formalizadas de enseñanza). Cuando esto no sucede, se está frente a una institución intangible (la confianza al hacer negocios es un hábito compartido por la sociedad, o un grupo, que aunque no se encuentra formalizado en un manual, influye en la interacción entre individuos). En general, se sostiene que a partir de la política pública o la acción civil es posible influir

en el funcionamiento de las instituciones formalizadas, mientras que influir sobre las instituciones no formalizadas lleva procesos mucho más largos y complejos.

El análisis de las instituciones encuentra dos vertientes. Por un lado, aquellos que sostienen que las instituciones son propulsoras del cambio tecnológico debido a que constituyen el marco en el que se identifican los problemas y se busca su solución, ordenando y sistematizando la búsqueda de innovaciones dentro de una misma trayectoria tecnológica (innovaciones incrementales). Asimismo, en la medida que brindan hábitos de pensamiento que reducen la cantidad de información necesaria, liberan recursos (la necesidad de razonar) que pueden ser alocados a la búsqueda de soluciones alternativas (creatividad), que propician la innovación radical (Johnson, 1992).

La segunda vertiente es la posición opuesta, desde donde se sostiene la hipótesis del “retraso institucional” y se afirma que las instituciones van por detrás del cambio técnico, incluso lo dificultan (Johnson, 1992). En la medida que son “formas de hacer las cosas”, las instituciones no son adversas al cambio y el desarrollo de nuevas tecnologías puede entrar en contradicción con los acuerdos existentes (inercia institucional). Esta es la famosa “resistencia al cambio” que observamos a diario en las instituciones con que interactuamos (y de las cuales participamos).

Empresas

Las empresas son organizaciones con fines de lucro dedicadas a la producción y distribución de bienes y servicios. Definir qué se entiende por empresas en el marco de los SI podría ocupar un libro entero. Nos limitaremos aquí a presentar dos elementos centrales que sirven de base a los análisis que se presentarán en este libro: el concepto de capacidades de absorción y la concepción del proceso innovativo como un fenómeno interactivo.

Competencias, capacidades, calificaciones, son todos conceptos que refieren al stock de conocimiento de los agentes y la posibilidad de incrementarlos a partir de procesos de aprendizaje. En el ámbito de la firma –aunque fácilmente extrapolable a cualquier organización–, la capacidad de “identificar, asimilar y explotar conocimiento del entorno” constituye las capacidades de absorción (CA) y son el resultado agregado de la calificación de sus recursos humanos y las inversiones en innovación

(Cohen y Levinthal, 1990). Este resultado agregado es más que una sumatoria de partes en tanto es función de la trayectoria de cada uno de los individuos y de la variedad de conocimientos individuales que aportan a la capacidad global de la firma.

En el marco del enfoque de los SI, las capacidades de absorción del sistema se explican de manera análoga a las CA de la firma. Estas surgen como resultado agregado de las CA micro, aunque multiplicado por la variedad y nivel de articulación del sistema, lo que hace que el nivel general del SI sea superior a la sumatoria lineal de los individuos que lo conforman (Narula, 2003). Las oportunidades tecnológicas estarán dadas también por la disponibilidad de conocimiento externo, pero en este caso en el plano internacional y el grado de apertura o cierre de sistema a los flujos externos de tecnología.

En relación con la concepción de innovación como un proceso interactivo, el enfoque de los SI retoma el modelo interactivo de innovación de Kline y Rosenberg (1989) y sostiene que el desarrollo de nuevos productos y procesos dependerá de la capacidad de la firma de generar nuevo conocimiento, el que a su vez resulta de la capacidad de absorber y recombinar conocimiento externo para luego complementarlo con conocimiento interno. Este proceso de síntesis incluye no solo la realización de investigación y desarrollo (I+D), sino que también todos los esfuerzos tendientes a la creación, selección, aplicación y profundización del conocimiento (adquisición de bienes de capital o licencias, desarrollo de actividades de ingeniería, capacitación, etcétera). Asimismo, mientras que en el plano micro (la empresa) la aplicación de nuevo conocimiento (o la recombinación de conocimientos existentes) permite un nuevo desarrollo tecnológico u organizacional, en un plano más meso/macro la capacidad de otras organizaciones de absorber y mejorar ese nuevo conocimiento determina su difusión y con ella el avance tecnológico.

Entorno

A lo largo de los capítulos veremos cómo “el entorno” depende del recorte de la realidad que se haga, lo que resulta del objeto de análisis. Esto implica que las instituciones que deben incluirse en un análisis en un momento dado pueden ser diferentes de los incluidos en otros momentos o lugares. En este sentido, no es posible dar una definición taxativa. No obstante, vale aquí señalar, de manera sintética, qué significa entorno para cada autor clave.

Para Lundvall, entorno se entiende como el conjunto de organizaciones públicas y privadas que impactan el comportamiento innovativo de las empresas y de los sistemas. El foco no está en la sociedad en general, sino en las instituciones que afectan la dinámica innovadora en un lugar determinado y en un momento determinado (Lundvall, 1992a, 2009). Asimismo, este autor diferencia entre el núcleo del sistema de innovación (sistema estrecho) y el sistema ampliado. El núcleo del SI está compuesto por la infraestructura del conocimiento y las empresas. La infraestructura de conocimiento incluye a las universidades y las instituciones de CyT, ya sean públicas o privadas. Estas instituciones constituyen uno de los ejes del enfoque: las universidades en su papel de “productores” de recursos humanos calificados y las instituciones de CyT como creadores de conocimiento. En sentido amplio, Lundvall se refiere al sistema como el “contexto más amplio” que rodea al núcleo. Este concepto ampliado incluye todas aquellas instituciones –formales y no formalizadas– que afectan no solo la dinámica innovadora, sino que también el proceso de creación de competencias: el mercado de trabajo, la trayectoria macroeconómica, el sistema financiero, el gobierno, la dinámica social, etcétera (Lundvall, 2009).

Las fronteras entre SI y entorno son más claras cuando se incluye el contexto internacional. El entorno nacional de un SI es el conjunto de instituciones que, aunque no están directamente relacionadas con el proceso de innovación, afectan a las decisiones y acciones de las organizaciones del sistema (por ejemplo, políticas macroeconómicas o de distribución del ingreso). Desde una perspectiva más amplia, el entorno es también el contexto internacional y la posición que el sistema tiene en el capitalismo mundial implica oportunidades y limitaciones para el sistema.

Asociado a su búsqueda de explicación del *catch-up*, Nelson se refiere al entorno como el contexto macroeconómico que rodea a la firma y a las demás organizaciones. Más precisamente, sostiene que el desempeño económico se explica por la dinámica del SI (empresas y la oferta de conocimiento), las capacidades sociales de absorción, y el entorno macroeconómico. Por lo tanto, cualquier análisis de un sistema de innovación deberá considerar el momento del ciclo económico, la dinámica de los mercados cambiarios y financieros, los procesos de apertura o cierre al exterior, etcétera.

Para Freeman (1995, 2002) además del contexto macroeconómico, el entorno se relaciona con el contexto histórico y las características del orden mundial. Por ejemplo, el contexto de la guerra fría del siglo pasa-

do es diferente del contexto que planteó el paradigma informacional y ambos son distintos del que surgió a partir de la crisis financiera internacional. Siguiendo con el ejemplo, las empresas españolas no enfrentan el mismo entorno ante la crisis actual, dada su pertenencia a la Comunidad Europea, que el que enfrentan las empresas uruguayas y su entorno asociado al MERCOSUR. Más aún, el esquema educativo basado en el individualismo de los Estados Unidos formará trabajadores diferentes de los que se forman en el marco cooperativo danés. De esta manera, cuando se asocia el entorno a los procesos históricos queda claro que remite a todos los determinantes sociales, culturales, políticos y económicos que afectan el proceso innovativo y la dinámica de funcionamiento de las instituciones en general.

Interacciones

Desde luego, el concepto de *interacciones* se encuentra en el centro del enfoque de los SI y remite a la naturaleza interactiva de la innovación. Se incluyen aquí las interacciones para la innovación pero, especialmente, la idea que toda relación entre organizaciones genera un flujo de información y conocimiento que, dependiendo de la forma en que se procese, generará sistemas diferenciados (Arundel *et al.*, 2007; Freeman, 1991, 2002; Freeman y Soete, 1997; Lundvall, 1992a, 1992b, 2009). En este sentido, se asume que la interacción es causa y consecuencia de las decisiones de las organizaciones, mientras que la forma en que la empresa se inserte en un entorno particular, su trama de vinculaciones y su capacidad para interactuar más allá del mecanismo de mercado constituyen variables determinantes del set de incentivos que enfrenta y, en última instancia, de su dinámica innovadora.

El tipo de conocimiento y la intensidad con que las organizaciones pueden absorberlo, recombinarlo y eventualmente aplicarlo depende de las capacidades innovativas y de absorción, lo que incluye la comprensión del lenguaje, de los mecanismos formales e informales de transmisión y de las motivaciones de las partes a interactuar. Asimismo, las interacciones también se verán determinadas por el funcionamiento de las instituciones, tanto las formalizadas como las no formalizadas. Nuevamente, esto implica que no habrá dos sistemas iguales. Si la interacción depende de la dinámica de las organizaciones, de sus capacidades y de las instituciones que las regulan, entonces no existen elementos *a*

priori que permitan sostener que a igual vinculación en dos sistemas se alcanzarán iguales resultados. A la inversa, también implica que se pueden alcanzar resultados similares entre dos sistemas siguiendo distintos procesos de interacción.

Repensando los sistemas de innovación desde una perspectiva latinoamericana

Como adelantamos, este libro es el resultado del esfuerzo colectivo que pretende plasmar parte de la preocupación que nos ha aunado en diferentes redes. En sentido estricto, esta obra surge como resultado de la red para la “Articulación en docencia e investigación para la producción de materiales sobre sistemas de innovación y desarrollo”, de la convocatoria Redes Interuniversitarias VII, de la Secretaría de Políticas Universitarias, Ministerio de Educación de la Nación Argentina, conformada por el Instituto de Industria de la Universidad Nacional de General Sarmiento (Argentina), el Instituto de Economía de la Universidad Federal de Río de Janeiro (Brasil), el Departamento de Economía de la Universidad de Chile (Chile) y el Posgrado en Economía y Gestión de la Innovación, Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco (México).

No obstante, esta red se enmarca en una más extensa, y con mayor trayectoria: la red LALICS, que reúne a académicos preocupados por los procesos de innovación y su contribución al desarrollo, nacida como la sub-red regional de Globelics (*The Global Network for the Economics of Learning, Innovation, and Competence Building Systems*). En este sentido, esta obra solo fue posible gracias a la participación de un gran número de investigadores de renombre internacional, pertenecientes a diversas instituciones de Latinoamérica y Europa.

Dada la pluralidad de voces pero las similitudes en la preocupación por el desarrollo regional, cada capítulo reúne los temas de discusión más recurrentes en los diferentes ámbitos de interacción. Como es esperable, van desde las cuestiones más generales y agregadas del desarrollo a aquellas dimensiones de naturaleza práctica relativas al diseño de políticas.

La obra se estructura dividida en dos secciones. En la primera sección se encuentra la discusión del desarrollo latinoamericano y el enfoque de los SI. Esto responde a los objetivos del libro, planteados en los párrafos anteriores: discutir las preguntas que debemos formularnos. Esta sección se concentra en el plano nacional –el de los sistemas nacionales– puesto

que es el marco de los Estados-nación en que se dirimen las cuestiones del desarrollo en el sentido más amplio del concepto (económico, social, con inclusión, con equidad, etcétera), que es además el sentido en el que creemos debe avanzar la región latinoamericana.

Así, en el capítulo 1, Erbes, Katz y Suárez revisan los aportes latinoamericanos al enfoque del SI y el énfasis en el desarrollo de la región, con el objetivo de analizar la medida en que el enfoque de los SI incorpora la cuestión del desarrollo y, a la inversa, cómo el pensamiento desarrollista puede incluir la producción de conocimiento como un mecanismo de creación de valor y mejora en el ingreso y la inclusión. En el capítulo 2, Arocena y Sutz proponen una discusión respecto del desarrollo, que pone de manifiesto los supuestos que, implícitamente, se consolidaron por detrás de las pretendidas políticas de promoción de los SI. De una manera elocuente, los autores demuestran que es preciso invertir el razonamiento y buscar promover sistemas de innovación para el desarrollo.

A continuación, Dutrénit, Puchet y Teubal (capítulo 3) discuten el concepto de coevolución y su relevancia para entender el sentido y articulación entre la ciencia, la tecnología y la innovación. Los autores combinan el análisis basado en los principios evolucionistas neoschumpeterianos, en particular, el rol de las poblaciones, las organizaciones y la competencia para proponer un modelo capaz de explicar el rol que deben ocupar la ciencia, la tecnología y la innovación en el proceso de crecimiento y desarrollo.

Los capítulos 4 y 5 abordan dos elementos que han sido el centro del debate en torno a la utilidad del enfoque de los SI: su medición y su dinámica. En el capítulo 4, Olivari y Stubrin discuten los desafíos que surgen al intentar medir y operacionalizar los SI y, eventualmente, operar sobre ellos. En este sentido, las autoras reflexionan acerca de los avances logrados sobre medición de los SI, así como las limitaciones y desafíos aún pendientes. En el capítulo 5, Natera se adentra en la discusión del tiempo y los SI. Para ello, el autor demuestra que los procesos históricos determinan la forma en que evolucionan (o no) los sistemas y cómo ello resulta clave para entender los procesos de desarrollo en la región latinoamericana. En conjunto, ambos capítulos, ponen de manifiesto la complejidad del desarrollo y la necesidad de avanzar en esquemas de análisis que contemplen la naturaleza sistémica, histórica y compleja de los procesos de creación y difusión de conocimiento.

En el capítulo 6, Orozco se adentra en la discusión respecto del nivel de análisis de los sistemas de innovación (nacional, regional, subnacional y

sectorial); además de presentar las distintas aproximaciones, ofrece una reflexión respecto del grado de complementariedad entre los abordajes. Más precisamente, el autor sostiene que aunque en teoría los abordajes basados en la geografía (subnacional, nacional y supranacional) o en el sector de producción (sectorial o tecnológico) son formas complementarias de abordar la cuestión de los sistemas de innovación, no son procesos que necesariamente tiendan a la convergencia, y existe la posibilidad de observar casos en lo que se produzca el fenómeno contrario.

En la segunda sección se recogen los desarrollos de la anterior y se avanza acerca del rol de la política pública. El objetivo principal de esta sección es proponer algunos criterios clave que permitan traducir los abordajes discutidos en los capítulos previos en recomendaciones prácticas para operar sobre los sistemas. Es un intento por “bajar a tierra” toda la disquisición teórica y mostrar las implicancias prácticas de la adopción de cada particularidad identificada.

El capítulo 7 introduce la cuestión de los recursos naturales y su rol dentro de los sistemas de innovación en Latinoamérica. Aquí, Katz discute la necesidad de incorporarlos al análisis del crecimiento y el desarrollo, dada su participación de hecho en las economías de la región como su potencial de generación de valor y mejora en la renta nacional.

Los capítulos 8 y 9 constituyen un claro ejemplo de las ganancias en claridad expositiva cuando se llama a las cosas por su nombre. En el capítulo 9, Johnson y López retoman las discusiones del desarrollo en el marco de los SI, muestran la no neutralidad en la búsqueda del desarrollo, en el sentido que la definición que se adopte cuenta por detrás con una estructura de valores que determinan la relación de medios afines. Es decir, es preciso consensuar sistemas de valores que guiarán la búsqueda de desarrollo.

Desde otro punto de vista, Carlota Pérez (capítulo 9) alerta sobre cómo las viejas ideas sobre la dinámica capitalista en relación con el desarrollo pueden impedir observar los cambios que ha generado la revolución de las TIC y en consecuencia perder de vista las nuevas posibilidades, aplicando ideas caducas y políticas inadecuadas. Su argumento es que, dado que el cambio tecnológico ocurre mediante oleadas sucesivas que son asimiladas gradualmente y luego se agotan, las oportunidades de desarrollo son un blanco móvil y cambian, para bien o para mal, en función de esa evolución. Ello implica que tanto las teorías como las políticas, sean económicas o relacionadas con la innovación, tienen que ser modificadas de acuerdo con las condiciones cambiantes. La autora sostiene que, en

particular hoy en día, las políticas de promoción y apoyo a la innovación pueden ser mucho más audaces y tienen muchas más probabilidades de éxito que las que prevalecían cuando se elaboró la teoría de la dependencia.

La propuesta de Yoguel, Pereira y Barletta, en el capítulo 10, se refiere a la posibilidad de combinar diferentes escuelas de pensamiento a fin de identificar las causas que bloquean el desarrollo y, a partir de allí, construir un sistema de políticas públicas capaz de traccionar el desarrollo. Similar a la combinación de abordajes propuesta por Dutrénit, Puchet y Teubal, pero enfocados en el diseño, implementación, monitoreo y ajuste de la política pública, los autores se oponen al tradicional enfoque de “fallas” y proponen aceptar –luego de décadas de capitalismo global– que no se trata de fallas o problemas en el funcionamiento –lo que implica el supuesto de un funcionamiento óptimo– sino que los mercados funcionan con características específicas, dependientes del tiempo y el lugar, y que ello no constituye un elemento positivo o negativo *per se*. A continuación, avanzan en abordajes teórico-conceptuales alternativos que permitirían avanzar en políticas públicas más cercanas a lo que se plantea en los capítulos anteriores, las que pretenden superar las limitaciones del enfoque de fallas imperante en nuestra región.

El capítulo 11 constituye una propuesta de tratamiento de la relación entre SI y desarrollo, que pretende superar las limitaciones identificadas en la primera parte respecto de las cuestiones conceptuales del enfoque y las especificidades y procesos que caracterizan a la región, eje del debate de la segunda parte. Orientar las diferentes formas y áreas de la política pública al servicio de la solución de los grandes problemas nacionales no es otra cosa que buscar el desarrollo a partir de la identificación de especificidades nacionales y búsqueda de soluciones integrales a problemas complejos. También, es una forma de invertir el razonamiento en el sentido de Arocena y Sutz, de buscar solucionar cuestiones específicas de países más pobres en el sentido de Pérez, de admitir el funcionamiento específico de los diferentes mercados y la necesidad de soluciones específicas en línea con Yoguel, Pereira y Barletta y de dejar en claro el sistema de valores que impulsa el accionar público en términos de Johnson y López.

Finalmente, el capítulo de conclusiones vuelve al objetivo central de la obra: identificar algunas de las preguntas más relevantes para analizar el desarrollo latinoamericano. Así, Erbes y Suárez retoman el objetivo planteado al inicio de esta introducción y recogen los interrogantes que se fueron abriendo en los capítulos. A partir de un conjunto de hechos estilizados que surgen de la evidencia empírica más elocuente sobre la

posición de la región en el contexto global y de sintetizar las discusiones planteadas en cada capítulo del libro, se espera avanzar en los elementos que debería incluir una agenda de discusión del desarrollo latinoamericano desde el enfoque de los sistemas de innovación.

Bibliografía

- Albuquerque, E. (1999). "National Systems of Innovation and Non-OECD Countries: Notes About a Rudimentary and Tentative "Typology"". *Brazilian Journal of Political Economy*, vol. 19, pp. 35-52.
- Arocena, R. y Sutz, J. (1999). "Looking at National Systems of Innovation from the South", DRUID Summer Conference 1999.
- Arundel, A.; Lorenz, E.; Lundvall, B-Å. y Valeyre, A. (2007). "How Europe's economies learn: a comparison of work organization and innovation mode for the EU-15". *Industrial and Corporate Change*, vol. 16, pp. 1175-1210.
- Breschi, S. y Malerba, F. (1997). "Sectorial Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics and Spatial Boundaries". En Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Londres: Pinter.
- Cassiolato, J. y Lastre, H. (2002). "Systems of innovation and development from a South American perspective: a contribution to Globelics". Globelics Working Paper, www.globelics.org.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1990). "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation". *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, pp. 128-152.
- Dalum, B. (1992). "Export Specialisation, Structural Competitiveness and National Systems of Innovation". En Lundvall, B-Å. (ed.), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter Publishers.
- David, P. (2007). "Path dependence: a foundational concept for historical social science". *Cliometrica. Journal of Historical Economics and Econometric History*, vol. 1, pp. 91-114.
- Dutrénit, G. y Katz, J. (2005). "Innovation, growth and development in Latin-America: Stylized facts and a policy agenda". *Innovation: Management, Policy & Practice*, vol. 7, pp. 105-130.

- Dutrénit, G., Puchet Anyul, M., Sanz-Menéndez, L., Teubal, M. y Vera-Cruz, A. (2010). “Un modelo de política para fomentar la co-evolución de la ciencia y la tecnología con la innovación: el caso mexicano”. En Dutrénit, G., Capdevielle, M., Corona Alcantar, J. M., Puchet Anyul, M., Santiago, F. y Vera-Cruz, A. (eds.), *El sistema nacional de innovación mexicano: instituciones, políticas, desempeño y desafíos*. México: Universidad Autónoma Metropolitana. Textual Ediciones.
- Edquist, C. (2001). “Systems of Innovation for Development (SID)”. Background Paper for Chapter I: “Competitiveness, Innovation and Learning: Analytical Framework” for World Industrial Development Report - UNIDO.
- (2004). “Systems of innovation: perspectives and challenges”. En Fagerberg, J.; Mowery, D. y Nelson, R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford (USA): Oxford University Press.
- Edquist, C. y Lundvall, B-Å. (1993). Comparing the Danish and Swedish systems of innovation”. En Nelson, R. (ed.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Freeman, C. (1974). *The Economics of Industrial Innovation*. Londres: Penguin.
- (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. Londres: Pinter.
- (1991). “Networks of innovators: A synthesis of research issues”. *Research Policy*, vol. 20, pp. 499-514.
- (1995). “The ‘National System of Innovation’ in historical perspective”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, pp. 5-24.
- (2002). “Continental, national and sub-national innovation systems –complementarity and economic growth”. *Research Policy*, vol. 31, pp. 191-211.
- Freeman, C. y Soete, L. (1997). *The economics of industrial innovación*. 3ra. ed. Londres: Pinter.
- Godinho, M.; Mendonca, S. y Pereira, T. (2004). “Towards a Taxonomy of Innovation Systems”, Second Globelics Conference, Beijing.
- Herrera, A. (1971). *Ciencia y política en América Latina*. México: Siglo XXI.

- Johnson, B. (1992). "Institutional Learning". En Lundvall, B-Å. (ed.), *National Systems of Innovation - Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- Kline, S. y Rosenberg, N. (1989). "An Overview of Innovation". En Landau, R. y Rosenberg, N. (eds.), *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. Washington: National Academies Press.
- List, F. (1841). *Das Nationale System der Politischen Ökonomie*. Basel: *Kyklos*. (Translated and published under the title: *The National System of Political Economy*). Londres: Longmans, Green and Co.
- Lundvall, B-Å. (1992a). *National System of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- (1992b). "User-Producer Relationships, National Systems of Innovation and Internationalisation". En Lundvall, B-Å. (ed.), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- (2009). "Investigación en el campo de los sistemas de innovación: orígenes y posible futuro". En Lundvall, B-Å. (ed.), *Sistemas Nacionales de innovación. Hacia una teoría del aprendizaje por interacción*. San Martín: UNSAM.
- Lundvall, B-Å.; Chaminade, C.; Vang-Lauridsen, J. y Joseph, K. J. (2009a). "Innovation policies for development: towards a systemic experimentation based approach". 7ma. Globelics Conference, Dakar.
- Lundvall, B-Å.; Joseph, K. J.; Chaminade, C. y Vang, J. (2009b). *Handbook On Innovation Systems And Developing Countries*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Malerba, F y Nelson, R. (2007). "Catching up in different sectoral systems", Globelics Russia 2007, September, Saratov.
- Malerba, F. y Orsenigo, L. (1997). "Technological Regimes and Sectoral Patterns of Innovative Activities". *Industrial and Corporate Change*, vol. 6, pp. 83-118.
- Narula, R. (2003). "Understanding Absorptive Capacities in an 'Innovation Systems' Context: Consequences for Economic and Employment Growth". DRUID Working Paper, n° 04-02.

- Nelson, R. (1991). "Why do firms differ, and how does it matter?" *Strategic Management Journal*, vol. 12, pp. 61-74.
- (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- (1994). "The Co-evolution of Technology, Industrial Structure, and Supporting Institutions". *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, pp. 47-63.
- Nelson, R. y Dahlman, C. (1995). "Social absorption capability, national innovation systems, and economic development". En Koo, B. H. y Perkins, D. (eds.), *Social Absorption Capability and Long Term Growth*. Nueva York: St. Martins Press.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Sabato, J. y Botana, N. (1970). *La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina, tiempo latinoamericano*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Schumpeter, J. (1934 [1912]). *The theory of economic development*. Cambridge: Harvard University Press.
- (1942). *Capitalism, socialism, and democracy*. Nueva York: Harper and Brothers.
- (1947). "The creative response in economic history". *The journal of economic history*, vol. 7, pp. 149-159.
- Viotti, E. B. (2002). "National Learning Systems: A new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea". *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 69, pp. 653-680.

Sección I
**La conceptualización de los sistemas
de innovación**

Capítulo 1

Aportes latinoamericanos para la construcción del enfoque del SNI. El énfasis en el desarrollo

Analía Erbes, Jorge Katz y Diana Suárez

Introducción

El objetivo de este capítulo es presentar, de manera preliminar, la relación entre el enfoque de los sistemas de innovación y la cuestión del desarrollo. Se trata de un abordaje preliminar, porque esta relación será retomada en cada capítulo del libro. De la misma manera, trataremos “la cuestión del desarrollo” porque, incluso en las definiciones más genéricas, aún no existe un consenso claro respecto de qué se entiende por desarrollo. El desafío radica en discutir cómo el enfoque de los sistemas de innovación incorpora la cuestión del desarrollo y, al mismo tiempo, cómo el pensamiento desarrollista, especialmente el que surge en Latinoamérica y para la región, puede aprovechar ciertas herramientas analíticas de este pensamiento que son sumamente útiles para comprender la dinámica de una producción de conocimiento orientada a la inclusión productiva y social.

Desde sus orígenes, el enfoque de los sistemas de innovación se ha centrado en el estudio de los factores que conducen a la producción y difusión de conocimientos. Para ello, se ha sostenido que la existencia de capacidades de absorción, la explotación del conocimiento adquirido y generado y la interacción con otros agentes representan una condición *sine qua non* para que se desarrollen estos procesos. En este sentido, uno de los principales consensos a los que se ha arribado en la construcción del marco analítico se asocia con la construcción de la idea de *sistema de innovación* en torno a tres elementos clave: la existencia de organizaciones

que interactúan (sistema) y generan características de comportamiento económico que no pueden explicarse a partir de la teoría económica tradicional; la generación de mejoras tecnológicas y organizacionales (innovaciones) a partir del desarrollo de capacidades en el marco de un proceso no lineal; y el enraizamiento geográfico (nacional, regional o local) o sectorial que representa un elemento central para contextualizar espacial y temporalmente la creación de capacidades.

Otras cuestiones igualmente importantes que las anteriores han logrado, sin embargo, un menor grado de consenso relativo. Entre ellas, se destaca la cuestión del desarrollo, tema en torno al cual casi treinta años después de la aparición más formalizada del enfoque, siguen existiendo fuertes controversias conceptuales. De esta manera, diversos autores, más o menos explícitamente y con diferentes niveles de profundidad en su análisis, han tratado la cuestión del desarrollo desde la perspectiva de los sistemas de innovación en general, y desde su variante nacional, en particular. Una enumeración incompleta de los autores con aportes más significativos en esta dirección incluye, por un lado, a Edquist (2001), quien ha sostenido la necesidad de avanzar en la construcción del concepto de “sistema de innovación para el desarrollo”, por otro, a Dahlman y Nelson (1995) y a Narula (2003), que se centran en la importancia de los procesos de *catch-up* y, en ese marco, proponen esquemas de análisis que vinculan directamente desarrollo con capacidades tecnológicas y sociales de absorción. Sobre la base de los sistemas innovación, Viotti (2002), pero también otros autores, ha promovido la idea de “sistema nacional de aprendizaje” como una herramienta conceptual para comprender los procesos de cambio tecnológico en las economías de industrialización tardía. El mismo Lundvall ha avanzado en la identificación de sistemas más o menos maduros y diferentes esquemas nacionales de creación de competencias como una forma de explicar el proceso de desarrollo (Arundel *et al.* 2007; Lundvall y Lam, 2007). Más recientemente, autores como Lee (2013), por su parte, aunque no inscriben sus aportes de manera explícita en el marco del enfoque de los sistemas de innovación (SI), han utilizado elementos de este para articular sus contribuciones a la construcción de una nueva perspectiva sobre el desarrollo.

Pese a las diferencias que puedan establecerse entre estas perspectivas, existen algunos elementos comunes que subyacen en varios de estos planteos. El más evidente se asocia con una concepción homogénea de los procesos de desarrollo, en los cuales prima la identificación de dinámicas nacionales “virtuosas” que pueden reproducirse a partir de

la réplica de características estructurales y de determinados procesos. En cierto sentido, se trata de una visión del desarrollo “a la Rostow”, en la que alcanzar un estadio considerado “desarrollado” supone, como única alternativa, la regularidad y previsibilidad en el comportamiento de los actores económicos e institucionales y, a partir de ello, el tránsito forzoso por un conjunto de etapas consecutivas, organizadas bajo una única lógica lineal.

Esta concepción que supone regularidades y etapas presenta limitaciones para avanzar en la descripción y análisis de la realidad latinoamericana. Los procesos de desarrollo que caracterizan a la región evidencian dinámicas particulares y mecanismos de tracción que los distancian de los característicos de los países centrales. A su vez, aun cuando existen regularidades regionales, las heterogeneidades nacionales que pueden reconocerse son más profundas que las identificadas en aquel grupo de países, producto de las diferencias existentes en términos de desarrollo social y productivo que evidencia cada una de estas economías. Esto conduce a la necesidad de pensar en un concepto de desarrollo diferente, que centre el análisis en las especificidades históricas, sociales, culturales y económicas y, al mismo tiempo, que reconozca las particularidades de articulación de cada una de estas economías con el resto de los países del mundo y su inserción global, también de acuerdo con las diferencias anteriores.

Todos estos elementos indican la existencia de múltiples caminos para alcanzar el desarrollo (Gerschenkron, 1962), lo cual implica la necesidad de pensar en modelos particulares de desarrollo, casi específicos y *ad hoc*. Así, por la importancia que adquieren las diferencias nacionales y regionales, cuando se analiza la teoría del desarrollo en este capítulo, se sostiene que el enfoque de los sistemas nacionales de innovación puede verse complementado por los aportes provenientes del pensamiento latinoamericano y que se traducen en la teoría estructuralista del desarrollo (estructuralismo latinoamericano o desarrollismo, según el momento histórico y el autor que los referencie). Esta selección responde a múltiples razones. Primero, porque lo que interesa es avanzar en la conceptualización y la comprensión de la realidad de nuestra región. Segundo, porque las contribuciones latinoamericanas a una teoría del desarrollo reconocen la existencia de heterogeneidad –aunque también tienden a homogeneizar ciertos comportamientos– y anulan, en este sentido, un concepto de desarrollo unívoco, unicausal y sustentado en el recorrido de etapas. Tercero, porque algunos aportes más recientes que pueden

enmarcarse en la escuela del desarrollo latinoamericano (neoestructuralismo) ya han incorporado varias de estas cuestiones, demostrando la posibilidad de combinar la literatura de la innovación y el cambio tecnológico con el análisis de los procesos estructurales que determinan senderos específicos de crecimiento y desarrollo.

En este marco, este capítulo se divide en tres secciones principales. En la primera, se repasan las principales contribuciones realizadas, en el marco del enfoque de los sistemas de innovación, para analizar y comprender los procesos de desarrollo. En la segunda sección se explora un conjunto de ejes que permitirían articular el pensamiento de la escuela estructuralista del desarrollo en Latinoamérica (en adelante, estructuralismo) con el enfoque de los sistemas nacionales de innovación. Finalmente, en la tercera parte, se plantean algunos de los principales desafíos que presenta el enfoque de los sistemas de innovación para comprender la realidad latinoamericana, a partir de la descripción de los principales aportes realizados en este libro en esta dirección.

La cuestión del desarrollo en el enfoque de los sistemas nacionales de innovación

Catch-up y especificidades nacionales

Desde sus inicios, el enfoque de los sistemas nacionales de innovación (SNI) ha estado fuertemente preocupado por la identificación de criterios de política capaces de traccionar procesos de crecimiento y desarrollo (Edquist, 2001, 2004; Freeman, 1995, 2002; Johnson *et al.*, 2003; Lundvall, 1992; Nelson, 1993). Estas preocupaciones han conducido a un importante número de análisis teóricos y empíricos que buscaban establecer diferencias y especificidades entre países y regiones (Albuquerque, 1999; Dutrénit y Katz, 2005; Fagerberg y Srholec, 2008; Godinho *et al.*, 2004; Lundvall *et al.*, 2009a; Lundvall *et al.*, 2009b; Narula, 2003; Nelson y Dahlman, 1995; Viotti, 2002).

Cada uno de los trabajos mencionados realiza distintos aportes a la construcción de un cuerpo de pensamiento y de un instrumental analítico que, en primer lugar, permite describir y, en alguna medida, analizar la dinámica de innovación en los países más desarrollados. En segundo lugar, y tal vez con menos éxito que en el caso anterior, una parte de estas contribuciones pretende dar cuenta de la relación entre procesos de desarrollo e innovación en los países de menor desarrollo relativo.

Las limitaciones evidenciadas por el enfoque de los SNI para el análisis de las economías en desarrollo ha conducido a diferentes posiciones en torno a la necesidad de generar o no, en el marco de esta misma perspectiva, un abordaje particular para estos países, no solo desde la aplicación práctica, sino también desde su concepción teórica. En este sentido, han surgido algunas definiciones y categorías que, en la actualidad, son herramientas reconocidas para pensar los procesos de desarrollo vinculados con la innovación en estas regiones.

Los aportes realizados en esta dirección pueden tipificarse en torno a tres categorías. Un primer grupo de contribuciones se basa en las perspectivas de Dahlman y Nelson (1995) y Narula (2003). El eje común en la propuesta realizada por estos autores es el análisis de los procesos de desarrollo a partir de la idea de *catch-up*, aunque en el primero de estos casos se evidencia un énfasis mayor en los países en desarrollo, mientras que en el segundo se presenta un análisis general que puede ser aplicado a economías con distintas características.

Dahlman y Nelson (1995) explican los patrones divergentes entre distintos países en desarrollo a partir de la existencia de niveles diferenciales de capacidades sociales de absorción. Estas capacidades se asemejan, según los autores, a las capacidades necesarias para la creación de tecnología y, por lo tanto, junto con el entorno macroeconómico y distintos regímenes de incentivos, son los que conducen a la existencia de diferencias en el desarrollo alcanzado por las economías del “Tercer Mundo”. Conclusiones similares alcanzan Fagerberg y Srholec (2008) quienes encuentran una relación positiva entre las capacidades de innovación y nivel de desarrollo, a la que suman las capacidades de *governance* como elemento central para explicar el proceso de *catch-up*.

Por su parte, en el trabajo de Narula (2003) el interés primordial está puesto en explicar la importancia que adquiere la capacidad de absorción –que se diferencia, pero que está asociada a la capacidad tecnológica– para explicar diferentes etapas de la dinámica de desarrollo. Uno de los argumentos más fuertes es que diferentes características de la capacidad de absorción son relevantes para dar cuenta de cada etapa de desarrollo, en virtud de los aportes que cada una de las primeras puede realizar sobre estas últimas. Abordajes similares pero enriquecidos por el incremento en la disponibilidad de información se pueden encontrar en las contribuciones de Castellacci y Natera (2013), quienes observan que las capacidades de absorción coevolucionan con otros factores determinantes del desempeño tecnológico (la infraestructura de ciencia y

tecnología, el comercio internacional, el capital humano), de cuya coevolución depende el sendero de desarrollo.

Una segunda vertiente de aportes se nuclea en torno al trabajo de Edquist (2001), quien presenta un nuevo concepto: el de sistemas de innovación para el desarrollo (SID, por sus siglas en inglés) para dar cuenta de la construcción del ambiente de innovación en los países de menor desarrollo relativo. Esta idea se sustenta en el reconocimiento de que en los países en desarrollo existen diferencias significativas con respecto a la dinámica de innovación de los países desarrollados. Como consecuencia de esto, la promoción del desarrollo en estas economías requiere organizaciones, instituciones y políticas específicas que no siempre pueden abordarse desde la concepción original del enfoque de los sistemas de innovación.

Bajo una lógica similar pero alternativa al concepto de SID, Viotti (2002) propone el concepto de sistema nacional de aprendizaje (LIS, por sus siglas en inglés) para analizar la dinámica de cambio tecnológico que caracteriza a las economías de desarrollo reciente. Nuevamente, en este caso se destacan las especificidades propias de los países en desarrollo, pero a diferencia de la propuesta presentada por Edquist (2001), el énfasis está puesto en la construcción de los procesos de aprendizaje antes que en las características y tipos de innovación que tienden a prevalecer en estas economías. A su vez, se trata de una contribución que recupera la centralidad de la capacidad de absorción para generar procesos de aprendizaje y de transferencia de tecnología destacada por Dahlman y Nelson (1995), pero que a diferencia de estos destaca las especificidades de la capacidad de aprender frente a la de generar nuevos conocimientos.

Ahora bien, dada la naturaleza compleja de los procesos de innovación y desarrollo, vale repasar el esfuerzo ya realizado por los pioneros del enfoque. En una de sus contribuciones más importantes al enfoque de los SNI, Freeman (1995) destaca la importancia de considerar una perspectiva histórica para explicar el proceso de desarrollo. Esta mirada pone el acento en el contexto nacional e internacional que enmarca los procesos de crecimiento de los países hoy desarrollados, y pone de manifiesto la no linealidad del desarrollo. Así, por ejemplo, en relación con el contexto internacional, se sostiene que el escenario de la Guerra Fría de mediados del siglo pasado planteaba una realidad diferente que el escenario post Segunda Guerra Mundial. Un razonamiento similar aplicaría a las diferencias entre la década de 1990 y el escenario postcrisis financiera internacional de 2008. En este sentido, hablar de países

en desarrollo y países desarrollados no es suficiente para explicar las dinámicas diferenciales evidenciadas por cada una de las economías, cuestión que se vuelve más relevante cuando se consideran los países latinoamericanos donde el auge de las *commodities* impacta de manera directa en su actual –pero también en su histórica– relación con el mundo. En consecuencia, las implicancias en materia de aprendizajes, de generación y apropiación de conocimiento y de innovaciones capaces de traccionar el crecimiento con igualdad son elementos contextuales y específicos a cada región, por lo que resulta difícil equiparar los desafíos latinoamericanos con aquellos que enfrentan los países africanos e, incluso, los países del sur de Europa. En esta misma línea, el ingreso de China al mercado mundial impactó de manera diferencial –y demanda acciones de política diferenciales– según se trate de países con o sin maquiladoras o de países productores y exportadores de granos. Como consecuencia de estas especificidades, y en términos de Lundvall (2009), si se requiere una variante para los países desarrollados y en desarrollo, también se requerirá una variante para los países del sur y los del norte, para los productores de *commodities* agropecuarias y los productores de bienes diferenciados, para los países de la Comunidad Andina y para los países del MERCOSUR, etcétera.

En relación con la realidad nacional, también Freeman (2002) advierte respecto de la importancia de la coherencia entre los subsistemas que conforman el sistema nacional (esto es, la relación entre el subsistema educativo y el subsistema productivo, el subsistema social y el de ciencia y tecnología, etcétera). Si a este razonamiento se le agrega la importancia de las instituciones formalizadas y no formalizadas en el sentido de Johnson (1992), entonces es posible afirmar que no existan elementos que *a priori* permitan sostener que el *catch-up* en un país puede darse a partir de los mismos mecanismos que en otro. Por el contrario, cada país contará con recursos y capacidades específicas para lograr, eventualmente, un potencial de cierre de la brecha tecnológica. No cabe duda de que el bajo gasto en investigación y desarrollo en los países de la región (respecto de los países europeos) es un factor que explica el menor desarrollo relativo, especialmente vía la escasa complejidad de las estructuras productivas. Sin embargo, un aumento relativo del gasto latinoamericano tendrá un impacto distinto del que podría observarse a partir de un aumento equivalente en Estados Unidos. En primer lugar, porque se trata de magnitudes diferentes y, como en tantos otros aspectos de la dinámica económica, las economías de escala juegan un rol determinante. En segundo

lugar, porque las instituciones formales y no formalizadas y la dinámica de interacción entre ellas generarán efectos multiplicadores dispares. En tercer lugar, porque las capacidades de los recursos humanos para transformar ese gasto en innovaciones y apropiarse de sus resultados son también desiguales. Finalmente, porque existen barreras a la entrada impuestas por los sistemas económicos, legales y tecnológicos de los países de mayor desarrollo relativo que tienen por objeto, justamente, evitar el cierre de la brecha.

Así, cuando se reconoce la naturaleza histórica y la existencia de procesos estructurales que, en un momento y en un lugar determinados, condujeron al cierre de la brecha, se observa cómo cualquier enfoque que distinga únicamente entre países más y menos desarrollados supone: a) que el menor desarrollo latinoamericano puede ser analizado con los mismos elementos teóricos que el menor desarrollo, por ejemplo, africano y, b) que los prerequisites para avanzar en la senda de crecimiento sustentable son iguales en ambas regiones. En este sentido, las variantes “para el desarrollo” del enfoque de los SNI se encuentran sujetas a la misma crítica que estas realizan al enfoque general, con el agravante de soslayar la importancia del contexto, la historia y la posición que cada región (y país) ocupa en el escenario mundial. Peor aún, en un enfoque a la manera de Edquist, las acciones tendientes a promover el desarrollo latinoamericano estarían concentradas en mejorar e incrementar las innovaciones de proceso, en intensificar el comercio latinoamericano de bienes tradicionales y en identificar lo que a otras naciones menos desarrolladas les permitió mejorar sus dinámicas de crecimiento. Bajo esa lógica, las recomendaciones se centrarían en la búsqueda de ser la mejor de las regiones subdesarrolladas, en lugar de entender cuál es el sendero particular de crecimiento que le permitiría a la región y a cada país que la integra avanzar hacia el desarrollo inclusivo.

Desarrollo de los SNI y SNI para el desarrollo

Un elemento central al momento de analizar y caracterizar los sistemas de innovación ha sido el nivel de gasto en investigación y desarrollo (I+D). En efecto, todas las perspectivas planteadas en la sección anterior le asignan un lugar de relevancia a la I+D para promover las dinámicas de desarrollo, al entender esta actividad como un proxy de la dinámica de creación de conocimiento. No obstante, lo que se inicia como una apro-

ximación cuantitativa a un fenómeno complejo, termina convirtiéndose en un fin en sí mismo, al extremo de homologar la lógica de etapas que deben cumplimentarse para alcanzar niveles evolutivos específicos con niveles de gasto que deberían alcanzarse (más gasto en I+D, más desarrollo). De manera más o menos explícita, esta asociación lineal entre I+D y desarrollo es el resultado de asumir que el nivel de inversión involucrado en estas actividades tiene impacto similar en distintas economías, siendo el nivel de I+D causa –y no consecuencia– del sendero de desarrollo.

Aunque no se puede desconocer la importancia de estas inversiones para la creación y apropiación del conocimiento, también resulta relevante considerar otros factores, tales como la escala de la inversión realizada, la necesidad de inversiones complementarias, la historia previa y la posición en el contexto global; todos elementos que definen la idiosincrasia de cada sistema y que pueden conducir a que similares niveles de gasto no impliquen iguales resultados (Suárez y Erbes, 2013).

Esta asociación lineal no es exclusiva de los países en desarrollo, sino que también se hace evidente en varios países desarrollados. La correspondencia entre mayores niveles de gasto en I+D y crecimiento y desarrollo es el tipo de linealidad implícita en diversas variantes del enfoque general –algunas mencionadas anteriormente– tales como el enfoque de los SID (Edquist, 2001), el enfoque de los LIS (Viotti, 2002), el análisis de los procesos de *catching-up* (Narula, 2003; Nelson y Dahlman, 1995), e incluso en análisis más focalizados en el plano regional (Arundel *et al.*, 2007; CEPAL, 2008). En el caso de los enfoques de SID y LIS, porque se sostiene que existen etapas que los países en desarrollo deben cumplimentar para avanzar hacia un estadio de país desarrollado. En el del concepto de *catching-up*, porque se mide el desarrollo a partir de medias inventariadas que esconden contextos e historias diferenciadas. En el caso de los abordajes regionales, porque, aunque se reconoce la naturaleza compleja del desarrollo tecnológico, se lo plantea como una condición suficiente para el desarrollo social.

Esta linealidad en el abordaje metodológico de los sistemas de innovación se relaciona con la ya mencionada falta de consenso, al interior del enfoque, respecto de la cuestión del desarrollo. En una traducción literal, los SID de Edquist implican “sistemas de innovación para el desarrollo” y, en este sentido, se asume que existen procesos innovativos específicos para los países por debajo de la frontera tecnológica, a los que deberían dirigirse los esfuerzos para la creación de capacidades: innovaciones de proceso en lugar que innovaciones de producto, capacidades de absor-

ción e imitación más que de creación y aplicación de conocimiento. De esta forma, todo el sistema de creación y aplicación de tecnología (el sistema de innovación) sería puesto al servicio de las características de un país “en vías de desarrollo”. Como se mencionara, una lógica como esta conduciría a perpetuar el subdesarrollo. En este sentido, el aporte estructuralista permitiría distinguir entre los elementos del sistema de innovación que deberían ponerse al servicio de la estructura productiva de aquellos que deberían impulsarse desde el SNI de manera de contribuir al cambio estructural.

Otra forma, también lineal, en que se ha abordado la cuestión del desarrollo es la propuesta por Lundvall *et al.* (2009a). Estos autores sostienen que existen sistemas nacionales de innovación más y menos maduros. Los primeros se corresponden con los países desarrollados, los segundos con los países en desarrollo. Sobre la base de ello, se sostiene que existen fallas sistémicas dadas por la menor madurez de los sistemas y en consecuencia la política pública debería promover su superación. En este caso, lo que se plantea es el “desarrollo de los sistemas de innovación”. Aquí la linealidad se encuentra en la idea que el desarrollo de los sistemas de innovación conduce al desarrollo de los sistemas nacionales. Aunque puede parecer una mera discusión semántica, esta linealidad es asimilable a las teorías del derrame, en el sentido que se asume que el desarrollo tecnológico conduce inevitablemente al desarrollo social. El argumento por detrás es simple: mayor desarrollo tecnológico demanda mayores capacidades, mayores capacidades conducen a mayores ingresos y mayores ingresos conducen al desarrollo. De acuerdo con esto, el mismo Lundvall reconoce que, aunque la relación entre capacidades e ingresos se encuentra ampliamente probada, no está tan claro cómo las ventajas individuales y privadas de la innovación en el sentido de nuevos o mejores procesos, productos o prácticas organizacionales conducen a mejoras agregadas en la productividad que se traducen en mejoras en el nivel de producto per cápita, menos aún, cómo se distribuye ese mayor producto (Lundvall, 2004).

Para analizar el peligro que esconden razonamientos como este, vale retomar la cuestión de la coherencia entre subsistemas, señalada por Freeman (2002) y mencionada en la sección anterior. De acuerdo con ese autor, el sistema de innovación es en realidad un subsistema dentro del sistema nacional, el que debe articularse con el subsistema educativo, el subsistema social, el subsistema productivo, etcétera. De esta forma, tan importante como la maduración de los sistemas de innovación a la

manera de Lundvall es cómo ello se articula con la evolución de otros sistemas. En particular, dado el tema que nos ocupa en este capítulo, el impacto del sistema de innovación en el desarrollo (en algún sentido, cómo “derrama”) depende en gran medida, de la estructura productiva. Más aún, si la maduración de los sistemas de innovación no se produce en coevolución con un *upgrading* en la estructura productiva, entonces se podría estar promocionando la generación de renta extraordinaria en sectores privados específicos en lugar de promover la mejora en las capacidades que permiten mejorar en el ingreso. Precisamente en este sentido se sostiene que el pensamiento estructuralista latinoamericano puede arrojar luz sobre dos cuestiones aún no resueltas cuando se aplica el enfoque de los SNI a la problemática del desarrollo: el impacto de la impronta regional (y nacional) y la relación entre cambio estructural, innovación y desarrollo.

El enfoque de los sistemas de innovación y el pensamiento estructuralista

Los ejes articuladores entre ambas corrientes de pensamiento

Desde mediados del siglo pasado la teoría estructuralista del desarrollo ha adquirido un rol central en la explicación de la dinámica del desarrollo de las economías más rezagadas, especialmente de las latinoamericanas. Retomando los aportes de algunos de los principales teóricos del desarrollo en los países centrales, este cuerpo teórico señaló la dependencia tecnológica como una de las principales razones que explican la dependencia económica de los países latinoamericanos. Así, la incapacidad del sistema económico internacional para distribuir de manera homogénea los avances y beneficios derivados del progreso tecnológico han implicado, internamente en cada una de las economías, la configuración de una estructura productiva heterogénea. Esta heterogeneidad se tradujo en la existencia de sectores con grandes diferencias de productividad, pero también de capacidad de inserción externa, de construcción de eslabonamientos productivos internos y de generación de empleos de calidad, tanto en términos de condiciones de trabajo como de niveles de ingresos. Como vehículo para la reducción de esta heterogeneidad, se consideraba la centralidad de los procesos de cambio estructural, los cuales permitirían modificar las estructuras productivas latinoamericanas intensificando

la importancia relativa de los sectores con más alta productividad, con mejor inserción externa y con mayor capacidad de generar encadenamientos productivos.

Esta concepción –en la que la dinámica de los procesos de desarrollo de las economías latinoamericanas no solo estaba supeditada a las características endógenas de su estructura productiva, sino que también al lugar que “le había sido asignado” a la región en la división internacional del trabajo y de la producción– experimentó diferentes transformaciones durante las décadas subsiguientes. La más relevante a los fines de este trabajo es aquella que implica la incorporación de algunos aportes realizados por el pensamiento evolucionista neoschumpeteriano y, en menor medida, por las teorías de crecimiento endógeno.

En particular, Porcile (2011) sostiene que una de las principales contribuciones de las corrientes evolucionista y neoschumpeteriana fue el herramental y las discusiones teóricas que permiten considerar los aspectos microeconómicos del aprendizaje y la innovación (Nelson y Winter, 1982), muchos de ellos enmarcados especialmente en el enfoque de los sistemas nacionales de innovación. El neoestructuralismo, surgido como resultado de esta fusión, resignificó la importancia del cambio estructural. A su vez, puso nuevamente en el centro del análisis las características de la estructura productiva, especialmente en el plano que se relaciona con las propuestas de políticas orientadas a la promoción de respuestas creativas por parte de los agentes económicos e institucionales, de manera tal que sea posible incrementar la relevancia de los trabajadores en actividades dinámicas y acelerar los procesos de aprendizaje tecnológicos e institucionales, entre otras cuestiones (Sztulwark, 2005).

Ahora bien, dentro de este cuerpo teórico es posible identificar un conjunto de ejes que recorren transversalmente al estructuralismo latinoamericano y al enfoque de los SNI, los que demuestran la posibilidad de complementación entre ambas corrientes de pensamiento. Así, la articulación de ambos enfoques permitiría superar los límites del enfoque de los SNI para explicar la cuestión del desarrollo al mismo tiempo que la perspectiva sistémica de la innovación permitiría complejizar la concepción del cambio tecnológico presente en el estructuralismo. En particular, interesa profundizar en seis de estos ejes: 1) análisis de procesos históricos y estructurales, 2) un abordaje metodológico integrado, 3) el concepto de ventajas competitivas dinámicas, 4) un enfoque sistémico, 5) el reconocimiento de la dinámica endógena del desarrollo, y 6) el dinamismo conceptual e interdisciplinario.

Procesos históricos y estructurales

Un primer punto de encuentro se asocia con el contexto de surgimiento y los antecedentes reconocidos por ambas perspectivas. El pensamiento estructuralista en economía surge en Alemania en el contexto del debate sobre el nuevo orden internacional generado a partir de la Revolución Industrial y como contracara de la corriente positivista. El seno de surgimiento de esta corriente es la escuela historicista que reconoció en la intervención estatal y en la coordinación de decisiones a partir de esta, la forma de reducir la brecha respecto del dinamismo –y consecuente predominio– tecnológico británico. En Latinoamérica esta escuela centra su análisis en los sistemas de economía política y en la necesidad de la intervención estatal para articular procesos de desarrollo en el contexto particular de las economías periféricas latinoamericanas (Bielschowsky, 1998). Algo similar ocurre cuando se considera al enfoque de los SNI. Freeman (1995) sostiene que uno de los principales antecedentes puede reconocerse en el concepto de *sistema nacional de economía política* (SNEP), acuñado por el economista alemán Friedrich List a mediados del siglo XIX (List, 1841). En este concepto, igual que en los antecedentes del estructuralismo, está presente la idea de una activa participación del Estado mediante políticas regulatorias y de promoción, que le permitieran a Alemania posicionarse como potencia en el contexto económico internacional. Asimismo, el énfasis del análisis de los SNEP está puesto en el desarrollo histórico y en las condiciones estructurales que le permitieron a Gran Bretaña emerger como potencia económica dominante, con el objetivo de extraer conclusiones e intervenciones que fueran factibles de aplicarse en la Alemania de ese momento.

De esta manera, ambas perspectivas reconocen desde sus orígenes la importancia de cierto espacio de intervención del Estado para el ordenamiento de la actividad económica y de la historia, en cuanto sendero que enmarca los procesos de desarrollo. A su vez, en ambos casos está presente desde sus comienzos el interés por superar posiciones relativas desventajosas respecto de otras economías, aunque es necesario señalar que, a diferencia del enfoque de los SNI, el pensamiento estructuralista latinoamericano siempre sustentó su análisis en el reconocimiento de las especificidades del desarrollo en la región *vis à vis* los procesos que se daban en las economías más desarrolladas.

Abordaje metodológico integrado

En segundo lugar, ambos enfoques comparten, en cuanto propuesta analítica, elementos que caracterizan al método estructuralista. En ambas perspectivas se observa una complementariedad entre la observación de hechos empíricos y la construcción de modelos conceptuales –en general, no matemáticos– que pretenden avanzar en abstracciones y generalizaciones conceptuales. A su vez, los esquemas analíticos presentados por ambas corrientes consideran no solamente variables económicas, sino también sociales, políticas, institucionales, culturales, etcétera, que influyen sobre las anteriores, configurando patrones de comportamiento no determinados exclusivamente por la dinámica económica. A diferencia de lo acontecido en otras regiones, el análisis estructuralista en Latinoamérica permitió realizar estudios históricos y comparativos (Bielschowsky, 1998), rasgos que también acercan a esta corriente de pensamiento con el enfoque de los sistemas de innovación. Para ello, y de acuerdo con el método adoptado, se construyen variables que pretenden aproximar el comportamiento de fenómenos económicos, sociales y político-institucionales, con el objetivo de establecer patrones, similitudes y diferencias entre las economías comparadas.

Al considerar este tipo de variables, el análisis estructuralista, al menos en sus reconfiguraciones recientes, supera el determinismo económico y analiza los procesos de desarrollo desde una perspectiva sistémica e integrada, que confluye con los análisis realizados desde el enfoque de SNI. Complementariamente, el estructuralismo muestra en su selección de dimensiones de análisis una preferencia por los aspectos dinámicos que condicionan el desarrollo económico, es decir, el progreso tecnológico y la emergencia de nuevas instituciones (Sztulwark, 2005), lo cual se acerca también al interés del enfoque de los SNI. Sin embargo, ambas perspectivas evidencian limitaciones para avanzar en el análisis dinámico de las estructuras y de los sistemas, lo cual en la mayoría de los casos aún sigue siendo una pretensión analítica.

Ventajas competitivas dinámicas

En tercer lugar, en el plano estrictamente económico, parte de los estudios estructuralistas y de los vinculados con los sistemas de innovación comparten la identificación de los componentes clave cuyas interacciones

contribuyen a explicar la dinámica de las estructuras y de los sistemas, respectivamente. En este sentido, no solamente importan las características de los agentes en términos de sus principales rasgos estructurales (tamaño, origen del capital, patrón de exportaciones), sino que también, y tal vez especialmente, interesa saber cómo toman sus decisiones y qué estrategia de desarrollo persiguen. Todo esto en un contexto en el que las ventajas que les permiten a los agentes económicos diferenciarse, solamente de manera insuficiente se sustentan en el comportamiento de los precios y, complementariamente, se requiere el desarrollo de capacidades y conocimientos que hagan sostenibles las posiciones dominantes alcanzadas. En definitiva, ambas corrientes de pensamiento sostienen que la base de la competitividad de las economías son sus ventajas competitivas dinámicas, en detrimento de sus ventajas comparativas estáticas.

El grado de desarrollo alcanzado por el sistema de innovación, eje central del análisis del enfoque de los SNI, constituye un elemento central desde la perspectiva estructuralista latinoamericana para explicar la dinámica de las estructuras. Las características de los sistemas de innovación se definen a partir del “ecosistema de innovación” (en términos de Metcalfe y Ramlogan, 2008), es decir, de la presencia de determinados tipos de agentes asociados a la producción de conocimientos (universidades, centros tecnológicos), pero también de empresas capaces de traducir y aplicar el conocimiento generado. Sin embargo, las interacciones son las que le otorgan el carácter sistémico a las estructuras y, en este sentido, las que explican preponderantemente las potencialidades de cada una de ellas.

Enfoque sistémico

En cuarto lugar, surge como eje articulador, en parte como correlato de los dos puntos anteriores, la centralidad asignada por ambas perspectivas al comportamiento sistémico. Este rasgo se refleja en dos cuestiones centrales. Por un lado, especialmente desde la perspectiva de los sistemas de innovación, se destaca la importancia de las interacciones entre los agentes y entre estos y otros componentes del sistema. Esta concepción implica abandonar la mirada sobre el agente representativo caracterizado por su comportamiento atomístico, elemento que también retoma el pensamiento estructuralista latinoamericano. Por el contrario, los agentes que actúan en el marco de estas perspectivas de análisis poseen racionalidad

acotada y sus decisiones son interdependientes de aquellas tomadas por otros agentes, al mismo tiempo que el sistema –o la estructura– opera en un contexto de desequilibrio en el que los agentes modifican sus rutinas para enfrentar la incertidumbre del ambiente (Sztulwark, 2005).

Por otro lado, la importancia del carácter sistémico se deriva de la reconocida necesidad de que exista una coevolución tecnológica e institucional, con el objetivo de generar procesos de desarrollo sostenibles en el largo plazo (Katz, 2000). Desde distintas perspectivas, autores vinculados con el pensamiento evolucionista más o menos cercanos al enfoque de los sistemas de innovación (Nelson, 1994; Pérez y Soete, 1988) han destacado de relevancia de esta como una precondition para el desarrollo, y de igual manera lo han considerado exponentes del estructuralismo latinoamericano. En este marco, se sostiene que la generación, uso y difusión del conocimiento y la tecnología requieren necesariamente el acompañamiento de una generación de instituciones en el marco de la cual ese conocimiento y esa tecnología puedan desarrollarse. Solamente en un contexto de interacción entre el plano tecnológico y el institucional, la producción de conocimiento puede ser funcional al desarrollo económico de largo plazo (Nelson, 1994); en caso contrario, el resultado esperable es el acrecentamiento de las heterogeneidades existentes, tanto entre países con distinto grado de desarrollo relativo, como en el interior de las economías menos desarrolladas (Freeman, 2002).

Dinámica endógena del desarrollo

En quinto lugar, ambas corrientes se centran en la comprensión de dinámicas endógenas de desarrollo, apuntando a los sistemas y a las estructuras de la región, desde el enfoque de SNI y desde el estructuralismo, respectivamente. Sin embargo, esto no implica, en ninguno de los dos casos, dejar de considerar las interacciones existentes y los determinantes impuestos por el contexto internacional en el marco del cual se produce la dinámica de (sub)desarrollo de algunos de estos sistemas y estructuras económicas. En este plano, tanto el enfoque de los sistemas de innovación como el estructuralismo le asignaron históricamente una importancia crucial a los flujos de comercio con otros países y regiones, enfatizando la necesidad de incrementar las exportaciones de bienes con mayor valor agregado y de alcanzar una estructura de importaciones que no condicione las posibilidades de crecimiento endógeno.

Complementariamente, en especial a partir de fines de los noventa, desde ambas perspectivas se ha reconocido que la base externa para definir la potencialidad de desarrollo de las estructuras y los sistemas económicos no solamente está relacionada con la especialización comercial en productos con mayor contenido de conocimientos, sino que también se asocia a la capacidad de las economías de integrarse productivamente en los eslabones más dinámicos de las cadenas globales de valor, de establecer acuerdos regionales de integración económica y de afrontar con herramientas de política los vaivenes impuestos por el contexto económico mundial, particularmente, a partir de ese momento, en el plano financiero. Desde la óptica del pensamiento estructuralista, algunas de estas cuestiones se cristalizaron en la importancia asignada a una macroeconomía del desarrollo, entre cuyos objetivos principales se destaca la generación de condiciones para evitar el impacto de las transformaciones ocasionadas por los desequilibrios macroeconómicos. El enfoque de los sistemas de innovación también considera la importancia de estos aspectos, aunque en toda su propuesta estos adquieren una relevancia menor que en el enfoque anterior y, por el contrario, el énfasis está puesto en las capacidades y en las interacciones que permiten la emergencia del sistema, dado un conjunto de condiciones macro. En este sentido, es posible sostener que el enfoque estructuralista latinoamericano retoma, años más tarde, el interés por las articulaciones micro, meso y macro (Katz, 2000) que el enfoque de los sistemas consideró desde sus orígenes, a partir del reconocimiento de la insuficiencia de las condiciones macroeconómicas *per se* para sostener dinámicas de desarrollo con equidad (Sztulwark, 2005).

Dinamismo conceptual e interdisciplinario

Un último aspecto común entre el enfoque de los sistemas de innovación y el pensamiento estructuralista latinoamericano es el dinamismo conceptual que evidencian ambas perspectivas. Esto es así porque ambas corrientes, a pesar del largo recorrido realizado, se encuentran en constante revisión y construcción, en parte como consecuencia de su capacidad para adaptarse a los nuevos desafíos analíticos que demanda el contexto. Ambas corrientes se han caracterizado, a lo largo de su historia, por ser receptoras de aportes multidisciplinares que permitieron avanzar, tal como se mencionó anteriormente, en la construcción de

cuerpos de conocimientos que abordan el desarrollo económico desde una perspectiva que supera el determinismo de la ciencia económica. Muchas veces, sin embargo, la contrapartida de esto ha sido la existencia de limitaciones derivadas de la falta de consistencia interna en los planteos propuestos, y las restricciones para avanzar en la construcción de un cuerpo de pensamiento capaz de dialogar analítica y empíricamente con otras teorías y perspectivas que pretenden avanzar en la comprensión de los procesos de desarrollo económico.

La emergencia del neoestructuralismo le ha aportado importantes elementos en esta dirección. En particular, Sztulwark (2005) sostiene que, aunque con limitaciones y efectos adversos, las transformaciones evidenciadas en el pensamiento estructuralista latinoamericano incluyen una mayor profesionalización en las formulaciones que implica, entre otras cuestiones, una mayor formalización que se relaciona con la adopción de un lenguaje y una metodología comprensible en la literatura internacional, y una mayor integración con otros marcos conceptuales y disciplinares y con trabajos realizados en otros países de otras regiones del mundo. En el caso del enfoque de los sistemas de innovación, este paso es aún una tarea pendiente, pero cabría preguntarse en qué medida es deseable.

Elementos de complementación

La existencia de estos ejes comunes en torno al abordaje y comprensión de los procesos de desarrollo constituyen elementos centrales de la complementación de las perspectivas estructuralista y de los sistemas de innovación. En esa complementación resulta crucial identificar aportes recíprocos entre ambos enfoques, en pos de aportar una mayor riqueza analítica y explicativa para ambas perspectivas y con el objetivo de discutir la relación entre los sistemas de innovación y la cuestión del desarrollo.

Varios autores que han analizado la evolución del pensamiento estructuralista latinoamericano coinciden en señalar la importancia que adquiere la corriente evolucionista neoschumpeteriana en la caracterización más reciente del neoestructuralismo (Cimoli *et al.*, 2006; Porcile, 2011). En particular, Sztulwark (2005) sostiene que el evolucionismo le ha aportado al enfoque estructuralista una teoría de la innovación y del cambio tecnológico que ayuda a comprender la dinámica de y las condiciones necesarias para que existan procesos de generación y difusión de conocimientos.

Ese aporte remite al análisis realizado en la sección anterior, que se centra en la identificación de elementos comunes entre ambas corrientes de pensamiento. En particular estas contribuciones pueden articularse en torno a la centralidad que adquieren las características de la estructura productiva para definir las posibilidades de innovación, pero también alrededor de otros temas complementarios al anterior tales como la dinámica de integración internacional de las economías menos desarrolladas y el rol de la política para revertir situaciones de heterogeneidad y dependencia, entre otras cuestiones. Estructura productiva, inserción internacional y espacios de política/intervención son tres elementos centrales del pensamiento estructuralista latinoamericano que han logrado trascender las mutaciones de esta corriente en el curso de su historia.

Según la perspectiva estructuralista, el rasgo predominante que caracteriza a las estructuras productivas latinoamericanas es su heterogeneidad interna, motivo por el cual esto se ha transformado en uno de los ejes de esta corriente de pensamiento en la región. Esta heterogeneidad se asocia con dos causas principales. Por un lado, es el resultado de la capacidad diferencial con la que cuentan las economías de la región de absorber el progreso tecnológico, lo cual limita también la posibilidad de ser actores en la generación de tecnología. Por otro lado, se deriva de la distribución desigual que se hace del progreso tecnológico absorbido/generado dentro de esas economías.

El correlato de todo esto es la existencia de estructuras productivas con diferencias de productividad, inserción externa y articulación en eslabonamientos que, contrariamente a lo deseado, perpetúan la situación de inequidad sectorial (en términos productivos) e individual (en términos sociales). En el primero de estos planos, cada actividad productiva, a partir de su historia, de las políticas implementadas y de la capacidad de integrarse en distintas redes de producción e innovación, evidencia capacidades específicas para lidiar con un escenario productivo y tecnológico que muta cada vez con mayor rapidez. En lo que respecta a la dinámica social, la existencia de heterogeneidades se traduce y refuerza a partir de las posibilidades también desiguales de la población de incorporarse a las actividades más dinámicas, más productivas y mejor remuneradas. En ambos casos, el resultado es la desigualdad y la ampliación de las brechas productivas, tecnológicas y sociales existentes –tanto entre las estructuras como internamente–, antes que la posibilidad de convergencia.

En este contexto, algunas de las preocupaciones principales del neoestructuralismo latinoamericano se centran en los determinantes del progreso tecnológico y en las condiciones necesarias para la construcción de ventajas competitivas dinámicas (Sztulwark, 2005). Este interés se sustenta en la necesidad de superar la situación de dependencia que es consecuencia de ser simplemente adoptantes de tecnología y de sustentar la competitividad de las economías de la región en ventajas comparativas derivadas de la dotación factorial o del aprovechamiento de elementos coyunturales y espurios (Fajnzylber, 1989).

En consecuencia, la estructura productiva y el patrón de especialización no son elementos neutrales en el momento de discutir el rol del sistema de innovación en el desarrollo. Esto implica que no cualquier sistema productivo es capaz de promover dinámicas de aprendizaje que contribuyan a generar procesos de desarrollo económicos con inclusión. En este sentido, desde el neoestructuralismo se plantea el carácter irregular de la generación y difusión del progreso tecnológico a nivel internacional. Este hecho provoca la emergencia de, por un lado, un conjunto reducido de centros industriales en los cuales el cambio tecnológico y sus impactos se producen de manera más acentuada y, por el otro, de una periferia alrededor de los anteriores, en la cual la penetración de los avances tecnológicos es marginal. Así, se configura un esquema mundial en el que pueden identificarse dos grupos de países: uno caracterizado por elevados niveles de productividad, ingresos y calidad de vida de la población, que se derivan de la dinámica de crecimiento posibilitada por el cambio tecnológico, y otro en el que estos rasgos son poco evidentes o están ausentes, a consecuencia de la difusión lenta e irregular de las nuevas tecnologías. En el caso particular de los países latinoamericanos, esto último se traduce en una estructura productiva sesgada hacia los productos primarios (*commodities*) y las actividades de ensamblaje (maquila), con un bajo contenido de conocimiento, débiles encadenamientos productivos y unas pocas firmas dinámicas que no son suficientes para impulsar un crecimiento generalizado en la productividad (Cimoli, 2005; Dutrénit y Katz, 2005; Katz, 2007; Ocampo, 2005, 2012).

Esta distribución internacional irregular en la generación y apropiación de los beneficios asociados con el progreso tecnológico tiene su correlato dentro de cada una de las economías. En especial, en el caso de los países de menor desarrollo relativo, se traduce en la emergencia de una estructura productiva dual o desequilibrada que se origina en

las diferencias entre los desempeños sectoriales. Particularmente, se observa una fuerte distinción entre el sector exportador –generalmente asociado a la producción primaria– integrado internacionalmente, pero con escasos eslabonamientos internos, y el sector industrial que abastece fundamentalmente al mercado interno. Como consecuencia de ello, los procesos de cambio estructural en las economías latinoamericanas deberían orientarse a generar una mayor homogeneidad y diversificación de las estructuras productivas. En otros términos, la dinámica del sistema de innovación debería impulsar el cierre de la brecha tecnológica al mismo tiempo que promover la generación de variedad. Así, el enfoque de los SNI puede arrojar luz acerca de que potencian o limitan las posibilidades de absorber y generar tecnología.

La evidencia empírica ha puesto sobradamente de manifiesto que las inversiones en capital físico pueden ser una condición necesaria pero no suficiente para la generación de nuevo conocimiento tecnológico. Algo similar ocurre con las inversiones en I+D. En este marco, son las capacidades con las que cuentan los sistemas –definidos estos últimos a nivel macro, meso y microeconómico– las que definen las posibilidades de generación de conocimientos, dados similares niveles de inversión en capital físico y en I+D. En segundo lugar, y muy relacionado con lo anterior, las capacidades necesarias para absorber y generar tecnología son diferentes, aunque en algún punto el desarrollo de las primeras puede allanar el camino para la construcción de la segundas. Las economías de la región han hecho, históricamente, crecientes esfuerzos para el desarrollo de capacidades de absorción, que gradualmente se podrían utilizar como puntapié para la construcción de capacidades orientadas a la producción de nuevo conocimiento.

Las diferencias intrínsecas asociadas a esta capacidad de generar y absorber tecnología, junto con los rasgos que definen a la estructura productiva, las características del sistema científico y tecnológico, las diferencias sectoriales y territoriales en términos de patrones de innovación, son algunos de los ejes retomados por el enfoque de los sistemas de innovación que pueden contribuir con el pensamiento estructuralista en la articulación de respuestas en este sentido. El concepto de capacidad de absorción (Cohen y Levinthal, 1989, 1990) ha sido aplicado en demostrar la potencialidad diferencial con la que cuentan los sectores, regiones y economías para identificar y aplicar el conocimiento que les es específicamente relevante para su crecimiento; aparece como una idea central en la explicación de las dinámicas de desarrollo.

Tanto esta capacidad, como la de vinculación que evidencia la densidad de las relaciones entre todas las dimensiones anteriores y, especialmente, de las interacciones orientadas a complementar estructura productiva y conocimiento científico-tecnológico, son también relevantes para responder a la segunda cuestión que emerge en el marco del pensamiento estructuralista: la necesidad de reducir la heterogeneidad estructural. En esta línea, desde el estructuralismo latinoamericano se sostiene, tanto en sus manifestaciones originales como en sus contribuciones más recientes, la centralidad de los procesos de cambio estructural. La dinámica del cambio estructural implica una transformación de la estructura productiva en la cual adquieren un mayor peso relativo los sectores intensivos en conocimiento, en detrimento de actividades que se sustentan en la explotación de la dotación factorial. A su vez, estos procesos aparecen fuertemente vinculados con el desarrollo de distintos tipos de innovaciones, atendiendo fundamentalmente aquellas que, por su aplicación transversal, contribuyen a incrementar la productividad conjunta del sistema, generan encadenamientos productivos en la estructura y repercuten en mejores posibilidades laborales, de ingresos y de vida para un amplio conjunto de la población.

En este marco, la contribución del enfoque de los sistemas de innovación a la comprensión de los procesos de cambio estructural se asocia con la comprensión y el fundamento de la generación y difusión de innovaciones. La idea de la difusión es central para garantizar la reducción de la heterogeneidad característica de la estructura. En la medida en que falla el proceso de difusión, se resiente también la potencialidad de los procesos de cambio estructural como vectores de reducción de la heterogeneidad. De esta manera, las herramientas analíticas y la sistematización de los elementos a considerar para analizar los procesos innovativos son una contribución significativa de este enfoque.

Otro elemento de complementación entre los enfoques se relaciona con el rol de la política pública. Desde sus orígenes, el enfoque de los SNI ha sido caracterizado por la búsqueda de criterios clave de política que permitan disparar procesos virtuosos de innovación y acumulación de competencias. Por ese motivo, la articulación con la problemática del cambio estructural pondría de manifiesto el rol clave que juega el Estado en general (y no particularmente la política en ciencia, tecnología e innovación) al momento de promover el cierre de la brecha interna de productividad (la homogeneidad) y la creación de variedad (la diversificación). El proceso de apertura de los años noventa, las políticas pro-

teccionistas y de desendeudamiento de principios de siglo, e incluso los acuerdos estratégicos de cooperación y comercio con China o Rusia, son todos elementos que hacen al proceso de cambio estructural, el que necesariamente deberá ir acompañado de procesos de creación de competencias orientados a generar y aplicar conocimiento. Respecto de esto último, los enfoques de fallas sistémicas, de búsqueda de coevolución y coherencia y de creación de capacidades propios de los SNI podrían contribuir significativamente en esa línea.

Finalmente, aun cuando se reconoce la importancia de las dimensiones anteriores –inversiones, infraestructura de CyT, capacidades de absorción y conectividad– para explicar y potenciar la dinámica de innovación, resulta central considerar otros planos de análisis. El enfoque de los sistemas de innovación también puede aportar elementos para comprender la dinámica de inserción e integración de la región en el espacio mundial, en este caso particular respecto de la adopción, uso y generación de tecnología. La importancia que se le asigna a la construcción de ventajas competitivas en el marco del enfoque de los sistemas de innovación contribuye a explicar las posibilidades diferenciales de inserción de las economías en el marco de la estructura económica y de comercio mundial. La complejidad del sistema es lo que define, en términos de esta perspectiva, las oportunidades de una inserción comercial basada en productos diferenciados y permitan superar el determinismo de los precios en las oscilaciones que afectan a las exportaciones. A su vez, esta misma complejidad explica las condiciones de interacción entre las economías en lo que respecta a los intercambios de conocimientos y a la realización de inversiones en el contexto local que excedan la intencionalidad de aprovechamiento de mercados o de explotación de recursos naturales. En definitiva, una mayor complejidad de los sistemas de innovación puede contribuir al reposicionamiento de las economías de la región no solo en el plano de integración internacional a partir del comercio, sino también a partir de la atracción de inversiones que generen derrames tecnológicos hacia el resto de la estructura productiva.

En este sentido, vale señalar un elemento relegado en la literatura estructuralista y, en menor medida, en el enfoque de los sistemas de innovación en América Latina se relaciona con el rol de los recursos naturales y los servicios. El sesgo hacia la industria manufacturera ha conducido a una menor atención a algunos elementos también clave del desarrollo, tal es el caso de la sustentabilidad medioambiental, la degradación de los

recursos, e incluso el significativo incremento del rol del sector servicios en la generación de empleo y producto.

En el caso del estructuralismo, una arraigada tradición basada en la “maldición de los recursos naturales” ha impactado en términos a un menor debate acerca del rol que estos deberían tener en los procesos de desarrollo. Como resultado, los pensadores de la región tienden a ubicarse en extremos antagónicos planteando una falsa dicotomía entre el sector primario y la manufactura. Superar esta falsa dicotomía resulta particularmente importante en nuestra región dado el peso del sector primario en el nivel de producto y especialmente, el nivel de exportaciones. En el caso del enfoque de los SNI, el sesgo hacia el sector manufacturero heredado de los estudios de la innovación (al estilo de Freeman, al de Nelson, pero también al estilo OECD) ha conducido a desconocer cómo algunos sectores basados en recursos naturales cerraron la brecha tecnológica. El resultado ha sido una menor comprensión –desde ambas escuelas– respecto de la forma que asume el cambio tecnológico y organizacional en otros sectores productivos, así como también cómo debería articularse la estructura productiva en la actualidad dado el estadio actual del capitalismo mundial. Peor aún, la forma que asume el crecimiento en los sectores intensivos en recursos naturales, dejado en libertad para operar según las señales de mercado, ha mostrado cuán problemático puede llegar a ser en términos tanto de sustentabilidad ambiental como social y ello revela la relevancia de estudiarlo y el riesgo asociado a ignorarlo.

Por todo lo anterior, resulta evidente que, si bien el enfoque de los sistemas de innovación no es una corriente de pensamiento que pretenda explicar el desarrollo, puede realizar importantes contribuciones para otras perspectivas que sí tienen esta pretensión. En el caso del neoestructuralismo latinoamericano, los aportes no se restringen a los principales conceptos e ideas que emergieron en los países centrales con el mismo enfoque. Por el contrario, la mayor riqueza en el aporte proviene de todo un grupo de contribuciones realizadas por el pensamiento latinoamericano que se centra en el análisis de la innovación y en las condiciones para su generación, y que han retomado el enfoque de los sistemas de innovación y lo han reconstruido a la luz de las especificidades de la región. A la inversa, el reconocimiento del rol de la estructura productiva, el patrón de especialización, la dinámica macroeconómica y otros tantos elementos estructurales muestran la necesidad de complementación del enfoque de los SNI con una orientación más centrada en las cuestiones del desarrollo, en especial, de las especificidades que demanda el desarrollo

latinoamericano. Muchas de estas contribuciones están plasmadas en el resto de los capítulos de este libro.

A modo de conclusión: una agenda de discusión abierta y en constante mutación

En la última década, la preocupación por el desarrollo ha adquirido entre los académicos latinoamericanos un nuevo cariz a la luz de las experiencias transitadas por distintas economías de la región. Las elevadas tasas de crecimiento económico contribuyeron a la mejora de indicadores sociales y a la inclusión de vastos sectores de la población, y condujeron a sendos debates en torno a la existencia o no de procesos de cambio estructural relacionados con esas dinámicas, *vis à vis* la transformación de la estructura productiva. Mientras que en el segundo de estos casos lo que prima es el cambio en el peso relativo de un conjunto acotado de actividades, en el primero lo que se observa es la reconfiguración del aparato productivo hacia sectores –y dentro de estos, hacia actividades– en los que el conocimiento asume un papel central y a partir de los que es posible reconstruir y reforzar los encadenamientos productivos internos y mejorar la calidad del empleo de la fuerza de trabajo. La innovación desempeña un rol central en este último caso, pero los cambios de la estructura productiva pueden darse simplemente, por ejemplo, a partir de la implementación de políticas comerciales o de cambios en el contexto internacional.

En este sentido, es posible sostener que los cambios en la estructura productiva están contenidos en los procesos de cambio estructural, pero no a la inversa, y es precisamente este último el que genera dinámicas de desarrollo y las hace sostenibles en el tiempo a partir de su recurrencia. Las limitaciones que han evidenciado los procesos de crecimiento recientes en la región para avanzar en la reducción del impacto de las crisis internacionales y en la resolución de problemas estructurales que caracterizan a Latinoamérica tanto en el plano productivo como financiero, entre otras cuestiones, permitirían sostener la preeminencia de modificaciones en la estructura antes que procesos de cambio estructural.

En relación con la comprensión de estos procesos, las secciones anteriores han puesto de manifiesto que el enfoque de los sistemas de innovación comparte varios elementos con la corriente estructuralista del desarrollo que permiten la complementariedad de aportes entre ambas

perspectivas. En lo que resta de este libro el objetivo fundamental es profundizar en las contribuciones que, desde el pensamiento latinoamericano sobre los sistemas de innovación, se pueden realizar para comprender los procesos de desarrollo de la región explicados generalmente desde una mirada estructuralista. En este sentido, la construcción de un marco analítico útil para analizar la idiosincrasia de la dinámica de desarrollo en Latinoamérica se enfrenta con el desafío de avanzar en la formulación teórica y en el relevamiento de experiencias empíricas que no se definan a partir de la oposición respecto de los planteos realizados por el enfoque de los SNI en los países desarrollados. Se requiere, por el contrario, construir a partir de las especificidades.

Los aportes realizados en este libro responden a cuestiones centrales en esta dirección y pueden nuclearse en torno a un conjunto de preguntas sumamente relevantes que expresan las particularidades latinoamericanas: ¿cómo se estructuran y transforman los sistemas de innovación en la región? ¿Cuáles son los indicadores y las metodologías relevantes para reflejar de la caracterización anterior? ¿Cuál es la relación particular que se observa entre estructura productiva, inserción internacional y sistemas de innovación en Latinoamérica? ¿Qué rol desempeñan las perspectivas sectorial y territorial, desde lo subnacional y lo regional, en la construcción de especificidades? ¿Cómo se debería pensar la política para fortalecer los sistemas de innovación en la región? ¿Cuáles son los principales ejes articuladores que permiten avanzar en la discusión del desarrollo en la región desde la perspectiva de los sistemas de innovación?

Estas preguntas –y los aportes que se derivan de ellas– pueden articularse entre sí en torno a dos ejes centrales que recorren transversalmente los capítulos de este libro. El primer capítulo pone énfasis en la descripción problematizada, desde una perspectiva crítica, de las herramientas consideradas en el análisis de los sistemas de innovación en la región. El segundo, por su parte, se nutre de la estrecha relación establecida entre políticas que contribuyen a potenciar los sistemas y la dinámica más amplia de los procesos de desarrollo. Los trabajos de Olivari y Stubrin, Dutrénit, Puchet y Teubal, Natera, Orozco Katz y las secciones precedentes de este capítulo (Sección I) se incluyen en el primero de estos ejes, mientras que las contribuciones realizadas por Johnson y López, Pérez, Yoguel, Pereira y Barletta y Dutrénit y Vera-Cruz (Sección II) se incluyen en el segundo. Por su parte, el capítulo desarrollado por Arocena y Sutz puede considerarse un nexo entre los dos grupos de aportes anteriores.

De manera conjunta, y complementando una breve caracterización de los orígenes, antecedentes y conceptos claves de este enfoque presentados en la introducción, los trabajos incluidos en la primera sección aportan elementos para caracterizar a los sistemas de innovación atendiendo a los rasgos específicos que estos adquieren en Latinoamérica. Un primer elemento se relaciona con las dificultades para contrastar empíricamente, con herramientas de medición adecuadas, los avances realizados en términos de la formulación conceptual. Aun cuando se reconocen importantes limitaciones en los indicadores tradicionalmente utilizados para reflejar la dinámica de innovación, la evidencia demuestra la existencia de acciones puntualmente orientadas hacia la profundización de su uso, lo cual termina convirtiéndolos precisamente en el objeto de la política. En este mismo contexto, la disponibilidad de información sobre otros insumos y resultados del proceso de innovación, en series extensas y comparables a nivel internacional –o al menos regional– constituye una restricción importante para avanzar en indicadores alternativos. De esta manera, los avances realizados en torno a la conceptualización de los sistemas de innovación en el contexto específico de las economías latinoamericanas parecen no tener su correlato en la adopción de metodologías y medición de los procesos que los constituyen (Olivari y Stubrin, capítulo 4).

El línea con lo desarrollado en este capítulo, las limitaciones que surgen de los problemas metodológicos se hacen particularmente evidentes cuando se consideran las dinámicas productivas e institucionales que caracterizan a los sistemas de innovación de la región y tienden a retroalimentar las debilidades específicas en torno al abordaje de las cuestiones estructurales y su relación con el desarrollo. Por ejemplo, en la mayoría de los países de la región, siquiera se mide innovación en el sector primario y se ha avanzado solo marginalmente en el sector servicios. En este sentido, uno de los principales desafíos que enfrentan las estructuras productivas latinoamericanas es aprovechar las potencialidades derivadas de la dotación de recursos naturales (Katz, capítulo 7) y generar a partir de esto un espacio más amplio dentro de la propia estructura para actividades con mayor valor agregado. Esto requiere incorporar en las funciones de producción del sector primario agrícola-ganadero y energético el comportamiento dinámico de los mercados internacionales, pero fundamentalmente avanzar en la incorporación de conocimiento y en la sustentabilidad ambiental de dichas actividades. En el plano institucional, un gran reto lo constituye la construcción de modelos que permitan

comprender la coevolución institucional en contextos de mutaciones asociadas a lo productivo y lo tecnológico. La evolución institucional articulada con la dinámica del resto de las dimensiones no es neutral a la importancia que adquieren aspectos tales como las transformaciones en las características y capacidades de los organismos, el financiamiento de estas transformaciones y la legitimidad que adquieren los distintos arreglos institucionales que hacen posible o limitan la coevolución entre tecnologías y estructuras (empresas y demás instituciones).

La sola mención de los aspectos anteriores pone de manifiesto las dificultades existentes para generar sistemas de medición que contribuyan a explicar y analizar las dimensiones mencionadas. Así, si bien los desafíos metodológicos en torno a estas dos dimensiones son múltiples, el qué medir y cómo medirlo se encuentran entre las cuestiones básicas que requieren debates más profundos en términos de aspectos relevantes y los actores involucrados. En este contexto, la propuesta realizada por Dutrénit, Puchet y Teubal (capítulo 3) constituye un interesante punto de partida para la discusión crítica y reflexiva.

Una mención adicional requiere el análisis de los sistemas de innovación desde una perspectiva dinámica, lo cual permite estudiar su evolución a partir de la transformación de los elementos constitutivos y las relaciones que se establecen entre estos. Para ello, es central considerar el “tiempo” como una dimensión analítica en sí misma (Natera, capítulo 5). En este marco, la definición de horizontes temporales y la importancia que estos adquieren para dar cuenta de dinámicas evolutivas diferenciales adquiere un significado particular en el contexto latinoamericano: el tiempo condiciona las posibilidades de construir y potenciar capacidades, interacciones y estructuras necesarias para avanzar en una dinámica virtuosa de desarrollo. También en este plano existen cuestiones relativas a la disponibilidad de información que condicionan las posibilidades de avanzar en la formulación de estudios dinámicos y comparativos sobre sistemas de innovación, al mismo tiempo que se observan limitaciones para operar sobre conceptos clave que caracterizan a estos sistemas.

Todas estas dimensiones –elementos, relaciones, coevolución productivo tecnológica institucional, dinámica– han sido consideradas con mayor frecuencia en el plano nacional desde abordajes de tipo cualitativo (Dutrénit y Sutz, 2013), evidenciando la existencia de fuertes heterogeneidades en el comportamiento de los distintos países. Estas diferencias se reflejan tanto en la constitución de los sistemas, como en su dinámica y promoción. Sin embargo, un análisis más profundo de los sistemas de in-

novación requiere considerar dos planos complementarios al nacional en la órbita de las especificidades territoriales (el regional y el subnacional) y uno asociado con las particularidades de innovación sectorial (Orozco, capítulo 6); pese a la posible distinción entre estos niveles de análisis, se sostiene más recientemente la posibilidad de su convergencia, lo cual conduce al desafío de avanzar en la caracterización y análisis de sistemas sectoriales con una fuerte impronta regional y/o subnacional. Dos cuestiones adicionales merecen ser mencionadas en relación con estos planos: por un lado, el acceso a información más o menos desagregada para captar las especificidades territoriales propuestas vuelve a constituir una restricción para el análisis; por otro lado, la mirada regional, el análisis subnacional e incluso el enfoque sectorial resultan insuficientes para abordar la caracterización y el análisis de los sistemas de innovación. Si lo que se pretende es explicar el desarrollo, entonces la mirada nacional no debe ser relegada, sino complementada con estos enfoques parciales pero más específicos. El análisis integrado de componentes, relaciones y especificidades de los sistemas de innovación se traducen, juntamente con otros factores, en dinámicas particulares de desarrollo.

Al respecto, la “mirada desde el sur” en términos de Arocena y Sutz (capítulo 2) destaca la importancia de abandonar el pensamiento único como marco analítico para analizar y comprender el desarrollo, al mismo tiempo que enfatiza la necesidad de considerar aspectos no económicos y senderos divergentes entre economías. En definitiva, la especificidad del sistema emerge como resultado de la especificidad de sus componentes y de las relaciones entre ellos, y destruye la posibilidad de senderos o caminos unívocos para lograr similares objetivos. Esta mirada particular –no alternativa– exige pensar las políticas de innovación como políticas sociales, en tanto se requiere que la producción de nuevo conocimiento pueda relacionarse intrínsecamente con la reducción de desigualdades económicas y sociales. Así, se propone invertir el razonamiento: no se trata de promover el desarrollo de los sistemas de innovación ni de pensar sistemas de innovación para el desarrollo. Se trata de identificar necesidades de mejora en salud, educación, vivienda, alimentación, etcétera, para luego buscar en el sistema de innovación soluciones sustentables.

El interrogante que se genera a partir de un planteo de estas características es cómo se formulan e implementan acciones de política orientadas a promover las dinámicas no siempre convergentes de innovación y desarrollo. Estas cuestiones materializan los capítulos incluidos en la segunda sección de este libro. La formulación de políticas orientadas al desarrollo no

debería concebirse de manera desvinculada de los marcos propuestos por las particulares perspectivas teóricas que de manera más o menos explícita constituyen las bases del accionar de los distintos gobiernos en el área de ciencia, tecnología e innovación (CTI). Más aun, no se pueden desconocer los elementos valorativos, de naturaleza moral, ética e ideológica que necesariamente se encuentran justificando el accionar público (Johnson y López, capítulo 9). El resultado de las especificidades nacionales es, evidentemente, la necesidad de pensar políticas específicas, en particular en lo relativo a la generación de conocimiento y la promoción de instituciones capaces de anclar los objetivos de la política CTI con objetivos de desarrollo. Todo esto en un marco en el cual el aprendizaje y la innovación son claves para delimitar los procesos. En este sentido y dados los elementos considerados en la sección I, la coevolución entre tecnologías y estructuras se presenta como uno de los principales desafíos a considerar en la promoción de la innovación y el desarrollo mediante políticas públicas.

Así, el enfoque de los sistemas de innovación –y los estudios de la innovación de manera más amplia– y el pensamiento evolucionista neoschumpeteriano que ha contribuido a la renovación e incorporación de nuevos elementos de análisis en la corriente estructuralista coinciden en sostener la necesidad de abandonar el precepto de la intervención considerando únicamente la existencia de fallas de mercado o fallas del Estado (Yoguel, Pereira y Barletta, capítulo 10). Por el contrario, desde esta perspectiva, resulta recomendable que la intervención no se aboque a la resolución de limitaciones estáticas, sino que debería concentrarse en el incentivo y la construcción de capacidades privadas e institucionales que favorezcan la innovación y el desarrollo de procesos de aprendizaje y acumulación de competencias, que constituyen los requisitos necesarios para el cambio estructural. A su vez, se trata de prescripciones que superan la dicotomía entre modelo lineal/modelo interactivo, o entre empuje de la oferta/tracción de la demanda. El contexto latinoamericano exige abordajes complementarios distintos de los conocidos, de acuerdo con de las especificidades del proceso de innovación y del contexto de aplicación y apropiación del conocimiento generado. Tras más de veinte años de difusión y penetración del enfoque de los sistemas de innovación y tras más de una década de crecimiento en la región, la reaparición de los mismos problemas estructurales que asecharon a finales del siglo pasado, las especificidades regionales exigen no solo respuestas específicas sino además –y especialmente– respuestas creativas capaces de mejorar las políticas existentes y generar nuevas formas de intervención.

Así, la heterogeneidad en la inversión en I+D, en las capacidades de innovación de las empresas y en los vínculos predominantes en el sistema, genera diferencias significativas en términos de la madurez de los sistemas de innovación (Dutrénit y Vera-Cruz, capítulo 11). Cuando el énfasis está puesto en la centralidad del conocimiento como factor relevante en la construcción de ventajas competitivas, lo anterior también diferencia patrones y senderos de desarrollo. La existencia de recurrencias en este sentido no permite, entonces, sostener la hipótesis de homogeneidad, y tampoco es suficiente para argumentar a favor de un único modelo de políticas de CTI, aun cuando se observen regularidades. De esta manera, el reto en este sentido se asocia a la búsqueda de las particularidades necesarias para alcanzar el desarrollo sostenible, en el marco de lo cual las políticas son simplemente herramientas para alcanzar dicha meta. En otros términos, aunque no se niega la importancia de la innovación, aquí se sostiene que no puede ser un fin en sí mismo sino el medio a partir del cual se generan ventajas dinámicas, sustentables y acumulativas.

Si a esta complejidad se suma la naturaleza evolutiva de los procesos de innovación y cambio estructural, se vuelve evidente otro desafío de la política pública: no puede pensarse invariable a través del tiempo. Por el contrario, es necesario pensar en formulaciones que puedan reconfigurarse y adaptarse a las nuevas condiciones productivas y tecnológicas que puedan emerger como consecuencia de transformaciones endógenas o exógenas al sistema analizado. En términos de Pérez (capítulo 11), a esto refiere la idea de las políticas de innovación concebidas como un blanco móvil. En un contexto cambiante, algunas cuestiones son menos variables que otras, y la identificación de esta distinción constituye un elemento central para pensar políticas de innovación específicas que pretendan traccionar algún sendero de desarrollo. La pata institucional de la coevolución se transforma entonces en un sujeto/objeto más de innovación, tal vez el menos dinámico, el más estructurado, pero paradójicamente también el más incierto en términos de la existencia de una relación entre esfuerzos y resultados.

Las consideraciones anteriores constituyen una revisión no exhaustiva que no refleja en toda su magnitud la importancia de los aportes realizados por cada uno de los trabajos de este libro. Sin embargo, se trata de una síntesis que permite reforzar dos ideas centrales que recorren a toda esta obra: la necesidad de revisar el enfoque de los SNI a la luz de las especificidades latinoamericanas y de construir un marco conceptual,

herramientas analíticas y espacios de intervención política que comprendan estas especificidades y contribuyan a aprovecharlas. Todo esto constituye un aliciente para la lectura crítica de estos documentos, en los espacios académicos pero especialmente en aquellos involucrados con la definición de políticas de desarrollo.

Bibliografía

- Albuquerque, E. (1999). "National Systems of Innovation and Non-OECD Countries: Notes About a Rudimentary and Tentative 'Typology'". *Brazilian Journal of Political Economy*, vol. 19, pp. 35-52.
- Arundel, A.; Lorenz, E.; Lundvall, B-Å. y Valeyre, A. (2007). "How Europe's economies learn: a comparison of work organization and innovation mode for the EU-15". *Industrial and Corporate Change*, vol 16, pp. 1175-1210.
- Bielschowsky, R. (1998). "Evolución de las ideas de la CEPAL". *Revista de la CEPAL*, Número Extraordinario, octubre.
- Castellacci, F., Natera, J. M. (2013). "The dynamics of national innovation systems: A panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity". *Research Policy*, vol. 42, pp. 579-594.
- CEPAL (2008). *La transformación productiva 20 años después. Viejos problemas, nuevas oportunidades*. Naciones Unidas, CEPAL, Santiago de Chile.
- Cimoli, M. (2005). *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Cimoli, M., Porcile, G., Primi, A. y Vergara, S. (2006). "Cambio Estructural, Heterogeneidad Productiva y Tecnológica en América Latina". En CEPAL (ed.), *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1989). "Innovation and learning: the two faces of R & D". *The Economic Journal*, vol. 99, pp. 569-596.
- (1990). "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation". *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, pp. 128-152.

- Dutrénit, G. y Katz, J. (2005). "Innovation, growth and development in Latin-America: Stylized facts and a policy agenda". *Innovation: Management, Policy & Practice*, vol. 7, pp. 105-130.
- Dutrénit, G. y Sutz, J. E. (2013). *Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo*. México: Foro consultivo científico y tecnológico - LALICS.
- Edquist, C. (2001). "Systems of Innovation for Development (SID)". Background Paper for Chapter I: "Competitiveness, Innovation and Learning: Analytical Framework" for World Industrial Development Report - UNIDO.
- (2004). "Systems of innovation: perspectives and challenges". En Fagerberg, J.; Mowery, D. y Nelson, R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford (USA): Oxford University Press.
- Fagerberg, J. y Srholec, M. (2008). "National innovation systems, capabilities and economic development". *Research Policy*, vol. 37, pp. 1417-1435.
- Fajnzylber, F. (1989). *Industrialización de América Latina: de la 'caja negra' al 'casillero vacío'*. Cuadernos de la CEPAL 60.
- Freeman, C. (1995). "The 'National System of Innovation' in historical perspective". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, pp. 5-24.
- (2002). "Continental, national and sub-national innovation systems – complementarity and economic growth". *Research Policy*, vol. 31, pp. 191-211.
- Gerschenkron, A. (1962). *Economic Backwardness in Historical Perspective*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University.
- Godinho, M.; Mendonca, S. y Pereira, T. (2004). "Towards a Taxonomy of Innovation Systems", Second Globelics Conference, Beijing.
- Johnson, B. (1992). "Institutional Learning". En Lundvall, B-Å. (ed.), *National Systems of Innovation - Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- Johnson, B.; Edquist, C. y Lundvall, B-Å. (2003). "Economic Development and the National System of Innovation Approach", First Globelics Conference, Río de Janeiro, Brasil.
- Katz, J. (2000). *Reformas estructurales, productividad y conducta tecnológica en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL/Fondo de Cultura Económica.

- (2007). “Reformas estructurales orientadas al mercado, la globalización y la transformación de los sistemas de innovación en América Latina”. En Dutrénit, G.; Jasso, J. y Villavicencio, D. (eds.), *Globalización, acumulación de capacidades e innovación. Los desafíos para las empresas, localidades y países*. México: FCE-OEI.
- Lee, K. (2013). *Capability Failure and Industrial Policy to Move beyond the Middle-Income Trap, The Industrial Policy Revolution I*. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- List, F. (1841). *Das Nationale System der Politischen Ökonomie*. Basel: Kyklos. (Translated and published under the title: *The National System of Political Economy*) Londres: Longmans, Green and Co.
- Lundvall, B-Å. (1992). *National System of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- (2004). “Why the New Economy is a Learning Economy?” DRUID Working Paper 04-01.
- (2009). “Investigación en el campo de los sistemas de innovación: orígenes y posible futuro”. En Lundvall, B-Å. (ed.), *Sistemas Nacionales de innovación. Hacia una teoría del aprendizaje por interacción*. San Martín: UNSAM.
- Lundvall, B-Å.; Chaminade, C.; Vang-Lauridsen, J. y Joseph, K. J. (2009a). “Innovation policies for development: towards a systemic experimentation based approach”. 7ma. Globelics Conference, Dakar.
- Lundvall, B-Å.; Joseph, K. J.; Chaminade, C. y Vang, J. (2009b). *Handbook On Innovation Systems And Developing Countries*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Lundvall, B-Å. y Lam, A. (2007). “The Learning organization and national systems of competence building and innovation”. En Lorenz, N. y Lundvall, B-Å. (eds.), *How Europe’s Economies Learn: Coordinating Competing Models*. Oxford: Oxford University Press.
- Metcalf, S. y Ramlogan, R. (2008). “Innovation systems and the competitive process in developing economies”. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, vol. 48, pp. 433-446.
- Narula, R. (2003). “Understanding Absorptive Capacities in an ‘Innovation Systems’ Context: Consequences for Economic and Employment Growth”. DRUID Working Paper, n° 04-02.

- Nelson, R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- (1994). “The Co-evolution of Technology, Industrial Structure, and Supporting Institutions”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, pp. 47-63.
- Nelson, R. y Dahlman, C. (1995). “Social absorption capability, national innovation systems, and economic development”. En Koo, B. H. y Perkins, D. (eds.), *Social Absorption Capability and Long Term Growth*. Nueva York: St. Martins Press.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Ocampo, J. A. (2005). *Más allá del Consenso de Washington: una agenda de desarrollo para América Latina*. México: CEPAL, Serie estudios y perspectivas.
- (2012). *La historia y los retos del desarrollo latinoamericano*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Pérez, C. y Soete, L. (1988). “Catching Up in Technology: entry Barriers and Windows of Opportunity”. En Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R. y Soete, L. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- Porcile, G. (2011). “La teoría estructuralista del desarrollo”. En Infante, R. (ed.), *El desarrollo inclusivo en América Latina y el Caribe. Ensayos sobre políticas de convergencia productiva para la igualdad*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Suárez, D. y Erbes, A. (2013). “Desarrollo y subdesarrollo latinoamericano. Un análisis crítico del enfoque de los sistemas de innovación para el desarrollo”, Lalics Conference, Río de Janeiro, November.
- Sztulwark, S. (2005). *El estructuralismo latinoamericano. Fundamentos y transformaciones del pensamiento económico de la periferia*. Buenos Aires: Prometeo-UNGS.
- Viotti, E. B. (2002). “National Learning Systems: A new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea”. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 69, pp. 653-680.

Capítulo 2

Innovación y sistemas nacionales de innovación en procesos de desarrollo

Rodrigo Arocena y Judith Sutz

Presentación

Este texto ofrece una introducción al estudio de las relaciones entre la problemática del desarrollo y los procesos sociales de innovación (técnico-productiva). Lo hace de manera relativamente autocontenida, pero sin restringirse a lo que pudieran ser los consensos elementales en la materia, sino abordando cuestiones en debate y elaborando sucintamente algunos puntos de vista presumiblemente polémicos. Esa opción, más allá de las carencias de su implementación, nos parece adecuada para un texto a ser utilizado particularmente en cursos de posgrado, en los que los estudiantes deben formarse para trabajar con autonomía en las fronteras del conocimiento.

En tal perspectiva, la primera parte destaca la diversidad de las experiencias históricas relacionadas con el desarrollo. Presta especial atención a los tipos de crecimiento económico sustentados en la innovación, que es lo típico del desarrollo económico propiamente dicho. Ciertas similitudes relativas de los procesos de desarrollo económico más dinámicos son relevadas, así como también aspectos fundamentales en los que se registran llamativas diferencias. Este sumario enfoca histórico sugiere ante todo adoptar un “principio de precaución” ante cualquier forma de pensamiento único, lo cual se hace todavía más importante cuando no se consideran únicamente los aspectos económicos del desarrollo. El énfasis en la diversidad es ilustrado por algunos ejemplos concretos de senderos innovativos específicos que incidieron en los patrones de especialización productiva de distintos países. Las trayectorias seguidas reflejan la incidencia, entre otros factores, de la distribución social del poder

y, consiguientemente, los efectos diferentes de la innovación en distintos sectores. La diversidad en el espacio y en el tiempo de las modalidades y las orientaciones de la innovación convive con la tendencia fuerte a la homogeneización tecnológica, que es una de las manifestaciones notorias de la denominada globalización. Semejanzas y diferencias pueden ser pensadas, como lo propone el título mismo de este trabajo, en el marco teórico de los sistemas nacionales de innovación caracterizados como el conjunto de actores e instituciones y sus interacciones que propician la innovación y su difusión en el ámbito de una nación.

La segunda parte empieza argumentando que ya no es posible definir el desarrollo en sentido integral como un cierto “camino” o “escalera” que conduce a un “lugar” (caracterizado como el que ocupan los llamados países desarrollados), acceder al cual sería viable y deseable para todos. La definición normativa de Amartya Sen del desarrollo como expansión de las capacidades y las libertades es el punto de partida para elaborar una concepción distinta de las más usuales, tarea a la cual aquí se pretende colaborar combinando cuatro enfoques. Se aduce que encarar la problemática del desarrollo requiere tener en cuenta aspectos normativos, fácticos, prospectivos y propositivos. Como enfoque normativo se adopta esencialmente lo que Sen propone como fines del desarrollo. Esta opción, combinada con la de desechar la noción de desarrollo como “camino” hacia un cierto “lugar”, replantea la pregunta acerca de qué es el desarrollo. Combinando el mencionado enfoque normativo con la relevancia creciente del conocimiento y la innovación –evocada en la primera parte–, la segunda parte sugiere caracterizar el subdesarrollo como la combinación de la condición periférica, en cuanto especialización en actividades que tienen relativamente poco contenido de conocimiento, con la subordinación externa, lo que constituye un obstáculo mayor para la expansión de las capacidades y las libertades.

El enfoque fáctico es, en realidad, también histórico y teórico. El estudio de los hechos no puede hacerse mirando al instante, a una “fotografía”, sino a la “película”, vale decir a los procesos que los han configurado; por eso, este texto empieza con una sumaria mirada a la experiencia del desarrollo y la innovación, que es parte del enfoque fáctico propuesto aquí. Los hechos que se ven dependen grandemente de las ideas de quienes los miran, por lo cual se explicitó ya que el texto trabaja con la concepción de los sistemas nacionales de innovación. En la tercera parte se elabora esta concepción desde la perspectiva del subdesarrollo. Ello, por un lado, puede contribuir a captar mejor los rasgos fundamentales de tal concepción, al

revisarla desde un contexto distinto del que le dio origen. Por otro lado, mirar los sistemas nacionales de innovación desde el sur procura tener en cuenta la especificidad de la condición periférica, que es una lección perdurable del pensamiento latinoamericano clásico sobre el desarrollo.

La cuarta parte presenta un ejemplo de las propuestas que pueden sustentarse en los enfoques normativo y fáctico esbozados antes. Por cierto, un enfoque propositivo debiera sustentarse, además, en un enfoque prospectivo: las propuestas de política deben tener en cuenta las tendencias más gravitantes del acontecer social (las distintas continuaciones posibles de la “película” vista hasta ahora). Al respecto, el texto se limita a señalar la tendencia fuerte a que la desigualdad se retroalimente con la expansión del papel del conocimiento. En ese marco, se describen *las políticas de innovación consideradas como políticas sociales*, como un intento entre varios posibles de poner el conocimiento a trabajar contra la desigualdad, apuntando a forjar sistemas nacionales de innovación más inclusivos, de modo que sea menos difícil expandir capacidades y libertades con vocación igualitaria.

Sobre la diversidad de los procesos de desarrollo y de los procesos de innovación que los acompañan

“Al abordar los múltiples y complejos problemas del desarrollo, hemos aprendido que debemos dar forma a generalizaciones en toda clase de campos de acción y prestar oídos sordos, como Ulises, al canto seductor del paradigma único” (Hirschman, 1995: 16).

A pesar de la recomendación de Hirschman, no suelen ser demasiado plurales las miradas y enfoques sobre el desarrollo, en particular sobre el desarrollo económico. Conviene, antes de seguir, detenerse brevemente en una diferenciación, que es importante tener clara, entre crecimiento económico y desarrollo económico. El crecimiento económico de un país puede deberse a diversos factores, a menudo asociados a la explotación de recursos naturales con gran demanda internacional. El desarrollo económico refiere a aquel crecimiento económico basado en buena medida en el conocimiento y en la innovación. Se le suele llamar también desarrollo schumpeteriano, pues fue Joseph A. Schumpeter quien hizo hincapié en que la diferencia entre crecimiento y desarrollo económico estaba precisamente en la innovación, entendida como “nuevas combinaciones” de fuerzas productivas para producir cosas nuevas

o las mismas por métodos distintos (Schumpeter, 1911: 76). Joel Mokyr observa que uno de los aspectos notables de la Revolución Industrial es que, en Inglaterra ante todo y a poco andar en otros países del continente europeo y en Estados Unidos, se produjo por primera vez en la historia un proceso de crecimiento económico basado en un conjunto permanentemente renovado de innovaciones tecnoproductivas que se sostuvo en el tiempo (Mokyr, 2004). Algunos países se fueron sumando durante el siglo XX a ese proceso, el conjunto de Escandinavia y Japón y otros países del Sudeste asiático son ejemplos bien conocidos. De lo que hablaremos a continuación, entonces, es de desarrollo económico en el sentido recién comentado. Conviene todavía señalar que puede haber crecimiento económico asociado a la producción industrial, por ejemplo, cuando un país es sede de procesos extensivos de maquila; y también desarrollo económico asociado a la explotación de recursos naturales con valor agregado de conocimiento, por ejemplo, en el caso del petróleo noruego. Aunque en general el desarrollo económico es un proceso que se expresa mayoritariamente a través de la expansión industrial con alto valor agregado de conocimiento, el punto central no es tanto qué se produce sino cómo se produce y, también, qué capacidades propias se tiene para generar procesos productivos basados en conocimiento.

En los procesos de desarrollo económico de diversos países se reconocen rasgos que, de formas por cierto no idénticas, han estado presentes en todos ellos. Entre estos puede mencionarse:

1. incrementos sostenidos de los niveles de educación, en particular de educación superior;
2. incremento sostenido de las capacidades tecnológicas endógenas;
3. demanda sostenida de conocimiento y de innovación por parte de la producción de bienes y servicios;
4. expansión del mercado interno por mayor acceso de la población en general a bienes y servicios;
5. sustitución paulatina, en el sector productivo y en las exportaciones, de bienes y servicios de bajo valor agregado por otros con creciente valor agregado de conocimientos;
6. incremento en la inversión en innovación y desarrollo (I+D);
7. creciente protagonismo del sector empresarial en la financiación y en la ejecución de I+D;

8. significativo papel del Estado, implícito o real aunque no explícito, en la promoción de las capacidades nacionales de innovación.

Actualmente es muy probable que cualquier descripción del proceso seguido por Japón o por Corea del Sur –ejemplos sin duda exitosos de desarrollo económico– reconociera que los rasgos recién indicados existieron efectivamente en dichos procesos. Sin embargo, no siempre fue así; las recomendaciones clásicas de los organismos internacionales acerca del tipo de sectores productivos a promover en función de la dotación de recursos disponibles o acerca de la preeminencia que correspondía al libre juego de los factores de producción, no permitieron por mucho tiempo reconocer el papel que la notoria heterodoxia de Japón y Corea del Sur respecto de esas recomendaciones jugó en el desarrollo económico de esos países. En el caso de Japón, tal heterodoxia se expresó, entre otras, en el tipo de industrias que se propuso desarrollar desde una fuerte intervención estatal: industrias intensivas en capital y en tecnología, ambas cosas de las que Japón no estaba abundantemente dotado, incluyendo acero, petroquímica, maquinaria industrial, electrónica y computación (Fajnzylber, 1984). Corea del Sur, por su parte, durante su período de crecimiento rápido a partir de los años sesenta

... dejó de lado los supuestos beneficios de la integración financiera internacional y mantuvo, en cambio, un control extensivo sobre los flujos internacionales de capital como parte de una política más general de represión financiera seguida en el contexto de una estrategia de desarrollo liderada por el Estado. En otras palabras, un rápido y sostenido crecimiento económico ocurrió en presencia de controles de capital a lo largo de varias décadas (Noland, 2007: 482, trad. propia).

Estas disonancias entre “recomendaciones expertas” que indican el camino a seguir y, al mismo tiempo, los caminos a evitar, y las políticas efectivamente seguidas en los procesos de desarrollo económico de los países “seguidores” –que en cada etapa histórica son diferentes– vienen de larga data. Una de estas disonancias se dio en Alemania a mediados del siglo XIX, cuando desde Inglaterra se recomendaba el libre comercio a partir de las especializaciones que cada país había llegado a adquirir. Una frase sobre esto, que luego se hizo famosa, “pateando las escaleras”, fue acuñada por Friedrich List.

Cualquier nación que por medio de derechos de aduana proteccionistas o restricciones a la navegación haya erigido su poder manufacturero y de navegación a un nivel tal de desarrollo que ninguna otra nación puede mantener una libre competencia con ella, no puede hacer nada más prudente que derribar esas escaleras de su grandeza, predicar a otras naciones los beneficios del libre comercio y declarar, en tono penitente, que ella había hasta ese momento deambulado en el camino del error y que ahora, finalmente y por primera vez, había tenido éxito en descubrir la verdad (List, 1841, trad. propia).

Las políticas proteccionistas de Inglaterra durante el proceso de la Revolución Industrial fueron especialmente duras, tanto en lo comercial como en lo propiamente tecnológico. Las políticas que le proponía a su recientemente independizada colonia norteamericana, en cambio, eran un claro ejemplo de “patear las escaleras”, lo que llevó a sus ex súbditos a decir que “no hay que hacer lo que los ingleses nos dicen que hagamos; hay que hacer lo que ellos hicieron”. Las expresiones contemporáneas de estas disonancias están bien recogidas en un libro cuyo título justamente es *Pateando las escaleras* (Chang, 2002).

Por otra parte, los procesos de desarrollo económico que se desplegaron, por fijar ideas, durante el siglo XX, no presentaron rasgos uniformemente similares. Si bien tuvieron en común todos los rasgos mencionados anteriormente, se diferenciaron de manera notoria en otros, no menos influyentes, entre ellos:

- a. rasgos históricos idiosincráticos;
- b. sistemas de gobierno (democráticos o no);
- c. cultura en general y sistema de creencias;
- d. apertura de la economía a la inversión extranjera;
- e. sectores productivos líderes del proceso de desarrollo económico;
- f. papel de las industrias de alta tecnología;
- g. manejo de la propiedad intelectual;
- h. control social de la tecnología;
- i. modalidades institucionales de la política de ciencia, tecnología e innovación.

Vemos entonces que, si bien los procesos de desarrollo económico registrados a lo largo de la historia reciente tienen importantes rasgos en común,

presentan igualmente aspectos en los que se diferencian grandemente. Razón le cabe entonces a Hirschman al advertir acerca de los peligros de las recomendaciones expertas basadas en alguna noción de paradigma único. Si esto resulta cierto para el desarrollo económico, cuánto más cierto no resultará si nos referimos a un proceso social bastante más complejo, el desarrollo a secas. Allí, los aspectos normativos pasan a tener un papel central, como expresa la famosa formulación de Amartya Sen del desarrollo como expansión de las libertades de las personas para vivir vidas que tienen razones para valorar (Sen, 2000). Esa aparición de elementos normativos implica que se acentúa aún más la gama de diferenciaciones posibles en los procesos de desarrollo, aunque todos ellos sigan teniendo algunos rasgos en común. Específicamente, esto quiere decir que no es razonable suponer que en las perspectivas de desarrollo en general, y de desarrollo económico en particular, haya algún imperativo que indique qué tipo de conocimiento y qué tipo de tecnologías serán fundamentales en dichos procesos. Dicho de otro modo, si bien parece indiscutible que cualquier proceso de desarrollo en el siglo XXI exige el cultivo a nivel nacional de la investigación científica, del desarrollo tecnológico y de la innovación, las direcciones de trabajo de cada una no están predeterminadas. Una de las razones centrales por las cuales no lo están es que al menos tanto como el conocimiento y la innovación inciden sobre los procesos de desarrollo, varios rasgos de estos inciden a su vez sobre el tipo de conocimiento y el tipo de innovaciones que se buscan. Ni hay paradigma único para el desarrollo ni lo hay para las innovaciones que este promueve y que, en buena medida, lo hacen posible.

Algunos ejemplos pueden servir para mostrar cómo la diversidad de historias y de procesos concretos de desarrollo económico ha dado lugar a senderos innovativos particulares, más allá de que luego, a través de procesos de difusión de las innovaciones resultantes, estas hayan sido adoptadas masivamente a nivel global. Michael Porter (1990), en su influyente libro *La ventaja competitiva de las naciones*, señala que la cultura y los valores afianzados en las naciones ejercen una influencia muy importante en la orientación tanto de algunos de sus sectores industriales como, más en general, en los modos en que se busca resolver problemas, es decir, se innova. En el caso sueco, la preocupación por la seguridad en el trabajo y en la vida cotidiana llevó a generar legislación para uso obligatorio de cinturón trasero en los automóviles, lo que indujo una serie de innovaciones en la industria automotriz, pioneras a nivel mundial. La preocupación por la igualdad de oportunidades impulsó una línea de

innovaciones asociadas a enfermedades invalidantes, como la artrosis; la preocupación por el medio ambiente orientó el desarrollo temprano de procesos con menor impacto contaminante. La organización social de la producción también puede marcar el estilo innovativo. Estudios sobre el sistema de innovación danés señalan que la creación del sistema cooperativo agrario en Dinamarca, a partir de 1870, tuvo dos impactos mayores sobre los senderos innovativos seguidos: por una parte, la necesidad de hacer homogénea y, por tanto, acumulable, la producción de múltiples unidades separadas llevó a la invención de maquinaria para la industrialización de la producción primaria, en particular, de derivados de la leche; por otra parte, el sistema cooperativo funcionó como el más eficiente de los sistemas de difusión de innovaciones. Tan eficiente económicamente resultó esta articulación entre formas organizativas y senderos innovativos que Dinamarca todavía a fines de los años cincuenta tenía el 60% de sus exportaciones basadas en producción de origen agropecuario con alto valor agregado (Edquist y Lundvall, 1993).

Así como puede señalarse un conjunto de aspectos históricos y socio-culturales que influyen sobre el tipo de innovaciones que se producen en determinado país o región –las que a su vez tienden a reforzar, al menos por algún tiempo, dichos rasgos– puede indicarse situaciones de poder en que ciertos actores tienen una muy marcada capacidad para orientar innovaciones. La innovación orientada hacia lo militar, que ha sido la mayor promotora de cambio técnico a lo largo de la historia, es un ejemplo de lo anterior. También lo es la orientación hacia la concentración del poder de decisión respecto de la producción en los rangos más altos tanto del capital como de la gerencia. Mediante el dominio técnico, en particular el diseño de máquinas, esta orientación ha sido una marca de importantes senderos innovativos, particularmente a partir de la Revolución Industrial.

Esto último –la cuestión del poder en la orientación de la innovación– tiene importancia porque puede distorsionar la capacidad de resolución eficiente, técnicamente hablando, de las innovaciones. Bengt-Åke Lundvall ha planteado con mucha fuerza la importancia de las relaciones entre usuario y productor para la obtención de innovaciones que resuelvan eficazmente los problemas que los usuarios identifican. Al mismo tiempo, ha señalado que asimetrías de poder de diverso tipo entre productores y usuarios, incluyendo asimetrías de tipo cognitivo, suelen producir innovaciones insatisfactorias para el usuario, en las que la lógica que el productor logra hacer prevalecer se aparta de la lógica de trabajo del usuario (Lundvall, 1985). Un ejemplo típico de esto último es la sobreautomatización de

funciones o la informatización excesiva y previa a la transformación de las modalidades de trabajo. La posible inadecuación de innovaciones es moneda corriente en países en desarrollo, de los que se puede decir que en buena medida son “tomadores de innovaciones” realizadas en otras partes. El proceso de globalización en curso no ha eliminado las diferencias nacionales, desde aquellas más sutiles asociadas a la cultura y los valores compartidos hasta las más duras, como las condiciones de infraestructura. Por consiguiente, desde la perspectiva de los países subdesarrollados muchas de las innovaciones potencialmente más importantes disponibles en el mercado mundial, típicamente en el campo de la salud, son insatisfactorias, sea porque su precio las hace inaccesibles, aún para el sistema público, sea porque su uso requiere infraestructuras inexistentes.

Lo anterior no quita que se haya producido un impresionante proceso de homogeneización tecnológica en el nivel global, del cual quizá el ejemplo más notable sea la masificación del uso de la telefonía celular, que ha penetrado los espacios más pobres y alejados de los centros urbanos de todo el planeta. Pero eso no quiere decir que las dinámicas de los procesos innovativos que se desarrollan en los países “centrales” o altamente industrializados den respuestas adecuadas a todas las necesidades de países que, como los latinoamericanos, enfrentan un conjunto de problemas tanto sociales como de la producción sumamente específicos. Esto sugiere la necesidad de transitar tanto por senderos innovativos globales como por aquellos, propios, que son los únicos que pueden dar respuestas adecuadas a situaciones específicas. Dicho de otro modo, la diversidad de los senderos innovativos constituye un factor central de la capacidad de resolver problemas presentes en una sociedad dada.

Esta diversidad abarca varias puntas, dos serán brevemente anotadas. Una de ellas se relaciona con la heterogeneidad social, particularmente marcada en sociedades profundamente desiguales, como son las latinoamericanas. Conviene no perder de vista que los senderos innovativos pueden dejar de lado los problemas y necesidades de parte importante de la población. La siguiente observación, referida a lo que ocurrió durante la Revolución Industrial, tiene sorprendente actualidad:

Las clases medias y altas (de Inglaterra) estaban convencidas, ante los inventos maravillosos de la ciencia y la tecnología, la cantidad y variedad creciente de bienes materiales, la velocidad cada vez mayor del transporte y las comodidades de la vida cotidiana, de que vivían en el mejor de los mundos posibles y, lo que es aún más importante, que este mundo seguía progresan-

do. Para estos británicos la ciencia era la nueva revelación y la Revolución Industrial era la demostración y la justificación de la filosofía del progreso. Los “trabajadores desposeídos”, especialmente los grupos marginados o sacrificados por la industria mecánica, manifestaban poco sus puntos de vista, pero sin duda pensaban de modo muy distinto (Landes, 1979: 140).

Esto apunta a tener en cuenta que la posible inadecuación a nivel global de innovaciones que no resuelven problemas en ciertos países, cuando sí los resuelven en otros, también puede aparecer dentro de una misma sociedad cuando miramos segmentos distintos de población.

Un segundo aspecto de la diversidad es propiamente innovativa y tiene que ver con lo que Carlota Pérez llama “el sentido común” de los ingenieros o, más en general, de los diseñadores de soluciones. Pérez (1986) plantea que ha habido durante los últimos 250 años una serie transformaciones tecnoeconómicas mayores asociadas en cada caso a la aparición de un elemento capaz de generar en su torno industrias nuevas y capaz, también, de moldear un nuevo sentido común en el conjunto de diseñadores de las tecnologías asociadas a esos elementos, lo que contribuye grandemente a su expansión. Vapor, carbón, acero, electricidad, petróleo, microelectrónica; cada uno de estos elementos generó efectivamente poderosas industrias acompañadas de muy importantes cambios tecnológicos acumulativos dirigidos a aprovechar de la mejor manera posible las oportunidades abiertas. En países de mucho menor desarrollo tecnológico hay un factor diferente que moldea permanentemente el sentido común de los diseñadores de soluciones: la escasez de aquello que en otras partes abunda, ya sea dinero, infraestructuras, maquinaria, componentes que cumplen muy variadas funciones específicas, personal calificado con especializaciones muy diferenciadas. Innovar, encontrar soluciones de base científico-tecnológicas y resolver problemas en condiciones de escasez construye habilidades y capacidades que no por ser diferentes de las que se describen habitualmente en la literatura son menos importantes.

Por último, los propios sistemas nacionales de innovación (SNI), entendidos como el conjunto de actores e instituciones y sus interacciones que propician la innovación y su difusión a nivel de una nación, están muy lejos de cualquier hipótesis de paradigma único. Esto ha sido incluso reconocido como una de las dimensiones teóricas asociadas al concepto de SNI, es decir, la no existencia de un “modelo ideal” de SNI al cual sería deseable acercarse: “La noción de óptimo es irrelevante en el contexto de un sistema de innovación” (Edquist, 2001: 15). De manera aún más clara

que respecto de innovaciones o senderos innovativos particulares, las especificidades de los sistemas nacionales de innovación se ponen de inmediato en evidencia. Quiénes son los actores más importantes, cuáles las instituciones más influyentes, la densidad y el tipo de vínculos entre los diferentes actores e instituciones, forman parte de los elementos sobresalientes de esa diversidad. Otros, quizá más sutiles, también juegan un significativo papel diferenciador. Tomemos, por ejemplo, el papel de los medios de comunicación en dar a conocer resultados científicos y tecnológicos e innovaciones desarrollados a nivel nacional. Puede entenderse que esa esfera forma parte del SNI de un país puesto que incide en lo que mucha gente sabe y cree que puede hacerse dentro de las fronteras; tales conocimientos y creencias influyen a su vez en una serie de toma de decisiones ligadas a la innovación. Si aceptamos este punto de vista, una rápida mirada a las páginas dedicadas a ciencia, tecnología e innovación en los medios masivos de comunicación de diversos países nos acerca a una apreciación de la magnitud de la diversidad de los SNI. Sobre este punto volveremos al referirnos a las especificidades de los SNI en contextos de subdesarrollo.

En algún sentido, todo lo antes expresado puede resultar perturbador. La ausencia de paradigmas únicos y el reconocimiento de la diversidad, pasada y también futura, de las formas en que se articulan y condicionan mutuamente los procesos de desarrollo, los senderos innovadores y las relaciones entre los actores e instituciones en el marco de SNI, nos enfrenta a condiciones de incertidumbre. De lo que se trata, justamente, es de prepararse para enfrentar esa incertidumbre con las mejores herramientas de análisis posibles, pues las falsas certezas le han hecho un daño mayor a los procesos de desarrollo y, también, a las capacidades de innovación en nuestros países. En ese entendido, esbozamos a continuación un marco para pensar la problemática del desarrollo.

Una aproximación integrada a la cuestión del desarrollo¹

Fin del desarrollo como “lugar”

Hace cincuenta años, el concepto de *desarrollo* designaba tanto un “lugar” como un “camino”. Como lugar o conjunto en una cierta clasificac-

¹ El contenido de este subtítulo retoma parte de lo planteado en Arocena y Sutz, 2013.

ción de países era el que ocupaban los países llamados “desarrollados”. Como camino o proceso era el que transitaban (o debían transitar) otros países denominados frecuentemente “en desarrollo”. Estos últimos, por definición, no eran desarrollados, o sea, conformaban un conjunto disjunto con el de los países desarrollados. La dualidad de significados se justificaba porque se asumía que el “camino” del desarrollo conducía al lugar o nivel del desarrollo.

Se discutía cuál era el camino que realmente llevaba al lugar ansiado, y hasta se llegaba a aceptar que podía haber más de un camino que condujera a la meta. También estaba en discusión cómo caracterizar el lugar del desarrollo y cuáles países realmente lo ocupaban. Sin embargo, las posiciones prevaletes tenían importantes rasgos en común: todas creían conocer los caminos; todas consideraban que esos caminos pasaban por el crecimiento económico y la industrialización; todas ofrecían ejemplos concretos de países que, luego de recorrer los caminos recomendados, habían llegado a la meta, es decir que se encontraban en el lugar del desarrollo en el que ciertos grandes problemas habían sido resueltos definitivamente.

Por supuesto, el desarrollo como tránsito de una etapa a otra en la historia no implicaba el ingreso en un estado estacionario: se descontaba que los países desarrollados seguían afrontando desafíos y experimentando cambios, pero se consideraba que sus cambios no eran parte de lo que se denominaba un proceso de desarrollo y que se desplegaban sin perder los principales logros conseguidos durante el camino, es decir, sin salirse del desarrollo como lugar. En suma, el desarrollo constituía un camino viable para llegar a un lugar deseable y estable.

La concepción doble del desarrollo, como lugar y como camino a la vez, sigue teniendo respaldos amplios, particularmente de tipo implícito, pero en realidad ha perdido vigencia. Intentaremos justificar esta última afirmación y esbozar algunas de sus consecuencias tomando como base el *Informe sobre el Desarrollo Humano 2011* titulado “Sostenibilidad y equidad: un futuro mejor para todos” (PNUD, 2011).

Discutir y hacer en el marco del desarrollo requiere un consenso mínimo en torno a una descripción de situación y a una prescripción o meta para la acción. Podemos delimitar el consenso dentro del cual nos ubicamos diciendo que la prescripción surge del título citado –Sostenibilidad y equidad: un futuro mejor para todos– mientras que la descripción puede presentarse como la siguiente síntesis del mensaje del mencionado informe.

Recuadro I

Algunos problemas de la sostenibilidad y la equidad en un futuro mejor para todos

- El mundo enfrenta una degradación ambiental generalizada que incluye un posible escenario de desastre.
- La degradación ambiental se asocia al crecimiento económico, que es necesario para revertir la pobreza, planteando un *dilema inmenso*.
- En muchos lugares la desigualdad, en particular la desigualdad de ingreso, crece con el crecimiento económico, suscitando un *desafío mayor*.
- La desigualdad se refleja en los perjuicios de la degradación ambiental, por ejemplo, porque “la contaminación intradomiciliaria mata once veces más habitantes de los países con índice de desarrollo humano (IDH) bajo que entre quienes viven en otros lugares”.
- La desigualdad de situaciones surge de la *desigualdad de poder*.

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2011.

El hecho de que el crecimiento económico no basta para alcanzar la mejora de la calidad de vida que se espera del desarrollo es algo afirmado, relativizado, y vuelto a afirmar una y otra vez durante los últimos sesenta años. La afirmación de que el crecimiento económico es necesario pero no suficiente para el desarrollo impulsó la elaboración de la noción de “desarrollo humano” y, más específicamente, del índice de desarrollo humano (IDH), que combina el producto bruto interno (PBI) con datos de educación y salud. ¿El desarrollo como lugar debe restringirse a los países de alto o muy alto IDH? A no pocos de ellos es difícil considerarlos “desarrollados” como expresión valorativa.

El recuadro precedente recuerda otra afirmación fuerte que ha ganado amplio respaldo en las últimas décadas: el crecimiento económico genera riesgos ambientales, lo que llevó a elaborar la noción de “desarrollo sustentable”. Hasta aquí, puede considerarse suficientemente corroborado que el crecimiento económico impulsa una degradación ambiental generalizada que hace posible un desastre global. ¿El desarrollo como lugar debe restringirse a los países de los que pueda decirse que han asegurado su desarrollo humano sustentable? Resultaría un lugar relativamente pequeño, o simplemente un conjunto vacío si se afirma el escenario del deterioro ambiental global.

El desarrollo como lugar definía una meta a la vez viable y deseable: su viabilidad quedaba plenamente establecida por el hecho de que un conjunto significativo de países la había alcanzado, y su deseabilidad, porque avanzar hacia ella suponía de por sí una mejora sustantiva de la calidad de vida. Cuando la experiencia “realmente existente” del desarrollo se asocia de manera mayoritaria no solo al deterioro ambiental sino al incremento de la desigualdad, al menos se enciende una luz amarilla.

China es hoy por lejos la experiencia mayor en el desarrollo como camino. Su impresionante expansión capitalista, desencadenada como tal hace algo más de treinta años, es quizás uno de los fenómenos más gravitantes de la historia. Al mismo tiempo, ilustra con suprema elocuencia los problemas anotados en el recuadro 1. Ha posibilitado superar la miseria a centenares de millones de personas; probablemente ejemplifica a escala incomparable el fenómeno propiamente moderno –en cuanto posterior a la Revolución Industrial– de regímenes políticos que construyen su legitimidad ante gran parte de sus poblaciones basada en el crecimiento económico. Pero también son inocultables la degradación ambiental (Ferguson, 2011: 293) y la desigualdad social que jalonan la expansión económica del reconstruido “Imperio del Medio”.

En términos del título del *Informe sobre el Desarrollo Humano* que nos sirve de referencia, si se requiere sostenibilidad y equidad en la construcción de un futuro mejor para todos, la viabilidad de este futuro en China luce cuestionada. ¿Corresponde asumir con confianza que el camino que allí se sigue lleva a un lugar deseable y estable?

Estados Unidos no ha dejado de ser la experiencia mayor en el desarrollo como lugar, desde el momento preciso en que la cuestión del desarrollo irrumpió al primer plano. Ya antes las aspiraciones y realidades del consumo masivo lo ubicaban al tope de la atención mundial. Entonces, corresponde preguntar si ese país define un “lugar” tan deseable en términos de sostenibilidad ambiental, equidad social y calidad de vida espiritual como para encarnar la meta del camino.

Sin embargo, una cuestión más básica tiene precedencia para lo que nos ocupa. El desarrollo como “lugar” tenía espacio para todos: en todas las propuestas de estrategia para el desarrollo se sobrentendía que ese futuro mejor era realmente accesible a todos; es decir que nunca habría necesidad de poner en la puerta del “club” de los países desarrollados, el cartel de “No hay vacantes”. Pero, si Estados Unidos es el ejemplo por antonomasia del desarrollo como lugar y China lo es del desarrollo como camino, aquel optimismo sobrentendido ha caducado. Si todo el mundo

llega a ser lo que hoy es Estados Unidos y está en camino de ser China, en términos de consumo e impacto ambiental, el futuro no será mejor para todos y ni siquiera un lugar dotado de sostenibilidad.

Si de los hechos pasamos a las ideas, algunas de las más celebradas en materia de desarrollo implican lo que venimos argumentando. El texto del PNUD se apoya en una concepción profunda y sugerente a la que haremos referencia en lo que sigue, por eso, vale la pena tener un resumen como referencia.

Recuadro II

Una síntesis mínima de la concepción del desarrollo propuesta por Amartya Sen

- El desarrollo debe ser entendido como la expansión de las capacidades y las libertades para vivir de formas que se tenga motivos para considerar valiosos, lo cual
- constituye tanto la meta definitoria del desarrollo como su principal herramienta, e implica
- tratar a la gente no como pacientes sino como agentes.

Fuente: Sen, 2000.

Volviendo a los hechos, ¿en alguna parte del mundo se ha consolidado semejante expansión de las capacidades y libertades? Asumir la propuesta de Sen implica reconocer la caducidad de la concepción del desarrollo como lugar realmente existente en nuestro mundo.

Revisando mapas

En una época, el desarrollo podía verse como un escalón, o serie de escalones, de tipo relativamente conocido, que el “Sur” debía ascender para llegar al lugar o nivel del “Norte”, o de “los países desarrollados”, o de lo que se prefiriera en la opción entre “Primer Mundo” y “Segundo Mundo”.

La metáfora de la escalera no es inútil a este respecto. Ciertas concepciones del desarrollo podían ser esquematizadas sin distorsión presentándolas como una propuesta para trepar por la escalera subida antes por los países industrializados. También ciertas heterodoxias podían formularse

en relación con esa simple metáfora. Por ejemplo, sostener que el Sur no estaba compuesto por países simplemente atrasados (ubicados en peldaños más bajos) sino también subdesarrollados, era en resumen argumentar que entre las naciones de arriba y las de abajo había relaciones de dominación que no permitían subir la escalera como antes. En esta afirmación convergieron las formulaciones clásicas del pensamiento latinoamericano sobre el desarrollo y varias otras de la misma época. En los términos posteriores de un libro ya citado (Chang, 2002), según el cual los países del Norte patean la escalera por la que subieron para que los del Sur no puedan hacer lo mismo, aquellas formulaciones venían a decir que las relaciones “centro - periferia” bloqueaban la vieja escalera e imponían construir otras.

Sin embargo, cuando se adopta una concepción del desarrollo a la manera de Sen, seguramente las experiencias de países relativamente exitosos son muy importantes (quizás más que antes) y podrá o no haber “pequeñas escaleras” que posibiliten emular construcciones específicas –de infraestructuras, instituciones, políticas– pero ya no se puede pensar en “la escalera” que permitirá el ascenso ansiado. Ello resalta aspectos de la problemática del desarrollo que antes, con más o menos justificación, podían darse en buena medida por resueltos. En efecto, adoptar una determinada caracterización del desarrollo como lugar –cualquiera fuera ella– conllevaba definiciones de tipo ético, teórico y prospectivo. El lugar tenía una serie de rasgos fundamentales relacionados con los niveles de vida y las formas de organización de la sociedad que constituían los fines normativos del desarrollo como camino o proceso. Ese lugar a alcanzar era viable y, más aún, en muchas concepciones hacia allí se dirigía la historia, lo que constituía en términos prospectivos la afirmación central. Esta surgía tanto en términos empíricos (el lugar era ejemplificado por casos realmente existentes) como interpretativos (ese lugar era una etapa necesaria a la luz de una cierta concepción de la evolución social); ello constituía el eje del enfoque en términos teórico-fácticos (o descriptivos y explicativos) de la cuestión del desarrollo.

Si las cuestiones normativas, teórico-fácticas y prospectivas parecían en buena medida resueltas, era natural concentrar la atención y el debate en los aspectos propositivos. Se podía abordar más o menos directamente la pregunta: ¿qué hacer? Por eso, el centro de las discusiones radicó por lo general en las vías, las estrategias y las políticas para el desarrollo. ¿Existía la escalera? ¿Cómo subirla? ¿Qué alternativas podrían ser mejores?

Luego de haber caracterizado el “lugar” del desarrollo, también era natural concentrar la atención en la economía. En efecto, mirando desde

ese lugar a los países que no estaban allí, una diferencia notoria estaba relacionada con los recursos disponibles para atender las necesidades colectivas, esto llevaba a priorizar la multiplicación del potencial productivo. Por cierto, no pocos recusaban ese enfoque, Mahatma Gandhi probablemente fue el líder más famoso de una larga lista; pero él no quería llevar a la India a un “lugar” del desarrollo que incluyera a la industrialización entre sus rasgos definitorios, como sí lo quería el primer ministro Jawaharlal Nerhu y lo proponían las concepciones política y académicamente predominantes de la época. Entre ellas, dibujar los mapas para el camino era sobre todo tarea de la teoría del desarrollo económico.

Una fecunda revisión autocrítica de ese enfoque fue presentada bajo el elocuente título *Essays in Trespassing. Economics to Politics and Beyond* (Hirschman, 1984). En ese “más allá” (*beyond*) corresponde sin duda incluir los valores. Ellos constituyen el punto de partida de la concepción de Sen, *development as freedom*, cuya traducción adecuada sería tal vez el desarrollo como expansión de las libertades. Hirschman y Sen vienen a sugerir no solo revisar los mapas sino también el tipo de mapas que necesitamos dibujar.

Desde la combinación de cuatro enfoques

Ocuparse de grandes cuestiones, como la problemática del desarrollo, exige tener en cuenta aspectos normativos, fácticos, prospectivos y propositivos. En general, cuando se quiere conocer un proceso para actuar racionalmente en su contexto, con inspiración ética e intención práctica, conviene combinar cuatro enfoques. Hay que 1) explicitar los valores que inspiran la preocupación por tal proceso, así como 2) tratar de conocerlo y entenderlo, de manera tan racional y objetiva como sea posible, buscando 3) anticipar sus evoluciones más probables para 4) proponer alternativas de acción que sean a la vez viables y deseables (ver el diagrama 1).

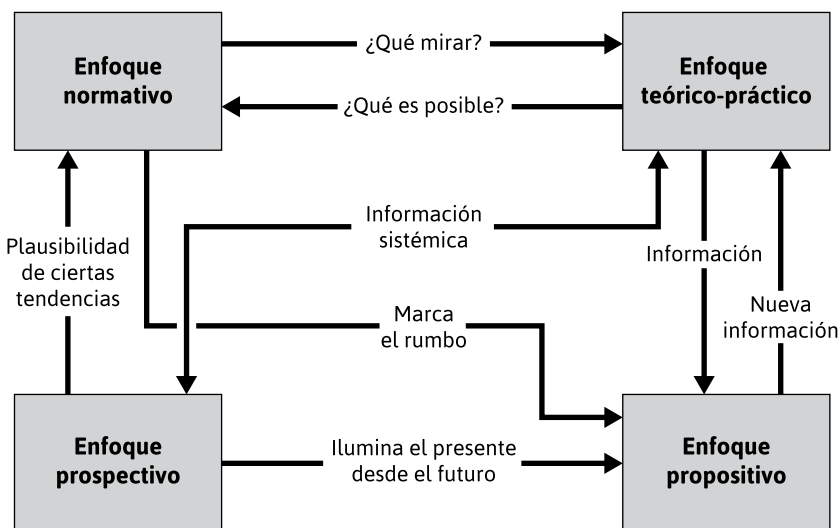
La caracterización sumaria de los cuatro enfoques y sus vinculaciones mutuas puede presentarse como una relación entre preguntas: “para qué” se trabaja es el tema del enfoque normativo, y la respuesta ya implica sugerencias tanto con respecto a “qué” es necesario conocer (cuestión vinculada con lo fáctico) como a “qué se quiere hacer” (cuestión vinculada con lo propositivo); “qué sucede” y “por qué” son las preguntas propias del enfoque fáctico; reflexionar sobre “qué puede suceder”, “por qué” y “cómo” es la tarea del enfoque prospectivo; “qué hacer” y “cómo hacer” son las cuestiones que

debe abordar el enfoque propositivo a partir de las pistas suministradas por la conjunción de los otros tres. Hay “teoría”, explícita y/o implícita, en los cuatro. Tan importante es tener presente que los cuatro enfoques no son independientes como evitar confundirlos o dejar de lado algunos.

En suma sugerimos que, para revisar mapas, hace falta combinar enfoques normativos, fácticos (o mejor, teórico-fácticos), prospectivos y propositivos.

Incluyamos una pequeña digresión conceptual. Suelen distinguirse enfoques descriptivos y prescriptivos. Con respecto a los primeros, no solo se trata de describir hechos sino también de interpretarlos, entre otros motivos porque una interpretación está siempre presente en la selección de los hechos a los que se presta particular atención y, también, porque solo algún tipo de interpretación puede vincular descripciones con prescripciones. En ese sentido, más que de enfoques descriptivos optamos por hablar de enfoques teórico-fácticos como intentos de combinar observaciones, análisis y explicaciones de ciertos hechos. Además, sugerimos tener en cuenta enfoques prospectivos, tanto porque permite argumentar que no se conoce ni medianamente bien un proceso si no se tiene alguna idea de cuáles son sus futuros más posibles, como porque esto último es lo que importa más para sugerir propuestas.

Diagrama 1. Una propuesta para avanzar respuestas



Los enfoques prescriptivos se refieren a los valores a reivindicar y a las propuestas a ensayar. Los primeros deben ser sustento y guía de las segundas, pero estas no pueden resultar directamente de aquellos, sino que deben tener en cuenta también los hechos y sus posibles evoluciones. En suma, cuando se busca combinar teoría y práctica, puede ser útil tratar de conjugar un enfoque normativo, un enfoque teórico-fáctico, un enfoque prospectivo y un enfoque propositivo, entendiendo que no deben ser independientes, pero que ninguno está contenido en otro o se deduce directamente de los demás.

Las propuestas tienen que inspirarse en valores y apuntar a que tengan alguna traducción práctica para lo que han de tener en cuenta las restricciones y posibilidades que dibujan las apreciaciones de los hechos y de sus evoluciones presuntas. La combinación de enfoques normativo, teórico-fáctico y prospectivo sugiere un enfoque propositivo de cierto tipo, pero no lo determina, y en ningún caso ofrece recetas sino apenas guías para la acción, eventualmente útiles si además se tiene flexibilidad, talento y suerte para la labor práctica.

¿Qué fue del subdesarrollo?

Procuraremos contribuir a una concepción del desarrollo que tenga en cuenta los cuatro enfoques mencionados. Antes conviene encarar la cuestión que da su título a esta sección. La misma surge naturalmente del “cambio de paradigma” que supone pasar de una concepción del desarrollo como “lugar” ejemplificado por la realidad de ciertos países, hacia el cual los demás pueden transitar por los derroteros que fija ante todo la economía del desarrollo, al paradigma a la manera de Sen en el que el desarrollo se define normativamente por la expansión de capacidades y libertades que constituye al mismo tiempo el eje orientador para las propuestas de políticas. En esta concepción, ¿qué es el subdesarrollo?

En el marco del primer paradigma, para las escuelas ortodoxas el subdesarrollo simplemente no existe; hay países “atrasados”, denominación menos amable que la de “países en desarrollo”, pero más expresiva de la concepción que la inspira. Esa óptica considera que los países más o menos atrasados están ubicados en peldaños más bajos o más altos de la escalera del desarrollo, es decir, sin haber completado su ascenso.

Siempre dentro de ese primer paradigma, la noción de subdesarrollo es característica de ciertas escuelas heterodoxas, particularmente, la

concepción latinoamericana clásica del desarrollo moldeada por el *estructuralismo cepalino*. Para ella, países subdesarrollados son los que ven trabado su camino al desarrollo por las relaciones de poder prevalecientes a escala global, que se manifiestan en la división internacional del trabajo forjada en beneficio de los países desarrollados que constituyen los “centros” del sistema y relegan a los otros a posiciones periféricas. La subordinación o dependencia de las “periferias” respecto de los centros constituye un obstáculo a su desarrollo; en la evolución de la mencionada concepción latinoamericana se va asignando creciente relevancia a ese obstáculo, marcando el tránsito del estructuralismo a las teorías de la dependencia.

En el paradigma a la manera de Sen la cuestión del subdesarrollo recibe mínima atención. Incluso, en la obra central que presenta ese paradigma, la palabra subdesarrollo aparece poco. Pero es una noción a revisitar y actualizar, porque a nuestro entender es una clave insoslayable para comprender la dimensión estructural de la problemática del desarrollo. Nos referimos a los obstáculos objetivos más profundos y perdurables para la expansión de las capacidades y las libertades. En el marco del nuevo paradigma, el enfoque fáctico debe rescatar la noción de subdesarrollo elaborada por variantes heterodoxas del viejo paradigma, partiendo de las diferencias de poder en el sistema compuesto por centros y periferias, que generan las relaciones de dependencia de las segundas respecto de los primeros.

Para ello corresponde destacar que la mayor parte de las periferias fueron cambiando e incluso industrializándose sin realmente salir de esos tipos de especialización en la producción de bienes y servicios que demandan comparativamente poco conocimiento y que, por ende, son menos dinámicos, característica principal de la condición periférica. Ella tiende a incrementar las desventajas a escala internacional, en materia de poder económico, político, militar y aún ideológico; a la inversa, las asimetrías de poder tienden a mantener la condición periférica.

Entonces, se justifica denominar subdesarrollo a la combinación de la condición periférica –en cuanto a especialización en actividades que tienen relativamente poco contenido de conocimiento– con la subordinación externa. Los países que se deben considerar subdesarrollados experimentan un conjunto interconectado de trabas mayores para: a) la superación de las desventajas externas en materia de condiciones de vida y b) la mejora de la situación interna de la población más postergada. Entendemos pues el subdesarrollo como un fenómeno objetivo que

constituye, a la vez, un obstáculo principal para la generación de capacidades y un contexto poco propicio para la expansión de las libertades.

Así, el enfoque normativo adoptado aquí, siguiendo a Sen, lleva a centrar el enfoque fáctico en las capacidades para generar conocimientos y usarlos innovadoramente en el contexto del subdesarrollo. Ese es el tema que trataremos a continuación.

Los sistemas nacionales de innovación mirados desde el sur²

La teoría de los sistemas nacionales de innovación (Edquist, 1997; Freeman, 1987; Lundvall, 1985, 1988, 1992; Nelson, 1993) tiene ciertas características fundamentales que incluyen las siguientes: 1) ofrece una perspectiva que toma en cuenta múltiples actores sociales que permite superar la contraposición esquemática entre Estado y mercado; 2) destaca la importancia de una variedad de aspectos no solo económicos sino también políticos, institucionales y culturales; 3) dirige la atención hacia ciertos procesos concretos de interacción entre actores y organizaciones, ofreciendo un marco general para su estudio. Los tres rasgos anteriores propician un cuarto que es decisivo: potencialmente, la teoría de los sistemas nacionales de innovación (SNI) ilumina el estudio de los rasgos característicos de la innovación en los países subdesarrollados.

Johnson y Lundvall (2000) muestran que el principal motivo para pensar en términos de SNI ha sido la comprobación de que la innovación es un proceso interactivo, cuyos resultados dependen de las relaciones entre diferentes empresas, organizaciones y sectores, así como de comportamientos institucionales profundamente arraigados en cada historia regional o nacional. Su argumentación muestra cómo el concepto de los SNI sugiere una perspectiva interdisciplinaria, que toma en cuenta las interacciones entre múltiples actores sociales y la diversidad de factores que las moldean.

Esa visión centrada en los actores proviene directamente, en el contexto de la concepción de los SNI, de la aproximación a la teoría desde las relaciones entre usuario y productor (Lundvall, 1988), con su acento en el papel relevante y frecuentemente descuidado de los usuarios finales. Se afirma específicamente que los empresarios individuales y los

² El contenido de este subtítulo se basa en una actualización de parte de lo elaborado en Arocena y Sutz, 2002.

laboratorios de investigación y desarrollo de las grandes empresas han sido los actores destacados en los estudios de innovación, con los investigadores y los hacedores de políticas desempeñando eventualmente papeles secundarios, mientras que el enfoque usuario-productor ilumina las contribuciones potenciales a los procesos de innovación de otros actores, como los trabajadores, los consumidores y el sector público en su conjunto (Lundvall, 1988: 365).

Cuando se analiza la teoría de los SNI desde la perspectiva del subdesarrollo, las siguientes observaciones parecen relevantes.

1. *El SNI es un concepto ex post*, vale decir que ha sido construido en el norte a partir de comprobaciones empíricas. En cambio, en el Sur se trata más bien de un concepto *ex ante*, en el sentido de que el comportamiento socioeconómico asociado con la innovación a escala nacional tiene, en los hechos, un carácter escasamente sistémico. Esto no quiere decir que la innovación esté ausente. En América Latina, un gran problema es que las fortalezas innovadoras a nivel micro, que realmente existen, permanecen a menudo aisladas y encapsuladas, y limitan grandemente su contribución a la competitividad de las economías nacionales.
2. *La noción de SNI conlleva un sesgo normativo*. Esta afirmación no supone postular la posibilidad de un diseño óptimo para los SNI, que implicaría la eliminación de la diversidad, una de las características principales del enfoque. Pero descartar el sistema ideal no significa que el concepto no tenga relación con lo que es bueno o malo. Por ejemplo, un SNI que tome en cuenta las asimetrías de conocimiento entre usuarios y productores será probablemente más efectivo en la promoción de innovaciones útiles que un sistema que no le preste atención a ese tipo de problemas. Esto es importante desde una perspectiva latinoamericana: para evitar copiar o simplemente seguir la última moda en materia de políticas, es necesario identificar algunos puntos de referencia, algo similar a una guía normativa que al menos en parte será claramente específica.
3. *SNI es un concepto “relacional”*. Prácticamente toda la literatura sobre el tema enfatiza la importancia mayor de las conexiones entre diferentes tipos de actores colectivos. Ahora bien, debido a que en América Latina la creación de organizaciones dirigidas a fomentar la innovación es una tarea relativamente común, pero es poco frecuente que esas organizaciones operen realmente como

puentes entre actores, vale la pena subrayar la naturaleza relacional del concepto de SNI.

4. *Los SNI son objeto de políticas.* Esto no significa que la configuración total del sistema pueda ser diseñada a voluntad; tampoco quiere decir que cualquier política o medida de política que se diseñe pueda ser implementada exitosamente. Sin desmedro de ello, reconocer que el concepto SNI es un concepto político y que la realidad que describe puede ser objeto de esfuerzos políticos deliberados para cambiarla con una esperanza razonable de lograr lo que se busca, no es asunto trivial –especialmente en América Latina– donde ciencia, tecnología e innovación no han ocupado por lo general una posición muy alta en la agenda política.
5. *Los SNI describen situaciones sociales en las que está presente el conflicto.* Este se plantea en dos dimensiones: una dentro del SNI y otra más general o macrosocial. Los conflictos internos se vinculan, fundamentalmente, con competencias institucionales y, también, con problemas interinstitucionales. Por ejemplo: ¿qué pesos relativos tienen el sector empresarial, el poder político y la academia en la definición de las agendas investigación? ¿Hasta qué punto se tienen en cuenta los impactos sobre las capacidades nacionales de innovación en las decisiones que se toman en ministerios, empresas públicas y otras órbitas del Estado? Los conflictos externos, a su vez, se plantean en varios escenarios. Uno de ellos, particularmente importante, se da en el área de la educación; otro está relacionado con el grado de participación de los trabajadores en las transformaciones tecnológicas a nivel de empresa. Los SNI no son socialmente neutros: sus configuraciones afectan de modo desigual a diferentes grupos sociales, brindando mejores oportunidades a algunos y amenazando a otros, esto subraya que el conflicto constituye una de sus dimensiones.

Resumiendo, cuando el concepto SNI es mirado desde el Sur, pensando en la problemática del desarrollo, resultan esenciales cinco aspectos: 1) se originó en los países centrales como un concepto *ex post* mientras que en la periferia es un concepto *ex ante*; 2) tiene peso normativo; 3) es relacional, 4) puede ser objeto de políticas y 5) describe situaciones en que está presente el conflicto.

Queremos avanzar en la revalorización, a la luz del enfoque de los SNI, de algunos de los puntos de vista más fermentales de la teoría del

desarrollo. Entre ellos se destaca la noción de *eslabonamientos* o *enlaces hacia adelante y hacia atrás*, introducida por Hirschman a partir de su profundo conocimiento de la situación latinoamericana.

Los enlaces constituyen gran parte de la experiencia del desarrollo por una razón que ya ha sido señalada: el desarrollo es esencialmente el indicador de la forma en que una cosa conduce a otra, y los enlaces son ese indicador desde un punto de vista específico. Los enlaces se centran en ciertas características inherentes a las actividades productivas que ya están en proceso en cierto momento. Dadas sus características estas actividades empujan –o más modestamente: invitan– a algunos operadores a asumir nuevas actividades (Hirschman, 1984: 102).

Desde la perspectiva que adoptamos aquí, corresponde subrayar que los enlaces constituyen verdaderos inductores de innovación: “Existe un enlace siempre que una actividad origina presiones económicas o de otra clase que conducen a la realización de una actividad nueva” (Hirschman, 1984: 103). La estrategia para el desarrollo a partir de la promoción de los enlaces confluye con la que proponen Johnson y Lundvall (2000, traducción propia):

Una estrategia de desarrollo basada en un enfoque de sistemas de innovación empezaría por analizar todas las partes de la economía que contribuyen a la construcción de competencias y a la innovación. Se focalizaría en los *eslabonamientos y sinergias* entre las partes que conforman el sistema como un todo y, especialmente, trataría de identificar los puntos nodales y los eslabonamientos que estimulan los aprendizajes cruciales. Trataría también de identificar los eslabonamientos e interacciones faltantes, las interacciones que por diferentes razones no tienen lugar, reduciendo como consecuencia el rendimiento innovativo de la economía.

Se dibuja así una estrategia para la construcción de sistemas de innovación en países subdesarrollados que parte de analizar las especificidades de los procesos de aprendizaje y de lo que realmente ocurre a ese nivel. Desde nuestro punto de vista, la estrategia se basa en una perspectiva de actores, enfatizando la importancia de los vínculos e interacciones que existen o faltan; por ende, los resultados de políticas concretas dependerán crucialmente de la atención prestada a los intereses, necesidades y posibilidades de los distintos actores potencialmente involucrados en los procesos de innovación.

En gran parte del mundo subdesarrollado, y particularmente en América Latina, el contexto en el cual se impulsa la construcción de SNI tiene entre sus rasgos más gravitantes la escasa demanda de conocimiento avanzado que los actores económicos privados dirigen a los generadores nacionales de ciencia y tecnología. Ello se relaciona con otros rasgos ampliamente destacados en la literatura como la promedialmente baja inversión en I+D, la baja utilización de la investigación nacional, la alta dependencia de la ciencia y la tecnología incorporada que proviene del exterior. Lo antedicho se vincula estrechamente con la importancia fundamental que tiene la inversión directa extranjera de corporaciones multinacionales en nuestros países. Todo ello lleva a sugerir que los SNI latinoamericanos están moldeados por una inserción en la economía internacional que se especializa en la producción basada en recursos naturales, con valor agregado tecnológico relativamente escaso y mayormente importado, por eso debemos hablar de sistemas de innovación *neoperiféricos*.

Todo lo presentado hasta acá es parte de un enfoque fáctico de la problemática del (sub)desarrollo que sugiere pistas de tipo propositivo de las que nos ocupamos a continuación.

Las políticas de innovación para la inclusión social

Intentamos elaborar una aproximación a la cuestión del desarrollo que combina enfoques de tipo normativo, fáctico, prospectivo y propositivo.³ Así pues, antes de comentar ciertas políticas de innovación que ilustran un enfoque propositivo inspirado por el enfoque normativo a la manera de Sen y relacionado con el enfoque fáctico esbozado bajo el subtítulo “Los sistemas nacionales de innovación mirados desde el Sur”, corresponde mencionar el enfoque prospectivo.

En virtud de ser breves, esbozaremos el enfoque prospectivo con unas pocas frases. Probablemente, las dos tendencias más gravitantes de cara al futuro sean las que van en contra de la sostenibilidad y la equidad que debieran ser parte de un “futuro mejor para todos” (PNUD, 2011). Al respecto, ya hemos dicho que “el mundo enfrenta una degradación ambiental generalizada que incluye un posible escenario de desastre” y también

³ Este tema lo hemos desarrollado en el subtítulo “Una aproximación integrada a la cuestión del desarrollo”.

que “en muchas partes la desigualdad, en particular la desigualdad de ingreso, crece con el crecimiento económico”. La afirmación prospectiva básica es pues que las tendencias predominantes dibujan un futuro ambiental y socialmente poco sustentable. Ambas están vinculadas y probablemente sea difícil revertir una sin revertir la otra. En todo caso, aquí nos ocupamos solo de la segunda, es decir, la tendencia general hacia la ampliación de la desigualdad que se detecta desde los años ochenta en la mayor parte de los países (Held y Kaya, 2007).

Charles Tilly (2005: 123) sostiene que la desigualdad prevaleciente en el mundo contemporáneo se basa en el conocimiento. Dado que el papel del conocimiento avanzado y de la innovación es cada vez más relevante para el desarrollo económico, las formas prevalecientes de este último constituirían un poderoso impulso a la desigualdad. Entendemos que la afirmación de Tilly se sustenta en que la generación y uso del conocimiento tienden a ampliar las diferencias sociales en materia de acceso al conocimiento (Arocena y Sutz, 2013). Ello implica que el propósito de expandir las capacidades y las libertades de la gente debe apuntar a la democratización del conocimiento.

Consideraremos un ejemplo de políticas con tal orientación:

Las políticas de innovación pensadas como políticas sociales pertenecen claramente al conjunto de políticas democráticas de conocimiento, particularmente porque se orientan directamente a disminuir ciertos aspectos de la desigualdad y porque deben incluir interactivamente a una diversidad de voces. Si pueden crecer en los intersticios de las tendencias dominantes, podrán contribuir a la emergencia en los países periféricos de economías de alguna manera basadas en el conocimiento y motorizadas por la innovación que no sean necesariamente incompatibles con la democratización del conocimiento (Arocena y Sutz, 2013).

Nos referiremos pues brevemente a estas políticas que buscan impulsar la conformación de SNI socialmente inclusivos.⁴ En el subdesarrollo un obstáculo mayor para ello suele ser que alta desigualdad relativa y escaso conocimiento endógenamente generado se refuerzan mutuamente.

Corresponde destacar el *círculo vicioso de la alta desigualdad y la baja capacidad de innovación*:

⁴ Lo que sigue resume parte de lo expuesto en Arocena y Sutz 2009.

- a. La alta desigualdad dificulta la emergencia de innovación productiva con capacidad para impulsar procesos de desarrollo autosostenidos, pues son relativamente pocos los que disponen de recursos que respalden la demanda comercial de innovación y además –por motivos económicos, políticos e ideológicos– esa demanda comparativamente débil se dirige a proveedores del exterior en grado bastante mayor de lo que sería necesario.
- b. La alta desigualdad no orienta la capacidad de innovación hacia las necesidades de los sectores más desfavorecidos, pues ellas no constituyen una significativa demanda solvente.
- c. La innovación que efectivamente se incorpora a una sociedad altamente desigual suele favorecer a los sectores de mejor situación económica y mayor dotación de capital social y cultural, que son los que tienen –además de recursos monetarios– conocimientos y poder como para marcar las direcciones prioritarias de la innovación.
- d. En tales condiciones, la innovación suele incrementar las asimetrías sociales.

En suma: la alta desigualdad combinada con baja capacidad de innovación ni fortalece la innovación ni la orienta hacia las necesidades de los sectores más postergados, alimentando así esos dos problemas que dificultan el enfrentamiento a la desigualdad.

El eje de una política alternativa consiste en atender a la demanda social de conocimiento avanzado y altas calificaciones. Su punto de partida radica en que esa demanda, si bien tiene escaso “poder de compra”, posee gran relevancia social, pues se relaciona con variados problemas de los sectores postergados, a los que, para su resolución, las capacidades nacionales de investigación e innovación podrían hacer una significativa contribución que, en su transcurso, esas capacidades tenderían a expandirse.

Ejemplos diversos –particularmente en el área de la salud– sugieren que, para contribuir a revertir aquella combinación de alta desigualdad y escaso conocimiento endógenamente generado que afianza el subdesarrollo, ciertos círculos virtuosos pueden irse generando de la siguiente manera:

- a. la búsqueda de inclusión social mediante ciencia, tecnología e innovación fortalece la demanda de ciencia, tecnología e innovación;

- b. esta demanda fortalecida colabora con la consolidación de la innovación a escala nacional;
- c. de esta manera crece la legitimación social de las políticas de oferta en ciencia tecnología e innovación;
- d. como consecuencia, las capacidades nacionales en ciencia, tecnología e innovación se consolidan y expanden de forma sostenida;
- e. así, la disminución de la desigualdad y la ampliación de la generación endógena de conocimientos y de innovación tienden a reforzarse mutuamente.

Si bien aún no es posible demostrar empíricamente los eslabonamientos o círculos virtuosos antes mencionados, sí puede mostrarse que la demanda social encuentra en la investigación y en la innovación local aliadas sólidas que sin ellas, además, los problemas identificados no habrían encontrado solución concreta y operativa. A continuación desarrollaremos brevemente tres ejemplos de la realidad uruguaya (pueden encontrarse muchos otros de índole similar en varios países de la región).

Desarrollo de un software para tratamiento digital de imágenes que permite una detección precisa de focos epilépticos para neurocirugía pediátrica. El equipo de neurocirugía del Hospital de Clínicas de la Universidad de la República es el centro de referencia de salud pública para casos de epilepsia pediátrica refractaria a la medicación y que por tanto requieren cirugía. A este centro acuden niños provenientes de estratos socioeconómicos bajos. La innovación buscada consiste en un software que permita evitar tanto falsos positivos (que producen intervenciones innecesarias) como, aún más grave, falsos negativos (que impiden la intervención por no visualizar correctamente un foco). No se trata de una “innovación bajo el sol”, pues la solución existe en el mercado mundial, pero su costo es inaccesible, entre otros motivos porque se trata de software propietario. La solución local consistió en desarrollar un software de acceso libre realizado por el Departamento de Tratamiento Digital de Imágenes de la Facultad de Ingeniería y financiado por el programa Investigación e Innovación orientadas a la Inclusión Social, con unos cuarenta mil dólares. El resultado fue una notable mejora en la operativa quirúrgica.

Desarrollo de una lámpara de luz azul para el tratamiento de bilirrubinemia aguda neonatal de costo accesible. Estas lámparas existen en el mercado mundial, tanto alógenas como en base a LED (*light emitting diodes*). Las últimas, más eficaces y seguras, son costosas, pues dada la

baja intensidad de cada LED exigen varios centenares para lograr la intensidad adecuada. Por esta razón, el Hospital de Niños tenía una severa carencia de dichas lámparas. Los niños que se atienden en ese hospital y presentan bilirrubinemia aguda neonatal son en su mayoría niños prematuros, en buena parte hijos de madres de escasos recursos. Un físico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República diseñó un dispositivo concentrador de luz que permite obtener la lámpara con diez veces menos LED, que permite una disminución de tamaño particularmente importante para uso en incubadoras, además de obtener una sustantiva reducción del costo. El proyecto fue una iniciativa del investigador luego de conocer el problema; el diseño fue producido por una empresa de electrónica profesional local y funciona en varios hospitales públicos del país. La transferencia de tecnología de la universidad a la empresa fue financiada con fondos internacionales.

Desarrollo de un dispositivo portátil para detección de plomo en sangre. El Uruguay padece de un subdiagnóstico de contaminación con plomo, debido fundamentalmente a que existe un único laboratorio público que realiza el despistaje correspondiente. Este laboratorio se encuentra en Montevideo y utiliza reactivos importados, y estas condiciones hacen que su presupuesto sea muy alto. Los grupos más afectados son niños que viven en áreas contaminadas de todo el país y ciertas categorías de trabajadores. La población en riesgo del interior del país se ve particularmente desprotegida, pues las muestras de sangre suelen llegar en mal estado al laboratorio de la capital. La innovación propuesta para abordar este problema es un dispositivo electroquímico portátil capaz de indicar si el nivel de plomo en sangre está por debajo o por encima del umbral máximo considerado inocuo; si esta última eventualidad ocurre, la persona es derivada al centro de la capital para un análisis más preciso. Dicho dispositivo, por ser portable, permite la descentralización del despistaje y por funcionar con reactivos mucho más baratos permite su masificación. Esta innovación es también el resultado de un proyecto apoyado en el programa Investigación e Innovación orientadas a la Inclusión Social, y a su vez fue declarado de interés por el Ministerio de Salud Pública que auspicia su producción, la central única de trabajadores y el Banco de Seguros del Estado.

Las consideraciones precedentes respaldan la propuesta de impulsar políticas de innovación concebidas como políticas sociales.

Destaquemos que estas políticas no se proponen como sustitutivas sino como complementarias de otras políticas de innovación bien conocidas, por ejemplo, las que respaldan la innovación en las empresas y en

los sectores productivos en general. Lo que sí se afirma es que –debido en buena medida a la alta desigualdad y la débil demanda solvente de conocimientos que caracteriza en gran parte a la periferia– tales políticas ya clásicas no son suficientes para impulsar la innovación ni, mucho menos, para vincularla con las mayores urgencias sociales.

En tal perspectiva, un enfoque propositivo del desarrollo ha de hacerle un lugar a políticas de innovación que sean parte de las políticas sociales, potenciándolas por medio de su asociación directa con la generación y aplicación de conocimiento avanzado. En la medida en que las políticas públicas impulsen la detección y atención de la demanda social de conocimientos que proviene de la problemática de los sectores postergados de la sociedad, podrán afrontar mejor esa problemática y explorar una vía para ampliar la oferta de conocimientos. Esa vía para impulsar la investigación y la innovación puede tener mayor respaldo ciudadano que otras políticas más usuales en la materia. Podría incluso impulsar senderos innovadores que configuren un cierto patrón de especialización ligado a necesidades y posibilidades de cada país, acorde a la diversidad de los procesos de desarrollo en la que se insistió en la primera parte del capítulo.

Priorizar tales políticas de innovación, entendidas como políticas sociales, se justifica también por el enfoque prospectivo que destaca la tendencia al incremento de la desigualdad ligada al conocimiento: justamente, se aspira a afrontar esa tendencia poniendo el conocimiento avanzado al servicio del enfrentamiento a la desigualdad.

Dichas políticas requieren y a la vez fomentan tanto la participación de diversos actores como el fortalecimiento de las conexiones entre ellos, pues deben involucrar a sectores sociales con problemas urgentes, a decisores públicos, a generadores de conocimientos, a potenciales productores de los dispositivos o procesos que se generen para atender asuntos de salud, vivienda, contaminación, rezago productivo, etcétera. Las tareas de articulación entre actores diferentes cobran así la relevancia que hace prever el enfoque teórico-fáctico que esbozamos de la cuestión del desarrollo al incluir como uno de sus principales componentes la teoría de los SNI con su énfasis en el carácter sistémico y socialmente “distribuido” de la innovación.

Finalmente, impulsar la participación de variados actores para generar en conjunto soluciones innovadoras que puedan mejorar la calidad de vida de sectores postergados, de modo que estos se cuenten entre los agentes de tales procesos, ejemplifica el enfoque normativo del desarrollo, con su énfasis en agenciar y expandir capacidades y libertades.

Recapitulación: repensando las relaciones entre desarrollo e innovación

El conocimiento es actualmente una fuente principal de transformaciones –para bien y para mal– que afectan a individuos, sociedades y, también, a nuestro planeta. En el transcurso de la historia no siempre ese fue el caso; desde la antigüedad, múltiples ejemplos muestran que, para evitar el ejercicio de dicho poder, lo nuevo que trastocaba modos consuetudinarios de actuar y hacer fue severamente vigilado y muchas veces prohibido. La situación actual es muy diferente: la innovación trastoca, transforma e impacta en todas partes y en cada vez más áreas. Las maneras en que esto ocurre dependen marcadamente del contexto. En sociedades igualitarias, la innovación puede reforzar la igualdad, impulsada por una orientación normativa que se traduce en direcciones concretas de trabajo que apuntan a revertir desigualdades y a asegurar oportunidades aprovechables por el conjunto de la población. En sociedades desiguales, la concentración de poder marca las prioridades hacia determinados intereses y, sobre todo, la demanda social de innovación no llega a transformarse en demanda efectiva, aún hacia las capacidades endógenas para satisfacerla. Así, la innovación puede reforzar la desigualdad.

Esta es una situación estructural perjudicial para una aproximación al desarrollo que lo conciba como inclusivo y sustentable. Podría llegar a pensarse que hemos llegado a un *impasse*: la innovación es cada vez más relevante, en ausencia de contrapesos eficientes tiende a aumentar su relación con intereses asociados a la estructura vigente de poder, de ello se deriva que un conjunto de problemas de la población más vulnerable siguen sin solución, y esto amplía la brecha entre aquellos cuyas demandas de conocimiento e innovación son atendidas y aquellos cuyas demandas no llegan siquiera a plantearse en esos términos. Si esto fuera así, aún si conocer el lugar del desarrollo, no parecería haber escalera para avanzar hacia una situación sostenible de menor desigualdad, componente necesario de cualquier lugar que merezca la denominación “desarrollo”.

Frente a esto, reformulando la cuestión, podríamos preguntarnos si existe un lugar para la innovación en una visión normativa del desarrollo como la propuesta en este texto y si existen o no escaleras para avanzar hacia ese lugar. Vale la pena reiterar que no se trata de plantear una visión heterodoxa de la innovación para el desarrollo que pretenda sustituir a las prevaecientes, más allá de señalar casos particulares de notorias consecuencias negativas, sea para la igualdad o para la susten-

tabilidad. En cambio, se trata de abrirle camino a aproximaciones heterodoxas que le den fortaleza innovadora a la visión normativa. Así planteado el tema, un lugar de la innovación es la inmensa demanda social que necesita conocimiento e innovación como parte de la solución a sus problemas y la escalera es la política de conocimiento e innovación que se responsabiliza de satisfacer esa demanda. Parafraseando el título de una obra mayor de Norbert Lechner (1984) vale indicar, para la innovación y el desarrollo mirados desde esta óptica, que siempre es conflictiva y nunca se acaba la construcción del lugar deseado.

Bibliografía

- Arocena, R. y Sutz, J. (2002). “Sistemas de Innovación y Países en Desarrollo”, *SUDESCA Research Papers* n. 30, Department of Business Studies, Aalborg University, Denmark.
- (2009). “Sistemas de Innovación e Inclusión Social”, *Pensamiento Iberoamericano* n° 5, pp. 99-120.
- (2013). “Innovación y democratización del conocimiento como contribución al desarrollo inclusivo”. En Dutrénit, G., Sutz, J. (eds.), *Sistemas de Innovación para un Desarrollo Inclusivo*, pp. 19-34. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico y LALICS.
- Chang, J.-H. (2002). *Kicking Away the Ladder: Development Strategy in Historical Perspective*. Londres: Anthem.
- Edquist, C. (ed.) (1997). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. Londres: Pinter.
- (2001). “The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art”. Ponencia presentada en DRUID, Aalborg.
- Edquist, C. y Lundvall, B.-Å. (1993). “Comparing the Danish and Swedish systems of innovation”. En Nelson, R. (ed.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Fajnzylber, F. (1984). *La industrialización trunca de América Latina*. México: Centro Editor.

- Ferguson, N. (2011). *Civilization: The West and the Rest*. Nueva York: The Penguin Press.
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. Londres: Pinter.
- Held, D., Kaya, A. (2007). *Global Inequality. Patterns and Explanations*. Cambridge: Polity Press.
- Hirschman, A. (1984). *De la economía a la política y más allá*. México: Fondo de Cultura Económica.
- (1995). *A Propensity to Self-Subversion*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Johnson, B. y Lundvall, B.-Å. (2000). "Promoting Innovation Systems as a Response to the Globalising Learning Economy". Ponencia presentada en Arranjos e Sistemas Produtivos Locais e as Novas Políticas de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico, Río de Janeiro.
- Landes, D. (1979). *Progreso Tecnológico y Revolución Industrial*. Madrid: Tecnos.
- Lechner, N. (1984). *La conflictiva y nunca acabada construcción del orden deseado*. Santiago: FLACSO-Chile.
- List, F. (1841). *Das Nationale System der Politischen Ökonomie*. Basel: Kyklos [translated and published under the title: *The National System of Political Economy*]. Londres: Longmans, Green and Co.
- Lundvall, B.-Å. (1985). "Product innovation and user-producer interaction". *Industrial Development Research Series*, n° 31.
- (1988). "Innovation as an Interactive Process - from User-Producer Interaction to National Systems of Innovation". En Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, K.; Silverberg, G. y Soete, L. (eds.), *Technology and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- (ed.), 1992. *National System of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- Mokyr, J. (2004). *The gifts of Athena*. Cambridge, Massachusetts: Princeton University Press.
- Nelson, R. (ed.) (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.

- Noland, M. (2007). "South Korea's Experience with International Capital Flows". En Edwards, S. (ed.), *Capital Controls and Capital Flows in Emerging Economies: Policies, Practices and Consequences*, pp. 481-525. University of Chicago Press: <http://www.nber.org/chapters/c0155>.
- Pérez, C. (1986). "Las nuevas tecnologías: Una visión de conjunto". En Ominami, C. (ed.), *La Tercera Revolución Industrial: impactos internacionales del actual viraje tecnológico*, pp. 43-90. Buenos Aires: RIAL, Grupo Editor Latinoamericano.
- PNUD (2011). "Sostenibilidad y equidad: un futuro mejor para todos". En *Informe sobre el Desarrollo Humano 2011*.
- Porter, M. (1990). *La ventaja competitiva de las naciones*. Buenos Aires: Vergara.
- Schumpeter, J. (1995 [1911]). *La teoría del desenvolvimiento económico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Sen, A. (2000). *El desarrollo y libertad*. Barcelona: Planeta.
- Tilly, C. (2005). *Identities, Boundaries, and Social Ties*. Boulder Colorado: Paradigm Publishers.

Capítulo 3

Un modelo apreciativo de coevolución entre ciencia, tecnología e innovación para analizar la dinámica del desarrollo

Gabriela Dutrénit, Martín Puchet y Morris Teubal

Introducción

Algunos de los países recientemente industrializados han logrado un éxito notable en términos de desarrollo económico y social; de hecho, están avanzando en la dirección de integrarse al mundo desarrollado. En contraste, la mayoría de los países de América Latina y África están todavía buscando su propio camino para poder iniciar, según sus distintos grados de avance, una trayectoria exitosa de desarrollo.

Hoy es claro que la estructura de los vínculos en las escalas local, regional, nacional e internacional y la construcción de sistemas nacionales de innovación (SNI), contribuyen al éxito (Edquist, 1997; Freeman, 1987; Kim, 1997; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Niosi, 2000). Más aún, hay un creciente consenso de que existe una relación estrecha entre la innovación y el crecimiento económico; la creación y la diseminación del conocimiento son factores básicos para la innovación, el crecimiento económico sostenible y el bienestar de las naciones. Sin embargo, no se ha llegado a ningún acuerdo con respecto a los procesos que vinculan conocimiento, innovación y crecimiento económico. Desde un punto de vista simplista se argumenta que conocimiento e innovación influyen directamente en el crecimiento económico; esta sería probablemente la visión dominante que proviene de las nuevas teorías del crecimiento.

La mayoría de los procesos de *catching-up* observados en las últimas décadas fueron liderados por una acumulación acelerada de capacidades de innovación, basada más en el aprendizaje a partir de la experiencia

que en aquel obtenido de la ciencia o de las actividades de investigación y desarrollo (I+D) (Hobday, 1995; Kim, 1997; Kim y Lee, 2015). Tanto las condiciones para el *catching-up* como para el crecimiento han cambiado.

En una perspectiva más estructuralista y sistémico-evolutiva, la innovación genera crecimiento económico si desencadena cambios estructurales, que para efectos de esta discusión se identifican con nuevos sectores (o clases de productos ampliamente definidas), mercados, aglomeraciones, grandes empresas multinacionales, y otras formas de lo que se han denominado organizaciones de alto nivel (HLO por sus siglas en inglés: *Higher Level Organisation*), que pueden ser concebidas como estructuras multiagentes (por ejemplo, redes, sistemas regionales o sectoriales de innovación). En el marco de esta óptica, el impacto de la innovación será relativamente débil si no genera la aparición de estas estructuras multiagentes y será más fuerte si lo hace.

La perspectiva estructuralista/evolutiva del crecimiento económico se remonta a Schumpeter (1934, 1939) y Kuznets (1971; 1973), y más recientemente a muchos otros autores (Saviotti y Pyka 2004, entre otros). Esta perspectiva no ha considerado plenamente los posibles procesos coevolutivos que están detrás del vínculo entre el cambio estructural y el crecimiento económico. Sin embargo, los análisis de varios tipos de procesos coevolutivos se han convertido gradualmente en temas centrales dentro de la investigación que sigue una perspectiva evolucionista más específica (Nelson 1994, 2007; Saviotti 1996, 1997; Murmann 2002, 2003; Breznitz 2007a, 2007b).

En la economía del desarrollo existen enfoques que analizan el cambio estructural entre etapas como saltos o tránsitos discontinuos que suponen tanto desequilibrios entre sectores o zonas de las economías como modificaciones institucionales (por ejemplo, Gerschenkron, 1962; Rosenstein Rodan, 1943). A la vez, también se analizan trayectorias que están atrapadas en situaciones de reforzamiento de sus propias tendencias mediante mecanismos de causación acumulativa (Myrdal, 1957) o que convergen hacia situaciones de lento crecimiento (Kaldor, 1966; Nelson, 1956) en lugar de hacerlo hacia un crecimiento equilibrado. Las dinámicas de ciclos permanentes o autosostenidos (Goodwin, 1951; Kaldor, 1940; Kalecki, 1933, 1935) también muestran que el tránsito, desde oscilaciones recurrentes hacia trayectorias de crecimiento sostenido, requiere la acumulación de capacidades de producción y cambios institucionales.

Estas contribuciones de los pioneros de las teorías del desarrollo y de los ciclos de crecimiento ponen su foco en la evolución del ingreso y

la inversión de los países. La innovación, como determinante endógeno del crecimiento sostenido o del desarrollo, tenía una limitada presencia en esos modelos. Hoy es posible colocar a la innovación como el proceso poderoso que puede producir, como lo propusieron aquellas teorías, cambio estructural para evitar o salir de trampas de bajo crecimiento, de ciclos de crecimiento recurrente o de una causación acumulativa que conduzca a la reproducción de condiciones de lento crecimiento.

La bibliografía schumpeteriana sobre coevolución aún carece de un marco analítico robusto para incorporar tales procesos dentro de un enfoque evolutivo más amplio, y menos aún, uno que vincule la innovación con el desarrollo económico (Fagerberg *et al.*, 1999; Sotarauta y Srinivas, 2006; Fagerberg y Verspagen, 2007). Cada vez es más claro que la coevolución y la emergencia no deben ser ignoradas en el análisis de la innovación y de sus efectos sobre el crecimiento.

Este trabajo se inscribe, en general, dentro de la perspectiva estructuralista y sistémico-evolutiva y se enfoca en los procesos coevolutivos y emergentes asociados al cambio estructural y al crecimiento. Desde un punto de vista más específico, el análisis parte de la teoría del ciclo de vida industrial (Abernathy y Utterback, 1978; Klepper, 1996, entre otros). También se pretende tender un puente con la literatura clásica de economía del desarrollo.

Algunos trabajos previos (Avnimelech y Teubal, 2006, 2008) sugieren la importancia de caracterizar una fase previa, preemergente, en el marco conceptual del ciclo de vida de la industria, donde la transición a la emergencia puede o no suceder. La fase preemergente se caracteriza por invenciones/innovaciones que contribuyen, junto con el aprendizaje colectivo e interactivo, a definir tanto una nueva clase de producto como una configuración de producto estándar (o una plataforma). Esta es la dimensión cualitativa que yace en la raíz de nuevos sectores o industrias, y constituye una condición necesaria pero no suficiente para la emergencia. Pero el mayor impacto de la innovación en el crecimiento económico y el desarrollo depende de que se produzca una transición exitosa a la fase emergente, en la que se genere tanto el “escalamiento” de la invención/innovación como la dimensión cualitativa crucial del cambio estructural.

En contraste con la mayoría de los autores de la teoría del ciclo de vida de la industria, esta transición ni está garantizada ni es automática. Desde un enfoque de procesos coevolutivos debe haber una masa crítica para generar esa dinámica endógena. Sin embargo, nuestra presunción

es que existen muchas situaciones socialmente rentables lideradas por procesos de invención/innovación que no conducen ni a nuevas industrias/HLO ni al escalamiento cuantitativo, ni a la importante repercusión de ambos procesos asociados. Esta observación sugiere que las políticas de gobierno pueden jugar un papel importante para sobrellevar esta situación (Antonelli y Teubal 2009; Avnimelech y Teubal, 2009).

El propósito del presente trabajo es discutir las bases de la construcción de un modelo de coevolución entre ciencia, tecnología, educación superior con la innovación basado en la estilización de evidencia empírica recogida de estudios de caso de países que se encuentran en diferentes etapas de desarrollo (Israel y México). Los procesos coevolutivos considerados involucran capacidades y resultados de las actividades de ciencia, tecnología y educación superior (STE, por sus siglas en inglés) y de innovación (i) que incluyen creación de capacidades en las empresas.

Desde un punto de vista metodológico se parte del concepto de teoría apreciativa (Malerba *et al.*, 1999; Nelson, 2007; Nelson y Winter, 1982), que considera a los hechos estilizados de una realidad histórica concreta como los elementos básicos para construir explicaciones formales. Esta perspectiva argumenta que la investigación sobre un problema bien planteado requiere el análisis de un sistema económico y social, con diferentes coberturas y escalas según los casos, cuyas principales características se conciben de la manera que se detalla a continuación.

Los agentes del sistema son heterogéneos, actúan según una racionalidad limitada y están sometidos a condiciones de incertidumbre y dependencia de condiciones históricas que no son reversibles (*path-dependency*). Las interacciones e intercambios entre esos agentes se caracterizan por relaciones no lineales, permiten dinámicas estocásticas y generan procesos de autoorganización y emergencia que conducen a diversas formas de coevolución. En la misma medida en que esos sistemas son abiertos, sus rasgos y atributos están condicionados por el entorno. En consecuencia, comprender sus evoluciones hace necesario conocer e interpretar sus historias con la finalidad de identificar –como se planteará más adelante– los procesos causales y los mecanismos de replicación que generan y orientan sus trayectorias.

Este trabajo está organizado de la siguiente manera: a continuación de esta introducción, la siguiente sección describe los conceptos y relaciones de los procesos coevolutivos de ciencia, tecnología y educación superior con la innovación. La segunda sección construye un modelo apreciativo de la coevolución entre STE e I. La tercera sección presenta

evidencia empírica sobre procesos coevolutivos relativos a esas poblaciones para los casos de Israel y México, y la última sección reflexiona sobre la construcción de modelos apreciativos, a partir de cómo se construyó el modelo específico y se estilizó la evidencia.

Una introducción a los procesos coevolutivos en las áreas de ciencia, tecnología e innovación

Hay una creciente literatura que aplica conceptos coevolutivos al estudio de los sistemas socioeconómicos, aunque se han reconocido una serie de retos para la transferencia de conceptos e ideas evolutivas de lo biológico a los ámbitos sociales (Levinthal y Myatt, 1994; Lewin y Volberda, 1999; Mckelvey *et al.*, 1999; Nelson, 1995; Norgaard, 1984, 1994; Van den Bergh y Gowdy, 2003). En relación con la ciencia, la tecnología y la innovación, Nelson (1994) analiza la coevolución entre la tecnología, la industria y las instituciones; Murray (2002), entre las industrias y las instituciones nacionales; Murmann (2003), entre industrias y disciplinas académicas; Metcalfe, James y Mina (2005) entre el conocimiento clínico y las capacidades tecnológicas; Nygaard (2008), entre la tecnología, el mercado y las instituciones; y Breznitz (Breznitz, 2007a), entre la política tecnológica, la industria y el Estado. Fagerberg, Mowery y Verspagen (2008) analizan el caso del sistema nacional de innovación (SNI) de Noruega con una perspectiva coevolutiva. Sotarauta y Srinivas (2006) relacionan las políticas públicas con el desarrollo económico de las regiones tecnológicamente innovativas y destacan que la autoorganización es una característica emergente de desarrollo.¹

El enfoque evolutivo estándar se basa en una concatenación de tres procesos causales generales (variación, selección y retención) introducidos por el modelo de cambio de Campbell (1969).² La variación es la introducción de nuevas entidades, que puede ser intencional, y de esta forma impulsada por la generación de una alternativa y solución a un problema, o ciega, y así impulsada por las presiones de selección del ambiente. El

¹ Recientemente se comenzaron a explorar puntos de convergencia entre los enfoques evolutivos y la literatura sobre sistemas complejos (Foster, 2005; Potts, 2000; Holland, 1998; Metcalfe, 2010; Antonelli, 2011; Robert y Yoguel, 2013; Foster y Pyka, 2014; Yoguel *et al.*, 2014).

² Algunos autores reconocen la disputa por recursos escasos como un cuarto proceso en el caso de la evolución social y económica (por ejemplo, Sotarauta y Srinivas 2006; Aldrich, 2001), que puede generar nuevas variedades.

proceso de selección ocurre en un entorno específico, que incluye tanto al mercado como a un conjunto de factores ajenos al mercado (especialmente instituciones). Este proceso puede ser originado de dos maneras: en primer lugar, hay fuerzas que conducen a una selección diferenciada, y, en segundo, puede ser una eliminación selectiva de ciertos tipos de variaciones. El enfoque evolutivo destaca la adaptación al ambiente de selección; y, como la mayoría de los estudios ecológicos, tiende a ignorar las estrategias e intenciones de los actores o de los colectivos de actores. El proceso de retención involucra los mecanismos para preservar, duplicar o reproducir variedades seleccionadas, por lo que las actividades seleccionadas se repiten en futuras ocasiones o las actividades seleccionadas reaparecen en el futuro. A partir de los aportes de Nelson y Winter (1982) y de Zollo y Winter (2002), la replicación es vista también como un concepto importante en los modelos evolutivos; se refiere al proceso en el que nuevas variedades seleccionadas se replican en otro lugar, en otra organización o en otra ubicación. Estos procesos causales pueden conducir a la emergencia de una organización de alto nivel que alimenta el proceso de coevolución, o cuyos procesos incorporan la coevolución entre las variables seleccionadas.

La variación, selección y retención son procesos causales que pueden explicar cómo se producen los resultados de un conjunto dado de condiciones, que incluye recursos, incentivos y otras condiciones marco. Características muy específicas del entorno, con frecuencia, influyen en la trayectoria de una población. Puesto que los entornos son diferentes, el mismo proceso causal puede producir resultados muy diferentes. Por lo general, si estos procesos son ciegos, el medio ambiente juega un papel en la evolución de las poblaciones. Sin embargo, desde la óptica de un sistema complejo, las acciones de los agentes humanos en las poblaciones en evolución no solo se adaptan, hasta cierto punto dan forma a su propio entorno de selección.

De forma sencilla, la coevolución, entendida como la evolución de diferentes poblaciones que tengan un nexo causal, se limitaba inicialmente a dos poblaciones; según esto, una explicación coevolutiva requiere dos condiciones: 1) dos poblaciones analíticamente separables, cada una de las cuales experimenta procesos de variación, selección y retención, y 2) los vínculos entre ambas evoluciones, en otras palabras, la evolución de una población influye en el camino evolutivo de la otra. Los autores han avanzado hacia analizar la coevolución entre varias poblaciones, diversos niveles dentro de una población, y en términos de las poblaciones y sus entornos.

Un proceso de coevolución podría ser beneficioso o arriesgado para las poblaciones involucradas; esto depende de la relación causal particular que vincula a las partes. Ecologistas biológicos han analizado la relación entre las diferentes poblaciones y han identificado seis posibles tipos de interacciones entre dos poblaciones o procesos: competencia, depredación, neutralismo, mutualismo, comensalismo y amensalismo (Murmann, 2002).

¿El modelo de variación, selección y retención posee un poder explicativo sobre la evolución de las poblaciones de STE y I? ¿Cómo son introducidas las nuevas variedades en estas áreas? ¿Cómo son generadas las presiones de selección que eliminan algunas variantes? Finalmente, ¿cómo son retenidas a lo largo del tiempo las variedades seleccionadas para servir como materia prima para un nuevo conjunto de variedades?

De acuerdo con Dutrénit *et al.* (2008), definimos la STE y la I como dos actividades que transforman las capacidades en productos, así, las poblaciones de agentes pueden ser definidas en términos de capacidades³ y productos.⁴ La población de capacidades para STE está conformada por investigadores y la de innovación por ingenieros y técnicos, incluyendo doctores en ciencia e ingeniería, involucrados en actividades de innovación. Los productos de estas poblaciones incluyen los recursos humanos (de licenciatura y posgrado), el conocimiento específico y nuevas capacidades para STE, así como nuevos productos, procesos y patentes para innovación. El presente trabajo se enfoca en las poblaciones de capacidades de STE e I a un nivel individual (ver tabla 1).

³ Se requiere hacer una distinción entre la capacidad vista como competencias o habilidades (*capabilities* en inglés) y la capacidad de producción (*capacity* en inglés). En este trabajo usamos el término capacidad para referirnos a los aspectos cualitativos de las poblaciones de STE e I, y dejamos el concepto de capacidad de producción para referirnos a la dimensión cuantitativa.

⁴ Se identifican dos niveles de análisis de las poblaciones: el nivel de agente individual (utilizado en este trabajo) y el nivel organizacional. En el nivel organizacional, la población de STE está compuesta por centros de investigación y universidades, mientras que la población de innovación, por empresas innovativas. A medida que los sistemas maduran, el monitoreo en el nivel organizacional se vuelve relativamente más importante que en el nivel individual. Pero cuando las estructuras institucionales son todavía inmaduras, como es el caso de los países en desarrollo, es más relevante enfocarse en el nivel individual.

Tabla 1. Las poblaciones de STE e I a nivel individual

Actividades	Capacidades*	Productos
STE	Investigadores	Ideas que son expresadas en artículos, patentes, reportes, egresados en áreas STEM**, etcétera.
Innovación	Ingenieros y técnicos (incluyendo doctores en ciencias e ingeniería) involucrados en actividades de innovación.	Productos, procesos, servicios e innovaciones organizacionales, marcas, patentes, etcétera.

* Para medir la población de STE, algunos indicadores podrían ser: tamaño, tipo de capacidades (por ejemplo, investigación motivada por la curiosidad versus investigación orientada a problemas, categorías de investigadores, disciplinas) y patrones de comportamiento (producción de artículos en vez de libros, interacción academia-industria, etcétera). Algunos indicadores para la población de innovación podrían ser: tamaño, tipo de capacidades, porcentaje de la I+D total generada por el sector productivo y patrones de comportamiento (por ejemplo, grado de innovación, interacciones academia-industria, acceso a fondos públicos para la innovación, contratación de académicos).

** STEM (por sus siglas en inglés) se refiere a ciencias, tecnología, ingeniería y matemática. Fuente: elaboración propia.

Los procesos que llevan a nuevas variedades en la población de investigadores incluyen aquellos que están detrás de un incremento en el número de recursos humanos de STE, la creación de posiciones para nuevos investigadores en campos existentes y emergentes, los cambios en los incentivos para estimular a los investigadores a entrar a campos emergentes y la creación de nuevos equipos de investigación en campos existentes y emergentes. El proceso de selección resulta de la aplicación de propuestas de investigación en convocatorias de fondos competitivos de investigación y de la publicación de artículos en revistas indexadas, entre otros. Las condiciones del entorno, el criterio para evaluar y las normas sociales existentes en relación con la STE y la I determinan lo que es socialmente aceptado. Esto afecta las relaciones entre los comités de evaluación de la STE, por un lado, y la comunidad académica, por el otro, estableciendo así el proceso de selección. El proceso de retención es afectado por la existencia de una posición permanente con un ingreso competitivo, la disponibilidad de recursos para la investigación, el prestigio de las universidades o centros de investigación donde trabajan, las condiciones del entorno, y las normas sociales particulares que lo afectan.

Con relación a la población de ingenieros y técnicos involucrados en la innovación empresarial se observa un proceso paralelo. Los salarios y

la estabilidad en el trabajo, los estímulos para desarrollar actividades de innovación (por ejemplo, carreras administrativas y de investigadores, y cultura de innovación de las empresas) y el prestigio de la organización constituyen los mecanismos de retención en la población de ingenieros y técnicos, que también son afectados por las condiciones del entorno y las normas sociales particulares que prevalecen en ese momento.

El ambiente para los procesos de variación en ambas poblaciones está conformado por el sistema educativo, el mercado laboral nacional e internacional, las trayectorias científicas y tecnológicas, la posición competitiva de la industria nacional y la política nacional de becas de posgrado, entre otros. El ambiente para los procesos de selección y retención se asocia con la organización de la investigación, el presupuesto para la STE, la mezcla de políticas de innovación, el sector financiero, la estructura de mercado de las empresas que contratan, el mercado de trabajo, el marco regulatorio, la existencia de empresas innovativas y su cultura de la innovación. Los procesos de variación, selección y retención también se ven influidos por las economías de escala y las externalidades, los procesos de aprendizaje y por la cultura macro.

En relación con los mecanismos causales bidireccionales, Murmann (2002) analiza cuatro tipos de mecanismos que pueden vincular la trayectoria evolutiva de STE y de I, y podrían estar en la base de la coevolución de ambas poblaciones: a) competencia: cada población inhibe a la otra; b) depredador/huésped: una de las poblaciones explota a la otra población; c) neutralismo: ninguna de las poblaciones afecta a la otra (así puede existir una evolución de cada población pero no una coevolución de ambas); d) cooperación: la interacción es favorable para ambas poblaciones (llamado mutualismo en la literatura). En el caso de la cooperación, hay cuatro mecanismos causales significativos que pueden vincular la trayectoria evolutiva de STE y de I: 1) la movilidad de los recursos humanos (estudiantes de doctorado, técnicos e investigadores); 2) el entrenamiento de recursos humanos; 3) el intercambio de conocimiento a través de medios formales (contratos, seminarios, estadías) y las redes informales; y 4) el cabildeo por cada uno a favor del otro. Estos mecanismos causales traen consigo coevolución, ya que afectan los procesos de variación, selección y retención que transforman la STE, así como aquellos que transforman la I.⁵

⁵ Ver Murmann (2002) para el caso de la coevolución de industrias e instituciones nacionales, y Murmann (2003) para el caso de industrias y disciplinas académicas.

El comportamiento de las poblaciones que coevolucionan está gobernado por un conjunto de normas que han internalizado a lo largo del tiempo, y está influenciado por restricciones asociadas con estas normas. Es importante diferenciar entre aquellas normas que emanan de las instituciones informales asociadas con rutinas, hábitos, códigos y modos de comportamiento de los agentes, y las instituciones formales que emanan de constituciones, leyes o regulaciones y forman las reglas del juego. Tanto las normas como las reglas del juego condicionan los procesos de variación, selección y retención.⁶

El proceso de variación, en términos de la diversidad de comportamientos y racionalidades, está condicionado institucionalmente. Por ejemplo, si en la población de investigadores se ha introducido la norma de “publicar o perecer”, y al mismo tiempo esta se vio reforzada por los incentivos derivados de normas específicas, es difícil que emerjan otros comportamientos asociados con la toma de riesgos para explorar nuevas formas de producción de conocimientos. En la misma línea, si se ha introducido en la población de ingenieros y técnicos la idea de que las innovaciones incrementales de bajo costo son fundamentales para alcanzar altos beneficios, es difícil generar comportamientos asociados con la evaluación de riesgos de la aparición de competidores con mayores capacidades de innovación, o con la emergencia de organizaciones de alto nivel (HLO) sobre la base de estos comportamientos diferentes.

Los procesos de selección y retención de ciertos tipos de agentes dentro de las poblaciones también están muy determinados por las instituciones. Actúan como filtros para la expansión de ciertos agentes en relación con los demás. Por ejemplo, las becas de posgrado en el caso de la población de investigadores y fondos públicos para I+D en la población de ingenieros y técnicos son algunas de las bases para el proceso de selección, que suelen ser más exigentes y tienen más capacidad que la selección natural para distinguir entre los diferentes competidores.

Las instituciones ubicadas en la interfase entre las universidades y las empresas son las principales generadoras de normas para favorecer mecanismos bidireccionales entre ambas poblaciones. Algunas de las principales características de estas instituciones intermediarias que explican esta función son: 1) se crean mediante acuerdos entre productores y usuarios del conocimiento, por ejemplo, entre los grupos de in-

⁶ Dutrénit y Puchet (2015) discuten la relación entre instituciones, normas y reglas del juego en el sector de ciencia, tecnología e innovación.

investigación académica y los grupos de ingenieros y técnicos; 2) definen claramente el papel que desempeñan los distintos agentes en la creación de conocimiento –productores y usuarios–, estos agentes también fijan las reglas de operación; y 3) establecen normas específicas en relación con la participación que puede jugar el personal de los productores y los usuarios (Puchet Anyul, 2008).

El análisis del papel de las instituciones sugiere que, en cierto sentido, se podría hablar de una población de instituciones. Otra unidad de población que coevoluciona son las políticas de STE y de I.⁷

Los procesos de coevolución y de emergencia se pueden vincular para explicar los senderos de desarrollo. La emergencia se refiere al comportamiento de un sistema o a la estructura que emerge de la interacción entre muchos agentes individuales, que ocurre en forma aleatoria en vez de ser planeada o controlada (Kauffman 1995; Holland 1998). En algunos casos, el sistema tiene que llegar a un umbral combinado de diversidad, organización y conectividad antes de que aparezca el comportamiento emergente; en otras palabras, se necesitan masas críticas.

Este acercamiento a la coevolución de STE e I toma en cuenta las condiciones iniciales basadas en la dotación de capacidades (ya sea que constituyan o no una masa crítica para generar dinámicas) y el marco institucional. Pero para transitar de una situación sin procesos coevolutivos hacia otra en la que los procesos son generados de manera endógena y generalizados se puede requerir de un cambio institucional. En particular, se requiere de la emergencia y consolidación de las instituciones que favorecen los procesos de variación, selección y retención y los mecanismos bidireccionales. También se pueden requerir factores exógenos para desencadenar nuevos procesos coevolutivos.

Este documento se basa en la idea de que la coevolución de STE e I es relevante para acelerar la trayectoria de desarrollo, y que esta coevolución está relacionada con procesos de emergencia de HLO. Esta última afirmación está basada en el argumento de que la emergencia requiere innovación y la innovación requiere STE.

Sobre la base de este enfoque de procesos coevolutivos de STE e I, la siguiente sección discute los fundamentos de la construcción de un modelo de coevolución entre STE e I basado en la estilización de evidencia

⁷ Corona *et al.* (2014) discuten la coevolución de políticas, el SNI y el entorno institucional. Sotarauta y Srinivas (2006) analizan la coevolución entre políticas públicas y desarrollo económico.

empírica. Los procesos coevolutivos considerados involucran capacidades y resultados de STE e I, y caracterizan a los componentes endógenos y exógenos. Se presta especial atención a las condiciones para que existan efectos de empuje y de tironeo, es decir, una coevolución virtuosa entre STE e I.

Un modelo apreciativo de la coevolución entre STE e I

El siguiente modelo describe y comprende los hechos estilizados relativos a las poblaciones de STE e I bajo el enfoque coevolutivo reseñado.⁸ Este es un modelo interpretativo, inducido por evidencia empírica y concebido desde la perspectiva coevolutiva, no pretende especificar un modelo teórico para ser validado estadísticamente.

La parte fundamental del modelo se compone de las relaciones entre oferta y demanda de STE e I. Las formas variación, selección y retención presentes en las poblaciones de STE, por un lado, y de I, por el otro, subyacen a los procesos respectivos de ofrecer y demandar, así como a los vínculos bidireccionales entre ellos. El modelo ilustra las trayectorias de las poblaciones a través de distintas etapas, reflejando sus cambios cuantitativos y cualitativos.⁹

La oferta de graduados en ciencia y tecnología (STE_t) que genera el sistema educativo en el período t responde a las siguientes demandas:

1. La demanda de corto plazo generada por la innovación (I_t) mediante la función: $STE_t^d(I_t; \alpha_{STE}, S_{STE(t)}, GV_{STE})$ esta demanda está condicionada por factores exógenos respecto de las relaciones entre STE e I; estos factores son: las capacidades iniciales del sistema, α_{STE} , los subsidios para la formación de graduados, $S_{STE(t)}$, y el grado de gobernanza del sistema de STE, GV_{STE} ; esa demanda actúa como un proceso de tironeo de la oferta (*pull process*).
2. La demanda de largo plazo generada por las decisiones estratégicas de creación de capacidades de STE; estas capacidades comprenden la creación de acervos de recursos físicos (K), humanos (R) y orga-

⁸ Una versión previa y más detallada de este modelo se presenta en Dutrénit y Teubal (2011).

⁹ Para otro enfoque sobre la incorporación de las dimensiones cuantitativa y cualitativa en el análisis de los cambios estructurales ver Cimoli, Porcile y Rovira (2010).

nizacionales (PT^3C),¹⁰ y para su creación dependen, en gran medida, de los subsidios que se otorguen para esos fines ($S_{STE(t)}$).

La demanda de innovaciones en el período t (I_t),¹¹ formada por productos de distintos tipos responde a las siguientes ofertas:

1. La oferta de graduados que, en el corto plazo, se incorporan a las empresas innovativas mediante la función de oferta: $I_t^d(STE_t; \alpha_t, S_{I(t)}, GV_t)$; esta oferta está condicionada por factores exógenos: capacidades iniciales (α_t), subsidios a la innovación ($S_{I(t)}$), grado de gobernanza del sistema de innovación (GV_t); esa oferta es quien empuja a la demanda de innovaciones (*push process*).
2. La oferta de largo plazo generada por las decisiones estratégicas de creación de capacidades de innovación que dependen del capital de riesgo (VC) y del número de empresas innovativas (N); ambos dependen a su vez de los subsidios para esos fines ($S_{I(t)}$).

STE_t e I_t son las variables dependientes del modelo en tanto que las demás son independientes.

La tabla 2 precisa definiciones y tipos de variables y la tabla 3 muestra las principales relaciones entre las variables dependientes e independientes. A su vez, distingue entre los componentes endógenos y exógenos que explicitaremos más adelante.

¹⁰ PT^3C representa centros que demandan graduados para darles ocupación y capacitarlos mientras la industria no los requiere.

¹¹ Nuestra definición de innovación es amplia; está relacionada con la novedad en una economía más bien que en el mundo, es un concepto que incluye mucha de la imitación de los países en proceso de industrialización y, en general, en los países en desarrollo (Kim, 1997).

Tabla 2. Definición de variables

Variable	Definición	Tipo de variable
STE	Índice compuesto de graduados y posgraduados.	Flujo
I	Organizaciones innovativas representadas mediante el monto de ventas asociado a nuevos productos.	Flujo
α_j <small>$j=STE, I$</small>	Nivel de capacidad unitaria inicial en el sentido de que es el que prevalece antes de cualquier proceso de desarrollo de capacidades.	Capacidad inicial
S_i <small>$i=STE, I$</small>	<p>Subsidios operativos con efectos sobre el componente endógeno <i>push/pull</i> ($S_{STE(i)}$ y $S_{I(i)}$) y que actúan sobre el componente exógeno ($S_{STE(i)}$ y $S_{I(i)}$) y que son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los que incentivan el componente endógeno mediante el mejoramiento de la reactividad entre los factores que jalan (<i>pull</i>) y aquellos que empujan (<i>push</i>). • Los que operan directamente mediante incentivos al componente exógeno: <p>$S_{STE(i)}$ incluye subsidios a la enseñanza, el aprendizaje y la investigación para desarrollar y consolidar acervos instalados de habilidades incorporadas (R,K); para apoyar estudiantes en el extranjero y esfuerzos para radicar potenciales inmigrantes con alto grado de capacitación, y para reintegrar e instalar estudiantes, graduados y personal calificado inmigrante en PT³C antes de que se empleen en el sector empresarial.</p> <p>$S_{I(i)}$ incluye subsidios a las empresas que emprendan actividades de innovación.</p> <p>La efectividad de ambos tipos de subsidios depende de los recursos y capacidades, incluyendo la red existente de PT³C (para $S_{STE(i)}$) y de las organizaciones de capital de riesgo (VC) (para $S_{I(i)}$).</p>	Gasto/flujo

GV_i <small>$i=STE, I$</small>	Cambios en la gobernanza de las organizaciones en las que están las poblaciones de STE y de I.	
K	Nivel de los recursos de capital físico que comprende la infraestructura de las organizaciones en las que radica la población de STE (edificios, equipamientos para la enseñanza, equipos y dispositivos para la investigación, etcétera).	Capacidad/ acervo
R	Número de profesores-investigadores en la población de STE (probablemente ponderados por distintos tipos de capacidades).	Capacidad/ acervo
PT ³ C	Infraestructuras tecnológicas de apoyo al personal que compone la población de STE (programas de acogida para recursos humanos altamente calificados, centros de entrenamiento y transferencia de tecnología que realizan funciones de entrenamiento y mantenimiento de los recursos mientras el mercado no los demanda, y programas de absorción de tecnología, financiados con fondos públicos), localizados en centros públicos de investigación, instituciones de educación superior u organizaciones privadas.	Capacidad/ acervo
VC	Infraestructuras financieras internas que prestan servicios de capital de riesgo.	Capacidad/ acervo
N	Número de organizaciones innovativas en el sector empresarial (o una relación entre estas y el personal calificado en I+D o un índice de I – capacidades).	Capacidad/ acervo

Tabla 3. Variables y sus principales relaciones

Variables	Componentes		Restricciones de capacidades
	Endógenos	Exógenos	
Dependientes STE	Proceso de tironeo (pull process): $STE_t^d(I_t, \alpha_{STE}, S_{STE(t)}, GV_{STE})$ STE_t^d : demanda de corto plazo I_t : oferta en t	$STE_T^d(R, K, PT^3 C; S_{STE(T)})$ STE_T^d : demanda de largo plazo	$STE^*(R, K, PT^3 C) < STE_T^d$ STE^* : masa crítica de la población de STE
	Proceso de empuje (push process): $I_t^d(STE_t; \alpha_t, S_{(t)}, GV_t)$ I_t^d : demanda de corto plazo STE_t : oferta en t	$I_t^d(N, VC; S_{(T)})$ I_t^d : demanda de largo plazo	$I^*(N, VC) < I_t^d$ I^* : masa crítica de la población de I
Independientes	$\alpha_{STE}, S_{STE(t)}, GV_{STE}, \alpha_t, S_{(t)}, GV_t$	$R, K, PT^3 C; S_{STE(T)}$ $N, VC; S_{(T)}$	

Para comprender su lógica interna, es necesario hacer algunas consideraciones sobre el modelo. Las relaciones planteadas no son ecuaciones convencionales de oferta y demanda por lo menos en dos sentidos: 1) sus pendientes serán en algunos tramos positivas y en otros negativas, según como fueran los respectivos rendimientos a escala de una variable dependiente sobre la otra, de *STE* sobre *I* o viceversa, y 2) determinan cantidades de ambos flujos en lugar de precios, y los ajustes se hacen solamente mediante movimientos de ambas cantidades.

Estas relaciones suponen intercambios que se producen en los mercados, pero también en otros circuitos en los que interactúan organizaciones de alto nivel (HLO), instituciones de educación superior (IES), centros de investigación (CI), PT³C, N y otras organizaciones con la finalidad de transferir señales de oferta y demanda. Esos espacios pueden estar configurados por instituciones de intermediación entre organizaciones y estar definidos mediante contratos o convenios explícitos o por acuerdos informales.

El modelo planteado describe la relación entre poblaciones de graduados y posgraduados que son candidatos a convertirse en investigadores contratados por empresas u otras organizaciones que generan innovaciones. Al mismo tiempo, el modelo muestra procesos de tironeo (*pull*) o de empuje (*push*) junto con insumos (*inputs*) que entran como capacidades o como otras variables condicionantes que se transforman en resultados (*outputs*) de oferta o demanda.

Tanto los cambios en las poblaciones como los procesos que los determinan están sustentados en organizaciones de diversos tipos (HLO, IES, CI, PT³C, N). Poblaciones, procesos y organizaciones son generadores y portadores de conocimientos que circulan por los componentes del modelo. Las interacciones representadas en el núcleo del modelo demuestran el comportamiento de las poblaciones, los procesos vinculantes y las organizaciones que los sustentan. Estas interacciones están, a su vez, condicionadas por instituciones de carácter formal o informal que se expresan mediante reglas, normas, rutinas, códigos de conducta, políticas que conforman un entorno que afecta a todos los participantes.

Es complicado aclarar hasta dónde la emergencia de organizaciones o la aparición de nuevas áreas o maneras de actuación en organizaciones son causadas por las actividades de *STE* o de *I* y hasta dónde esas mismas organizaciones causan y sostienen dichas actividades. Por ello, en los componentes del modelo no está explicitada la influencia y deter-

minación de las organizaciones, como tampoco las consecuencias, por ejemplo, de la I en la emergencia de las HLO.

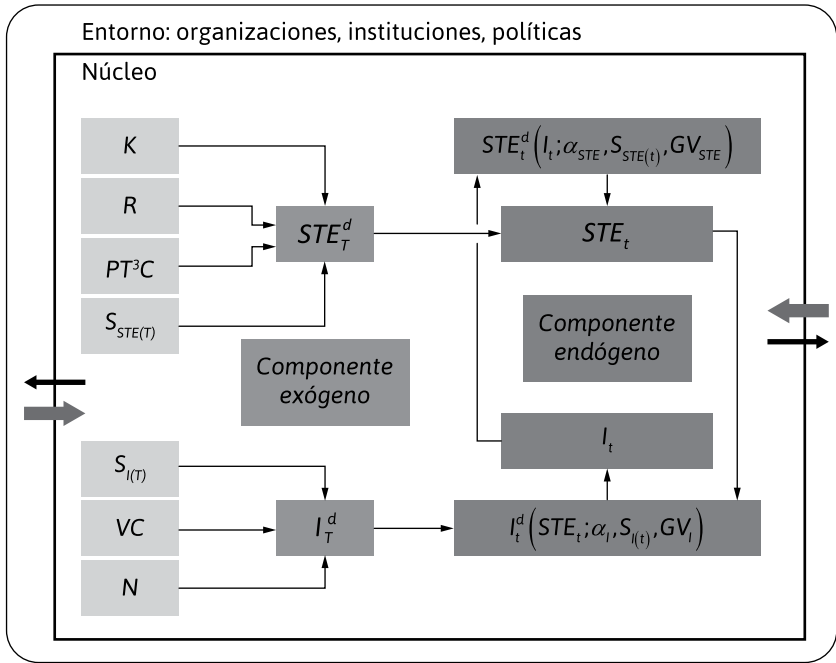
El modelo establece que el componente endógeno que da cuenta, de manera crucial, de la coevolución cambia por la acción de algunos parámetros. Los parámetros cuyas variaciones afectan a dicho componente son los siguientes:

1. Las condiciones iniciales en que se encuentran las capacidades de STE e I : α_j ($j=STE, I$).
2. Los subsidios y la gobernanza s_i y GV_i ($i=STE, I$), que aparecen como condicionantes de los procesos de tironeo (*pull*) y empuje (*push*) en dicho componente, y las capacidades que determinan el componente exógeno: K, R, PT^3C, VC y N .
3. Las relaciones establecidas en el componente endógeno entre STE e I , cuyas formas dependen de aspectos organizacionales e institucionales, incentivos y políticas.

En el modelo, la manera de alcanzar masas críticas (STE^* e I^*) que condicionen fuertemente ambos flujos de STE e I , pasa por la posibilidad de acumular graduados en los PT^3C y de disponer de VC y, a partir de esos niveles, de constituir esas masas críticas que disparan la coevolución.

La figura 1 es un diagrama del modelo. Este incluye los componentes endógenos y exógenos, un núcleo y un entorno del modelo.

Figura 1. Diagrama del modelo

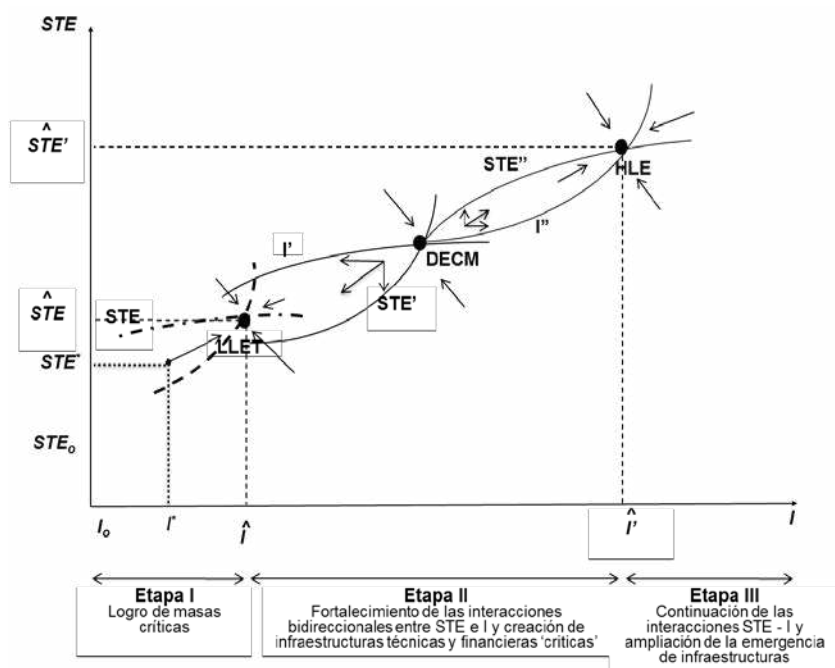


Fuente: Basado en Dutrénit, Puchet y Teubal (2011).

El componente endógeno –a la derecha de la figura 1– describe las relaciones entre las poblaciones de STE e I . Muestra los procesos de tironeo (*pull*) o de empuje (*push*) con insumos que entran como capacidades o como otras variables independientes que se convierten en resultados de oferta o de demanda. En el diagrama, las direcciones de los cambios entre las variables dependientes están representadas con flechas.

Además, es posible ver diferentes trayectorias de las poblaciones de STE y de I , iniciando por los procesos observados que han sido abstraídos en el modelo. Estas trayectorias dependen de los cambios en las relaciones entre STE e I , generados cuando el sistema se mueve de una etapa a otra. Mediante un diagrama de fase, la figura 2 muestra una versión del componente endógeno con mayor grado de formalización. Los procesos de tironeo (*pull*) y empuje (*push*) observan rendimientos decrecientes con la escala o por el contrario rendimientos crecientes con la escala. En el primer caso de I_t sobre STE_t y en el segundo caso, de manera inversa, de STE_t sobre I_t .

Figura 2. Gráfica de las etapas de evolución



Fuente: Basado en Dutrénit y Teubal (2011).

Los tramos de las curvas expresan las relaciones entre ambas variables dependientes y muestran que existen diferentes clases de rendimientos a escala entre ellas. Ellos caracterizan las etapas de la evolución.

Así los tramos designados por STE e I muestran rendimientos decrecientes de una variable sobre la otra y generan una situación en la que aparece un equilibrio con las características de una trampa de bajo desempeño (LLET). Luego, los tramos denotados por STE' e I' invierten los rendimientos recíprocos y muestran la presencia de rendimientos crecientes. Ello hace posible la aparición de un nuevo equilibrio (DECM), en el que se genera una masa crítica dinámicamente eficiente. Este punto es inestable. En la tercera etapa vuelven a cambiar de signo los rendimientos, como indican los tramos STE'' e I'' , y ello genera la emergencia de un nuevo equilibrio de alto nivel (HLE) que goza de estabilidad.

Los diferentes equilibrios conceptualizan situaciones diferentes. Cuando se presenta un equilibrio de bajo desempeño (LLET), si bien hay

una masa crítica de ambas poblaciones no se han dado los factores que aseguren una coevolución. Los cambios en el entorno no han sido suficientes para alcanzar una retroalimentación adecuada entre las variables. Efectivamente, se ha alcanzado un equilibrio estable no coevolutivo. Desde el punto de vista del bienestar es una trampa de bajo crecimiento. Probablemente tiene las características de un proceso negativo de causalación acumulativa.¹²

Las situaciones representadas hacia la derecha en la figura 2 se han hecho corresponder a otros equilibrios. Ellos suponen que el modelo ha alcanzado diferentes configuraciones en función de las variables exógenas y, para llegar a estas configuraciones, se requieren crucialmente cambios en los rendimientos a escala que los vuelvan crecientes. Ellos están motivados por modificaciones organizacionales que hacen que ciertos niveles de *STE* causen cambios más que proporcionales en *I* y viceversa. Estas transformaciones que producen una evolución distinta del componente endógeno, una coevolución, requieren también modificaciones del componente exógeno. En este sentido destacan la orientación y el monto de los subsidios, el grado de gobernanza y la creación de algunas capacidades asociadas a la formación de recursos humanos, el desarrollo de innovaciones y la estructura del financiamiento.

En otras palabras hacen falta más recursos bien orientados e instituciones adecuadas. Estas transformaciones deben tener una magnitud, composición y ritmo tales que conduzcan a que *STE* e *I* se interconecten de manera virtuosa para llegar a la coevolución. Los tránsitos de unos equilibrios a otros significan cambios de una etapa a otra en los sistemas de innovación.

El conjunto de modificaciones y transformaciones de distinto orden genera relaciones cualitativamente diferentes entre oferta y demanda de ambas variables dependientes. Ese movimiento coordinado y con distintos ritmos es el que sustenta las formas de las curvas de la figura. Para transitar entre etapas de menores niveles de ambas variables hacia las de altos niveles se requieren cambios que implican variaciones distintas: variaciones de niveles, estructuras, tasas de crecimiento diferenciales de distintas variables y balances, en los que unos factores pueden estar aumentando rápidamente, otros más lentamente y algunos otros desapareciendo pero de manera relativamente armónica y coherente. Ese mo-

¹² Nelson (1956) y Myrdal (1957) detectaron tempranamente este tipo de equilibrios con propiedades indeseables en los procesos de desarrollo.

vimiento se basa en vínculos y nexos entre organizaciones, instituciones y políticas configuradoras de las estructuras determinantes de las relaciones entre variables que aseguran unos u otros tipos de rendimientos.

La combinación entre la emergencia de organizaciones, la formación de instituciones que condicionan la actuación de diversos agentes y la formulación de políticas estratégicas es la principal causa del tránsito de una etapa a otra. La experiencia muestra que el logro de esa combinación virtuosa nunca está asegurado por un catálogo de recomendaciones de carácter universal. En cada caso nacional se aprovechan o desperdician distintos modos históricos de desarrollo, pero lo que muestra el tránsito entre etapas es la ocurrencia de un cambio estructural que se logra cuando el sistema incorpora a su funcionamiento la dinámica de la coevolución en sus distintas facetas.

Las transiciones entre etapas tienen distinto carácter. Hay transiciones graduales y acompasadas que parecen naturales y otras bruscas que surgen de transformaciones radicales en el entorno del sistema; también es factible, y los casos analizados no autorizan a negarlas, que ocurran involuciones que lleven de etapas en las que privan equilibrios más altos hacia otros de un menor desempeño.

¿Cómo se logra esa apropiación de características evolutivas que hace posible pasar de unas etapas a otras? Se sabe que los países crean gradualmente sus instituciones de política educativa, científica, tecnológica o las de política industrial, de innovación, de gestión del conocimiento. Al principio, esas instituciones no están especializadas sino integradas, es decir que no se diferencian organizativamente. Pero luego se especializan: surgen consejos de ciencia y tecnología, organismos de fomento de la innovación, agencias de innovación u otros dispositivos de financiamiento que reflejan los procesos evolutivos.

El papel de la innovación en cuanto constituye una cultura, una visión social, una estrategia nacional es difícil de modelizar (como ha sido el caso de algunos países, entre otros Israel, también Corea y ahora China). No obstante la extensión de esa concepción a toda la sociedad resulta importante para cambiar el sistema de innovación.

La tabla 4 presenta aspectos de las experiencias y procesos evolutivos de las poblaciones de STE e I que deben tomarse en cuenta para hacer una racionalización de las etapas de desarrollo. Este modelo de racionalización detalla los elementos que caracterizan cada etapa para cada aspecto.

Tabla 4. Modelo de racionalización de las etapas evolutivas

Aspectos	Etapas evolutivas		
	Etapa I	Etapa II	Etapa III
Denominación	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones de base: Alcanzar las masas críticas y comenzar un proceso de coevolución de STE e I. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento de la coevolución de STE e I a través de interacciones bidireccionales y de la creación de capacidades e infraestructuras financieras y técnicas críticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Continuación de la coevolución de STE e I y amplia extensión de los procesos de emergencia de infraestructuras.
Estructuras poblacionales	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño limitado de las poblaciones de STE e I, infraestructura restringida de STE e I inexistencia de PT³C. • Cambios cualitativos en ambas poblaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Masas críticas de las poblaciones de STE e I, infraestructura de STE y un conjunto bien establecido de PT³C. • Crecimiento cuantitativo de ambas poblaciones. • Nuevos cambios cualitativos y aprendizaje colectivo en nuevas HLO. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayores niveles de masas críticas en ambas poblaciones de STE e I, amplio desarrollo de infraestructura en STE y una red eficiente de PT³C. • Cambios cuantitativos y cualitativos en ambas poblaciones, particularmente creación de nuevas masas críticas y mejoramiento de capacidades en áreas emergentes.

Aspectos	Etapas evolutivas		
	Etapas I	Etapas II	Etapas III
Organizaciones y comportamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de algunos PT²C para absorber tecnologías, proveer servicios técnicos y emplear/entrenar ingenieros/científicos y estudiantes inmigrantes y retornados. • Creación de empresas innovativas o desarrollo de actividades innovativas en empresas existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emergencia de un importante segmento innovativo de pequeñas y medianas empresas y de compañías líderes nacientes (<i>start – ups</i>) en el sector empresarial. • Emergencia de nuevas formas de capital de riesgo. • Consolidación de una red de PT²C. 	<ul style="list-style-type: none"> • Extensión de las organizaciones orientadas hacia I+D en los campos de STE e i. • Amplia emergencia de nuevas HLO (por ejemplo, conglomerados o clústers). • Amplia emergencia de nuevas formas de VC.
Instituciones	<ul style="list-style-type: none"> • Preparación institucional y construcción de un efectivo sistema de gobernanza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emergencia de nuevos mercados para el entrenamiento de personal, los servicios de I+D y otros servicios técnicos, especialmente para alentar el crecimiento de las empresas innovativas. • Emergencia de nuevos segmentos financieros y de mercados para financiar innovación en las pequeñas y medianas empresas y la innovación genéricamente hablando. • Mejoramiento de la gobernanza, particularmente en las instituciones de STE. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliación de la intermediación sistémica de los subsistemas financiero y de apoyo técnico. • Mejoramiento de la gobernanza para incluir nuevos actores.

Aspectos	Etapas evolutivas		
	Etapa I	Etapa II	Etapa III
Políticas de innovación	<ul style="list-style-type: none"> Políticas horizontales para fomentar la variación en las poblaciones de STE e I, experimentación de nuevos programas y aprendizaje (que incluyen aprendizaje colectivo) acerca de la innovación mediante el diseño y la puesta en práctica de políticas. 	<ul style="list-style-type: none"> Diseño y puesta en práctica de nuevos programas, más políticas verticales orientadas por metas, ampliación de la combinación de políticas (<i>policy mix</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> Puesta en acción de un enfoque estratégico, definición de prioridades estratégicas por medio de un planteamiento supraministerial, y desarrollo de una visión nacional concniente a STE e I (y asuntos y áreas relacionados). Diseño e implementación de nuevos programas para fomentar nuevos sectores (<i>targeting</i>).
Resultado principal	<ul style="list-style-type: none"> Precondiciones: logro de masas críticas y de una coevolución limitada STE e I. 	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecimiento de la coevolución STE e I mediante rendimientos crecientes a escala, desarrollo de capacidades y emergencia de infraestructuras técnicas y financieras específicas de importancia "crítica". 	<ul style="list-style-type: none"> Continuación de la coevolución STE e I y ampliación de la emergencia de infraestructuras, HLO e instituciones.

Fuente: elaboración propia.

Este capítulo se centra en las relaciones más básicas para tener un modelo robusto de los principales hechos estilizados de las experiencias estudiadas. Luego será posible incorporar otras poblaciones, otras relaciones y probablemente el papel de una política estratégica para estimular la coevolución. Esta dimensión podría volverse endógena mediante otro modelo que exprese la coevolución entre innovación y política de innovación.

Basado en este marco conceptual acerca de la coevolución *STE e I* y de las trayectorias posibles de la coevolución, a continuación se muestra evidencia empírica proveniente de las experiencias de Israel y de México, dos países que en distintas etapas de desarrollo económico.

Evidencia empírica de Israel y México: las etapas del proceso coevolutivo

Las experiencias de Israel y México, descritas ampliamente en Dutrénit y Teubal (2011) y Dutrénit, Puchet y Teubal (2011b), ilustran procesos de coevolución de *STE e I*. El caso mexicano describe la coevolución *STE e I*, mientras que el caso israelí incluye también otros procesos coevolutivos (entre políticas de innovación e innovación, y entre financiamiento de la innovación e innovación).

La tabla 5 vincula las etapas evolutivas con las fases utilizadas para analizar cada país, descritas en la tabla 4. México está situado en la etapa I, con un nivel relativamente alto de *STE* respecto de *I*, pero con niveles absolutos bajos de ambas variables. Esto refleja el enfoque de las políticas de ciencia, tecnología e innovación de este país desde la década del setenta, con la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), hasta el año 2000 (durante la fase 1), para construir la infraestructura de *STE*, mientras se realizaba solo un esfuerzo limitado para promover la *I*. Durante la década de 2000 (la fase 2 de México) se lleva a cabo un mayor esfuerzo para mejorar el *set-up* institucional junto con nuevos programas para fomentar la *I*. La coevolución que existió durante las fases 1 y 2 involucró cambios cualitativos más que cuantitativos. Tanto el débil esfuerzo financiero como el fracaso relativo para construir la gobernanza de *STE e I* durante los últimos 25 años contribuyen a explicar las condiciones iniciales actuales y el movimiento limitado hacia alcanzar niveles más altos.

Desde el año 2000, se ha acelerado tanto la evolución de *STE* como de *I*, e incluso el ritmo de la *I* parece haber sido más acelerado. Se ha hecho

un esfuerzo especial para promover la I+D del sector empresarial, incrementar la oferta de ingenieros e investigadores, promover la vinculación entre los agentes y establecer condiciones para una mejor gobernanza. Lamentablemente estas condiciones han sido todavía insuficientes para generar una dinámica coevolutiva endógena. Además, el sistema financiero ha descuidado la introducción oportuna de nuevos esquemas para financiar la I, como el VC. Adicionalmente, el período de tiempo disponible para introducir cambios durante esta década fue insuficiente para introducir un cambio significativo en la gobernanza del sistema, que estimule cambios radicales en el comportamiento de los agentes (Corona *et al.*, 2014; Torres *et al.*, 2014). Más aún, el esfuerzo financiero llevado a cabo por el gobierno estuvo muy por debajo de las magnitudes mínimas y las proporciones del gasto de los agentes respecto del esfuerzo total aconsejado por los estándares internacionales, que en nuestro modelo permitirían desencadenar un proceso coevolutivo autoreforzable de STE e I, que involucre a la economía y a la sociedad en su conjunto.

Respecto del tiempo requerido, construir la infraestructura mínima de STE y algunas capacidades de I en el sector empresarial llevó varias décadas, de tal forma que se requirieron diecinueve años para completar la fase 1. Sin embargo, aún hoy, ni la infraestructura de STE ni la de I son lo suficientemente fuertes y variadas para ser capaces de sostener un proceso coevolutivo de STE e I. La fase 2, que ha abarcado otros quince años, puede ser vista como una fase de preemergencia de ese proceso coevolutivo y que aún no ha concluido. Así, el objetivo principal podría ser el de establecer las condiciones para reiniciar la coevolución STE e I, y con ello impulsar una senda de desarrollo más endógeno, autocatalítico y coevolutivo. En tales condiciones, podrían observarse tanto rendimientos crecientes como procesos emergentes de algunos sectores/clústers.

Tabla 5. Etapas del modelo evolutivo general y fases en la evolución de los países

Etapas evolutivas	Fases de la evolución	
	Israel	México
<p>Etapas I Condiciones de base: alcanzar las masas críticas y comenzar un proceso de coevolución de STE e I.</p>	<p>Fase 0: Sistema de STE e I y PT³C fuerte, antes de 1969. Fase 1: Condiciones de base, 1969-1984 (quince años). <ul style="list-style-type: none"> • 1969: creación de la OCS y subvenciones para programas de I+D. • Creación del programa BIRD. • Crecimiento de la Innovación y de empresas de base tecnológica. • Búsqueda de mecanismos para financiar la innovación. </p>	<p>Fase 0: Sistema de STE e I limitado, antes de 1970. Fase 1: Condiciones de base, 1970-1999 (diecinueve años). <ul style="list-style-type: none"> • 1970: creación del Consejo Nacional de Ciencia y tecnología (CONACYT). • Introducción de varios programas de apoyo a la STE, incluyendo las becas de estudios en el exterior, creación de centros de investigación en varios sectores. • Un fuerte sesgo en contra de los programas de apoyo a la innovación empresarial. </p>
<p>Etapas II Fortalecimiento de la coevolución de STE e I a través de interacciones bidireccionales y de la creación de capacidades e infraestructuras financieras y técnicas críticas.</p>	<p>Fase 2: Preemergencia: 1985-1992 (siete años). <ul style="list-style-type: none"> • El Ministerio de Defensa es un campo de entrenamiento importante para el personal de STE. • Reforzamiento de la STE, reorientación de los ingenieros y científicos de Defensa para usos civiles. • Reforzamiento de los vínculos con Estados Unidos. • El apoyo a las empresas de base tecnológica se convierte en una prioridad nacional. • Se identificaron los fundamentos cualitativos de la industria de VC futura. • Incremento de la masa crítica de nuevas empresas de base tecnológica. • Cambios en la gobernanza en las universidades. <p>Fase 3: Emergencia de VC y PT³C, 1993-2000 (siete años). <ul style="list-style-type: none"> • Implementación del programa Yozma (una política dirigida al VC). • Emergencia de una industria de VC de alto impacto y de clústers exitosos. • Miles de inmigrantes altamente calificados de la Unión Soviética contribuyeron a construir nuevos clústers de alta tecnología. </p> </p>	<p>Fase 2: Preemergencia, 2000 en adelante (incompleto). <ul style="list-style-type: none"> • Un enfoque más sistemático para fomentar la I. • 1999 y 2002: Leyes de Ciencia y Tecnología. • 2001: Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT) con enfoque sistémico. • 2002: Introducción de un programa de incentivos fiscales a la I+D, incremento significativo del gasto empresarial en I+D. </p>
<p>Etapas III Continuación de la coevolución de STE e I y amplia extensión de los procesos de emergencia de infraestructuras.</p>	<p>Fases futuras: 2001 en adelante (incompletas). <ul style="list-style-type: none"> • Esfuerzos para identificar nuevas áreas de actividad en ICT, biotecnología, etcétera. • Esfuerzos iniciales para crear una política de innovación estratégica. • Ya están en operación algunos cambios en la gobernanza. </p>	

Fuente: Dutrént y Teubal (2011).

En el caso de Israel, el establecimiento de la *Office of the Chief Scientist* (OCS) en el Ministerio de Industria y Comercio en 1969 llevó a un fuerte apoyo a la I, junto con una fuerte y creciente infraestructura de STE, llevaron a alcanzar las masas críticas hacia el final de la fase 2 en 1984 (correspondiente a la etapa I). Más aún, la búsqueda y adopción de nuevos mecanismos para financiar la I+D en empresas no asociadas con la OCS aseguró la oportuna expansión de la I y contribuyó a la creación de una masa crítica de pequeñas empresas de base tecnológica. La transición a tales procesos endógenos se benefició con la flexibilidad y creatividad de la OCS. Desde los primeros días, indujeron a una fuerte respuesta de la I+D industrial, la que a su vez estimuló la expansión de los presupuestos de la OCS y el diseño de nuevos programas. Esto es evidencia de un fuerte proceso coevolutivo entre política de innovación e innovación durante los años ochenta. Durante esa década hubo también cambios en la gobernanza de la STE, y se establecieron Oficinas de Transferencia de Tecnología en la Universidad Hebrea y en el Instituto Weizmann. Todo esto contribuyó a tener los recursos para moverse hacia adelante y completar la etapa II durante 1993-2000, cuando se creó una industria de VC y los PT³C.

Con respecto a la temporalidad, para mediados de la década de los ochenta, después de quince años, la emergencia de niveles suficientes de I (capacidades de innovación y organizaciones innovativas) permitió completar la fase 1 y comenzar la siguiente. Las fases 2 y 3 fueron mucho más rápidas, y en su conjunto el proceso se aceleró. La segunda fase se completó hacia 1992, en tan solo siete años. Para esto contribuyó el virtuoso proceso coevolutivo de STE e I que comenzó en esta fase y permitió moverse a la fase 3, que se completó en otros siete años, alrededor del año 2000. Los procesos de emergencia se fortalecieron y desde entonces el país se encuentra en el principio de una nueva fase.

La evidencia sugiere que ambos países se enfrentan a nuevas restricciones que aparecerían bastante rápido en el área de finanzas y posiblemente en el área de las instituciones intermedias, apoyando la cada vez mayor cantidad y variedad de las actividades tecnológicas de las empresas. Con respecto a las instituciones intermedias, la amplia mezcla de políticas introducida en México fomentó la emergencia de un gran número y variedad de estas instituciones, muchas de las cuales probablemente no sobrevivirán los procesos continuos de selección y retención. En el caso de Israel, la mayoría de las instituciones orientadas hacia la sociedad civil se crearon antes de 1969, y la OCS redujo la asignación de

recursos para fortalecerlas durante la primera mitad de la década de los setenta, enfocándose hacia el apoyo directo a los proyectos de I+D en las empresas (Breznitz 2007a). Respecto de la inevitable restricción del financiamiento a la I, que aparecería durante el proceso desarrollado en la etapa II, algunos países deberían aspirar a desencadenar la emergencia de un financiamiento a la I doméstico y de un segmento de agentes de financiamiento a las PYMES, que reforzaría a la I y, a través de esto, al proceso coevolutivo STE e I en general.

Hoy en día, la etapa III solo corresponde al escenario israelí, ya que México recién está comenzando la etapa II. Para Israel, la etapa III refleja un futuro bastante optimista, dado el nuevo conjunto de amenazas y oportunidades provenientes de los ambientes global y doméstico. El mayor reto para las políticas parecería ser la creación de un nivel estratégico de políticas de innovación, el establecimiento de un camino intensivo de búsqueda y aprendizaje basado en una visión del país y de su trayectoria de crecimiento, y la creación de una capacidad para establecer prioridades estratégicas en áreas clave, tales como la Biomedicina, la alta tecnología en ICT (con énfasis en la diversificación hacia nuevas aplicaciones y la fusión de tecnologías), la Nanotecnología, el Agua, etcétera. La institucionalidad de la política de innovación de la etapa III debe ser tan flexible y creativa como lo fue la OCS durante la década del setenta, para poder generar, en poco tiempo, un proceso coevolutivo STE e I, que ayude a contrarrestar el declive gradual en las capacidades de STE en el país. También debería contribuir a vincular la política de innovación (ampliamente definida, para incluir a las políticas dirigidas tanto a la I como a STE), la I (ampliamente definida para incluir también capacidades y organizaciones) y la emergencia de nuevas HLO (como nuevos sectores o subsectores, mercados o submercados, clústers, sistemas de innovación regionales o sectoriales, grandes empresas multinacionales, redes globales, etcétera).

Conclusiones: para hacer modelos apreciativos

El enfoque utilizado en este capítulo cruza, y pretende hibridar, tres líneas de conceptualización y teorización relativas a la descripción, análisis y formulación de políticas en las que se intersectan las actividades de investigación científica, educación superior, desarrollo tecnológico e innovación. Estas líneas son: 1) los sistemas de innovación, 2) la presencia

de procesos evolutivos y coevolutivos en la dinámica de esos sistemas, y 3) la inserción de la coevolución, por un lado, entre actividades de ciencia, tecnología y educación superior, y de innovación, por el otro, como proceso central para generar desarrollo económico.

Para captar la importancia y el papel que cumplen las actividades consideradas en el funcionamiento de las economías, se utiliza el concepto de sistema de innovación. El acento está puesto en los agentes y las organizaciones, las instituciones relativas a los comportamientos individuales y organizacionales y a sus interacciones y, de manera destacada, a la emergencia de organizaciones de alto nivel. Estas organizaciones emergentes se diferencian y especializan en funciones y se identifican por un mayor grado de retroalimentación de los procesos internos y una extensión y profundización de la interconectividad externa. Esta constitución de organizaciones de alto nivel y su interconexión genera, a su vez, nuevas estructuras emergentes que complejizan el funcionamiento del conjunto del sistema.

El cambio y la dinámica del sistema de innovación se caracterizan mediante procesos evolutivos y coevolutivos que siguen sus poblaciones. La identificación de poblaciones, la clasificación y descripción de sus formas y modos de variación, retención y selección, y la determinación de los vínculos bidireccionales entre individuos y organizaciones de poblaciones, primero en crecimiento y luego en coevolución, son tareas analíticas principales relativas a la comprensión de la dinámica del sistema.

En particular se trata de entender y representar las dinámicas internas de las poblaciones, los factores exógenos y endógenos que impulsan u obstaculizan su evolución. Luego hay que establecer las interacciones entre poblaciones y los patrones mediante los cuales una población influye sobre la otra. Ese influjo recibido retroalimenta, mediante la dinámica interna de la población receptora, la evolución de la población que ha emitido la primera señal de influencia.

El modelo expuesto representa un ejemplo de la interacción entre las poblaciones de graduados del subsistema de educación superior, por un lado, y de las organizaciones innovativas, por el otro. La estructuración y reproducción de ambas poblaciones se ubica en el sistema de innovación, y que así le dan contenido a los procesos evolutivos que sostienen estructuras y dinámicas poblacionales y también a las instituciones y mecanismos que incentivan y constriñen los comportamientos de los miembros de ambas poblaciones. Luego se establecen las características particulares de la interacción entre las poblaciones, cuyas estructuras

se han descrito, y los mecanismos que sigue la retroalimentación entre ellas mediante procesos específicos.

Desde el punto de vista de la construcción del modelo conviene detenerse en los elementos puestos en juego en el diagrama, en relación con las definiciones y vínculos establecidos en las tablas 2 y 3. Este repaso constructivo del modelo sirve como guía para hacer otros modelos, más allá de las posibilidades o virtudes representativas de la evidencia empírica estudiada que tenga el modelo presentado.

El diagrama (figura 1) captura los elementos centrales del funcionamiento del sistema de innovación respecto de las relaciones que se establecen entre las actividades de ciencia, tecnología y educación superior, por un lado, y de innovación, por el otro. Las poblaciones respectivas que realizan esas actividades se conectan y vinculan entre sí, constituyendo el núcleo del modelo, reciben señales del entorno y responden mediante otras dirigidas hacia él. Las variables y relaciones que definen las tablas mencionadas son un ejemplo de qué elementos se deben tener en cuenta y de cómo pasar de las categorías del enfoque evolutivo a los conceptos que hacen posible interpretar coevolutivamente las señales que muestran el funcionamiento del sistema de innovación.

Las definiciones de las variables y su carácter de flujos o acervos estipulan un primer rasgo del modelo como un dispositivo que opera temporalmente transformando un conjunto de capacidades, insumos y grados de coordinación, de distinto tipo y ubicación organizacional, en resultados que se expresan durante un período. La distinción entre los componentes exógenos, relativos al largo plazo, y los endógenos, ubicados en un horizonte temporal de menor duración, dan al modelo su carácter de dispositivo que requiere la acumulación de capacidades hasta un cierto umbral crítico –las masas críticas de capacidades– para que opere la interacción entre las poblaciones relevantes.

La diferenciación entre variables dependientes e independientes muestra que el modelo funciona como un dispositivo en el que, además de los componentes exógeno y endógeno, hay capacidades y subsidios independientes de la interacción entre las poblaciones y que condicionan aumentos y disminuciones de los individuos y organizaciones que pertenecen a ellas. Las variables independientes son de distintos tipos: 1) los grados de gobernanza que surgen de los arreglos institucionales y de los comportamientos de individuos y organizaciones de los subsistemas, 2) las capacidades e infraestructuras de que disponen distintas clases de organizaciones como las IES o CI, las empresas innovativas o entidades

financieras, y 3) los subsidios gubernamentales que se otorgan, según el horizonte de gasto, y repercuten sobre el componente exógeno o endógeno, de acuerdo con la lejanía o cercanía de ese horizonte.

La dinámica de este modelo de interacción STE e I guía el sistema de innovación y pauta su trayectoria. La gráfica de las etapas de evolución (figura 2), hecha como un acoplamiento de diagramas de fase, demuestra los cambios de las poblaciones y de sus interacciones. Nuevamente, desde una perspectiva constructiva es posible mirar e interpretar cómo se llega a los equilibrios de cada etapa mediante la consideración de la forma en la que las variables independientes condicionan a las dependientes en cada etapa, cómo cambian las interacciones entre las poblaciones y cómo ocurren los procesos evolutivos y coevolutivos respectivos. La interpretación evolutiva, pero al mismo tiempo institucional, de la gráfica (figura 2) muestra el cambio estructural que media entre una y otra etapa e induce una concepción del desarrollo que reúne y articula elementos institucionales, evolutivos y estructurales presentes en la historia concreta.

El modelo de racionalización de las etapas evolutivas de la tabla 4 contiene una clasificación de un conjunto de aspectos según las características de esas etapas. Se trata de una interfase para ir y venir desde una concepción institucional, evolutiva y estructural del desarrollo hacia la evidencia empírica extraída de la historia concreta de los países y viceversa. La idea metodológica es que apreciar la evidencia empírica desde una concepción amplia del desarrollo sirve para extraer lecciones de la experiencia que, a su vez, modificará esa concepción. Y que una reinterpretación de la evidencia empírica de las experiencias, mediante una concepción modificada ante los hechos, conducirá a nuevos modelos de carácter apreciativo.

Así la teoría tiene un carácter de guía provisoria que torna a los modelos en apreciaciones de la evidencia. Mientras que la compilación, tratamiento y estilización de las evidencias empíricas, por lo general comparativas, dependen de esa guía provisoria que es la teoría apreciativa. Ese diálogo entre teoría apreciativa y evidencia empírica comparativa es fructífero para comprender procesos.

Bibliografía

Abernathy, W. y Utterback, J. (1978). "Patterns of Industrial Innovation". *Technology Review*, vol. 80, n° 80, pp. 40-47.

- Aldrich, H. (2001). *Organizations Evolving*. Londres: Sage Publications.
- Antonelli, C. y Teubal, M. (2009). "Venture Capitalism, New Markets and Innovation-led Economic Growth". *International Center for Economic Research (ICER)*, working paper, n° 3.
- Antonelli, C. E. (2011). *Elgar Handbook on the System Dynamics of Technological Change*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Avnimelech, G. y Teubal, M. (2008). "From Direct Support of Business Sector R&D/Innovation to Targeting Venture Capital/Private Equity: A Catching-Up Innovation And Technology Policy Life Cycle Perspective". *Economics of Innovation and New Technology*, n° 17, pp. 153-172.
- (2009). *The coevolution of ICT, VC and Policy in Israel during the 1990s*. Cheltenham: Edgar Elgar.
- Breznitz, D. (2007). "Industrial R&D as a national policy: Horizontal Technology Policies and industry-state coevolution in the growth of the Israeli software industry". *Research Policy*, vol. 36, pp. 1465-1482.
- (2007b). *Innovation and the State. Political Choice and Strategies for Growth in Israel, Taiwan and Ireland*. New Haven: Yale University Press.
- Campbell, D. T. (1969). "Variation and Selective Retention in Socio-Cultural Evolution". *General Systems*, n° 14, pp. 69-85.
- Cimoli, M.; Porcile, G. y Rovira, S. (2010). "Structural change and the BOP-constraint: why did Latin America fail to converge?". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 34, n° 2, pp. 389-411.
- Corona, J. M.; Dutrénit, G.; Puchet, M. y Santiago, F. (2014). "The Changing Role of Science, Technology and Innovation Policy in Building Systems of Innovation: The Case of Mexico". En Crespi, G. y Dutrénit, G. (eds.), *Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience*. Wiesbaden: Springer.
- Dutrénit, G. y Puchet Anyul, M. (2015). "Tensions of STI policy in Mexico: analytical models, institutional evolution, national capabilities and governance". En Kuhlmann, S. y Ordóñez-Matamoros, G. (eds.), *International Research Handbook on Science, Technology and Innovation Policy in Developing Countries: Rationales and Relevance*. Cheltenham: Edward Elgar (en prensa).

- Dutrénit, G.; Puchet Anyul, M.; Sanz-Menéndez, L.; Teubal, M. y Vera-Cruz, A. O. (2008). "A policy model to foster coevolutionary processes of science, technology and innovation: the Mexican case". *Globelics Working Paper Series*, n° 2008-03.
- (2011). "Un modelo de política para fomentar la coevolución entre ciencia y tecnología con la innovación: el caso mexicano". En Bracamonte, A. y Contreras, O. F. (eds.), *Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo*. México: El Colegio de Sonora/COECYT.
- Dutrénit, G.; Puchet Anyul, M. y Teubal, M. (2011). "Building bridges between co-evolutionary approaches to science, technology and innovation and development economics: an interpretive model". *Innovation and Development*, vol. 1(1), 51-74.
- (2013). "Procesos coevolutivos y desarrollo económico: estilizando evidencia de México e Israel". En Del Valle Rivera, M. C.; Mariño Jaso, A. y Núñez Ramírez, I. (eds.), *Ciencia, Tecnología e Innovación en el desarrollo de México y América Latina*. México: IIE/UNAM.
- Dutrénit, G. y Teubal, M. (2011). "Coevolution, emergence and economic development: some lessons from the Israeli and Mexican experience". En Antonelli, C. (ed.), *Handbook on the Economic Complexity of Technological Change*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Edquist, C. (1997). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. Londres: Pinter.
- Fagerberg, J.; Guerrieri, P. y Verspagen, B. (1999). *The Economic Challenge to Europe: Adapting to Innovation Based Economic Growth*. Cheltenham: Edgar Elgar.
- Fagerberg, J.; Mowery, D. y Verspagen, B. (2008). "Innovation-systems, path-dependency and policy: The coevolution of science, technology and innovation policy and industrial structure in a small, resource-based economy". Working Papers on Innovation Studies, Centre for Technology, Innovation and Culture, University of Oslo.
- Fagerberg, J. y Verspagen, B. (2007). Innovation, growth and economic development: have the conditions for catch up changed? *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development* 1, 13-33.

- Foster, J. (2005). "From simplistic to complex systems in economics". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 29 (6), pp. 873-892.
- Foster, J. y Pyka, A. (2014). "Introduction: co-evolution and complex adaptive systems in evolutionary economics". *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 24, pp. 205-207.
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. Londres: Pinter.
- Gerschenkron, A. (1962). *Economic Backwardness in Historical Perspective. A Book of Essays*. Cambridge: Harvard University Press.
- Goodwin, R. M. (1951). "The Nonlinear Accelerator and the Persistence of Business Cycles". *Econometrica*, vol. 19(1), pp. 1-17.
- Hobday, M. (1995). *Innovation in East Asia. The Challenge to Japan*. Aldershot: Edward Elgar.
- Holland, J. (1998). *Emergence: From Chaos to Order*. Massachusetts: Addison Wesley.
- Kaldor, N. (1940). "A Model of the Trade Cycle". *The Economic Journal*, vol. 50(197), pp. 78-92.
- Kaldor, N. (1966). "Causes of the Slow Rate of Economic Growth in the UK". En King, J. E. (ed.), *Economic Growth in Theory and Practice: A Kaldorian Perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kalecki, M. (1935). "A Macrodynamics Theory of Business Cycle". *Econometrica*, vol. 3(3), pp. 327-344.
- (1977 [1933]). "Esquema de una teoría del ciclo económico". En Kalecki, M. (ed.), *Ensayos escogidos sobre dinámica de la economía capitalista*. México Fondo de Cultura Económica.
- Kim, L. (1997). *From Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*. Boston: Harvard Business School Press.
- Kim, Y. K. y Lee, K. (2015). "Different Impacts of Scientific and Technological Knowledge on Economic Growth: Contrasting Science and Technology Policy in East Asia and Latin America". *Asian Economic Policy Review*, vol. 10(1), pp. 43-66.
- Klepper, S. (2006). "The Evolution of Geographic Structure in New Industries". *Revue OFCE*, n° June.

- Kuznets, S. (1971). *Economic Growth of Nations: Total Output and Production Structure*. Cambridge: Harvard University Press.
- (1973). “Modern Economic Growth: Findings and Reflections”. *American Economic Review*, n° 63, pp. 247-258.
- Levinthal, D. y Myatt, J. (1994). “Co-Evolution of Capabilities and Industry: The Evolution of Mutual Fund Processing”. *Strategic Management Journal*, n° 15(S1), pp. 45-62.
- Lewin, A. Y. y Volberda, H. W. (1999). “Prolegomena on Coevolution: A Framework for Research on Strategy and New Organizational Forms”. *Organization Science*, n° 10, pp.519-534.
- Lundvall, B-Å. (ed.) (1992). *National System of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- Malerba, F.; Nelson, R.; Orsenigo, L. y Winter, S. (1999). “History-friendly’ models of industry evolution: the computer industry”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 8(1), pp. 3-40.
- McKelvey, B.; Baum, J. A. C. y Donald, T. (1999). “Campbell’s evolving influence on organization science”. En Baum, J. A. y McKelvey, C. B. (eds.), *Variations in Organization Science: In Honor of Donald T. Campbell*. Nueva Delhi: Sage Publications.
- Metcalfe, J. S. (2010). “Technology and economic theory”. *Cambridge Journal of Economics*, n° 34(1), pp. 153-171.
- Metcalfe, J. S.; James, A. y Mina, A. (2005). “Emergent innovation systems and the delivery of clinical services: The case of intra-ocular lenses”. *Research Policy*, vol. 34, 1283–1304.
- Murmann, J. P. (2002). “The Coevolution of Industries and National Institutions: Theory and Evidence”. Working paper, FSIV02.14, Social Science Research Center Berlin.
- (2003). “The Coevolution of Industries and Academic Disciplines”. Working paper, WP03-1, Kellogg School of Management, North-western University.
- Murray, F. (2002). “Innovation as co-evolution of scientific and technological networks: exploring tissue engineering”. *Research Policy*, vol. 31(8–9), pp. 1389-1403.
- Myrdal, G. (1957). *Economic Theory and Undeveloped Regions*. Londres: Routledge and Kegan Paul.

- Nelson, R. (1956). A Theory of the Low-Level Equilibrium Trap in Underdeveloped Economies. *The American Economic Review*, vol. 46, pp. 894-908.
- (ed.) (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- (1994). “The Co-evolution of Technology, Industrial Structure, and Supporting Institutions”. *Industrial and Corporate Change*, n° 3(1), pp. 47-63.
- (1995). “Recent evolutionary theorizing about economic change”. *Journal of Economic Literature*, n° 33, pp. 48-90.
- (2007). “What Makes an Economy Productive and Progressive? What are the Needed Institutions?”. Staff Papers 13728, University of Minnesota, Department of Applied Economics.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Niosi, J. (2000). *Canada’s national system of innovation*. Montreal: McGill-Queen’s University Press.
- Norgaard, R. (1984). “Coevolutionary development potential”. *Land Economics*, VOL. 60, pp. 160-173.
- (1994). *Development Betrayed: The End of Progress and a Coevolutionary Revisioning of the Future*. Londres: Routledge.
- Nygaard, S. (2008). *Coevolution of Technology, Markets and Institutions. The Case of Fuel Cells and Hydrogen Technology in Europe*. Lund: CIRCLE.
- Potts, J. (2000). *The New Evolutionary Microeconomics: Complexity, Competence and Adaptive Behavior*. Cheltenham: Edgar Elgar.
- Puchet Anyul, M. (2008). “Incentivos, mecanismos e instituciones económicas presupuestas en el ordenamiento legal mexicano vigente de la ciencia y la tecnología”. En Valenti, G. (ed.), *Ciencia, tecnología e innovación. Hacia una agenda de política pública*. México: FLACSO.
- Robert, V. y Yoguel, G. (2013). “El enfoque de la complejidad y la economía evolucionista de la innovación”. *Filosofía de la Economía*, vol. 1, n° 1, pp. 87-130.

- Rosenstein Rodan, P. (1943). "Problems of Industrialization of Eastern and South-Eastern Europe". *Economic Journal*, vol. 53, pp. 202-211.
- Saviotti, P. (1996). *Technological Evolution, Variety and the Economy*. Cheltenham: Edgar Elgar.
- (1997). *Innovation Systems and Evolutionary Theories*. En Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Londres: Pinter Publishing.
- Saviotti, P. y Pyka, A. (2004). "Economic Development by the Creation of New Sectors". *Journal of Evolutionary Economics*, n° 14, pp. 1-35.
- Schumpeter, J. (1934 [1911]). *The Theory of Economic Development*. Cambridge: Harvard University Press.
- (1939). *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. Nueva York: McGraw Hill.
- Sotarauta, M. y Srinivas, S. (2006). "Co-evolutionary policy processes: Understanding innovative economies and future resilience". *Futures*, n° 38, 312-36.
- Torres, A.; Casas, R.; De Fuentes, C. y Vera-Cruz, A. O. (2014). "Strategies and governance of the Mexican system of innovation: challenges for an inclusive development". En Dutrénit, G. y Sutz, J. (eds.), *National Innovation Systems, Social Inclusion and Development: The Latin American Experience*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Van den Bergh, J. C. J. M. y Gowdy, J. M. (2003). "The microfoundations of macroeconomics: an evolutionary perspective". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 27, n° 1, pp. 65-84.
- Yoguel, G.; Robert, V. y Barletta, F. (2014). *Tópicos de la teoría evolucionista neoshumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico*, vol. 1. Buenos Aires: UNGS-Miño y Dávila.
- Zollo, M. y Winter, S. G. (2002). "Deliberate learning and the evolution of dynamic capacidades". *Organization Science*, n° 13, pp. 339-351.

Capítulo 4

Reflexiones sobre aproximaciones metodológicas y empíricas para el estudio de los sistemas nacionales de innovación

Jocelyn Olivari y Lilia Stubrin

Introducción

Desde su origen, a comienzos de los años ochenta, el concepto de sistema nacional de innovación (SNI) ha sido crecientemente utilizado no solo en el ámbito académico sino también en el ámbito de la política pública. En este último, partiendo de la premisa que la innovación es requerida para aumentar la productividad y competitividad de los países, los hacedores de política han utilizado este enfoque como marco conceptual para estructurar el diseño e implementación de políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI),¹ como herramienta para realizar ejercicios de *benchmarking* o como una herramienta analítica para estudiar el comportamiento innovativo de los países.

En el ámbito académico, la adopción de este enfoque como marco teórico para entender el proceso innovativo, tanto en países desarrollados como en desarrollo, se ha expandido notoriamente en los últimos veinte

¹ Los países latinoamericanos han utilizado *explícitamente* el enfoque de SNI para estructurar estrategias de desarrollo económico basadas en innovación con el fin de diversificar sus estructuras productivas. Por ejemplo, en Perú el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) ha plasmado en el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad y el Desarrollo Humano (PNCTI 2006-2021: <http://www.minedu.gob.pe/normatividad/reglamentos/PlanNacionalCTI-CDH2006-2021.php>) las bases conceptuales para fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SINACYT).

años, hecho que ha generado una frondosa literatura.² La generalizada adopción del enfoque de SNI ha permitido posicionar gradualmente al proceso de innovación como un fenómeno dinámico e interactivo (dejando atrás el limitado enfoque lineal anteriormente prevaleciente). Paralelamente, se han ido desarrollando nuevas elaboraciones conceptuales basadas en la mirada sistémica del proceso de innovación, como el de “sistemas regionales de innovación” (Cooke, 1996; Maskell y Malmberg 1997) o “sistemas sectoriales de innovación” (Breschi y Malerba, 1997).

El extendido uso del enfoque de SNI ha permitido, además, poner los procesos de innovación y aprendizaje en el centro de las estrategias de competitividad internacional de los países. El reconocimiento de que el proceso de innovación va de la mano del proceso de aprendizaje implica también reconocer que el cambio técnico no ocurre exógenamente sino endógenamente, y que la producción, uso y transferencia de conocimiento en el nivel local es condición necesaria para que las economías crezcan de manera sostenida.

Sin embargo, a pesar de la creciente valoración positiva, utilidad y difusión del SNI como marco analítico, este ha sido y es objeto de múltiples críticas.³

En primer lugar, algunos consideran que el SNI es un enfoque conceptualmente difuso y, por tanto, cuestionan su legitimidad teórica (Edquist, 2004).

En segundo lugar, otros cuestionan la claridad respecto del *nivel* al que se debiera analizar un sistema de innovación (Carlsson *et al.*, 2002): *nacional* (Edquist, 1997; Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993), *sectorial* (Breschi y Malerba, 1997), *tecnológico* (Carlsson, 1995) o *geográfico* (Braczyk *et al.*, 1998; Cooke *et al.*, 1997).

2 Al hacer una búsqueda del término “sistema nacional de innovación” se observa que la cantidad de artículos que lo contienen pasó de 5.000 en 2004 (Lundvall, 2004) a 2.700.000 en 2015 (basado en Google Académico).

3 No obstante, muchas de estas críticas podrían provenir de un mal uso del concepto, tal como plantea uno de los gestores del enfoque, B-Å. Lundvall en 2007: “La amplia difusión del concepto en círculos de política tiene así sus pros y contras. El concepto ha sido tanto usado como abusado. Muy frecuentemente los hacedores de política parecieran suscribirse al concepto más de la boca para afuera ya que en la práctica no lo aplican” (Lundvall, 2007:97). En el citado documento el autor menciona, por ejemplo, que la relación universidad-industria observada en la industria farmacéutica y biotecnológica en Estados Unidos ha sido generalizada constituyéndose dentro de la lista de buenas prácticas que un sistema de innovación debiera tener. Esto ha significado un conjunto de reformas implementadas en esta línea, intentando fomentar la colaboración universidad-empresa en sectores o contextos donde no necesariamente constituye una buena práctica.

En tercer lugar, y como consecuencia del problema anterior, no se ha llegado a un consenso respecto de la *frontera* de análisis (Carlsson *et al.*, 2002). Es decir, qué elementos incorporar dentro del sistema y qué dejar fuera.

En cuarto lugar, existen importantes limitaciones al momento de medir cuantitativamente el funcionamiento y desempeño del SNI. Esto se debe no solo a las usuales dificultades en el acceso a datos, sino también al fenómeno complejo que se está midiendo.

En este capítulo nos centraremos en esta última limitación. En particular, reflexionaremos acerca de los principales desafíos que se enfrentan en el momento de estudiar y entender los SNI de manera empírica. Típicamente, los estudios sobre SNI no siguen una estructura o una metodología determinada; por el contrario, cada estudio los determina de manera *ad hoc* dado que la literatura sobre SNI no indica cómo caracterizarlos (Balzat y Hanusch, 2004; Nelson, 1993; Sutz, 1999). De acuerdo con Sutz (1999, pp. 718-719):

Si se quisiera ilustrar el problema de la caracterización del SNI a través de una analogía, no debiera elegirse la de un *puzzle*, ya que sus piezas son funcionalmente idénticas. Más bien correspondería pensar en una casa, que se construye con muy diversos tipos de elementos, cada uno de ellos correspondiendo a una función específica.

Pero ¿qué tipos de elementos deben considerarse? ¿Cómo se deben medir? ¿Qué tipos de datos se necesitan y cuáles están disponibles?

En este capítulo analizamos estas cuestiones poniendo énfasis en los avances recientes sobre medición de los SNI, así como en las limitaciones y desafíos aún pendientes. El resto del capítulo se estructura en tres partes: en la primera esbozamos sucintamente cómo se entiende el proceso de innovación desde un enfoque sistémico; en la segunda nos centramos en analizar los desafíos para operacionalizar y medir un SNI, haciendo hincapié en los avances y consensos logrados y en los desafíos que quedan por delante; y en la tercera, a modo de reflexiones finales, abordamos qué implicancias tienen las dificultades de medición para el entendimiento de los SNI en el ámbito académico y para la elaboración de políticas en los países latinoamericanos.

Entendiendo el proceso de innovación desde un enfoque sistémico

La aplicación del enfoque de sistemas al proceso de innovación implica entenderlo como el resultado de un proceso *dinámico* producto de la

permanente *interacción* entre distintos tipos de actores, como empresas, institutos de investigación, clientes y agencias públicas, por mencionar algunos. Esa interacción retroalimenta el comportamiento de los mismos actores generando una *coevolución* entre ellos. Por ejemplo, un instituto de investigación desarrolla un nuevo material que tiene el potencial de tornar más eficiente un determinado proceso productivo. Una empresa podría adoptar dicho material e identificar posibles mejoras una vez que ha interactuado con él y que ha verificado en la práctica cómo opera. Esta nueva información permitiría a los inventores mejorar significativamente la primera versión del material. Esto implica que el proceso de innovación no es estático, sino por el contrario, va retroalimentándose permanentemente de la nueva información que van generando los actores que participan de él, quienes a su vez van aprendiendo de manera conjunta. De esta manera el proceso de innovación se produce acompañado de un proceso de *aprendizaje conjunto*.

Basándose en estas ideas, el enfoque de SNI entiende a la innovación como el resultado de un proceso *sistémico* en el que *el todo supera a la suma de sus partes*. Es decir que las propiedades y comportamiento que observamos del sistema provienen del resultado de la interacción entre sus partes. Como ejemplo pensemos en un simple sistema cuyo objetivo es hacer una torta. Los componentes de este sistema son los ingredientes básicos: huevos, harina, leche, mantequilla y azúcar. Bajo ninguna circunstancia sería posible inferir las propiedades que tanto nos gustan de una torta a partir de las características de sus ingredientes por separado. Por ejemplo, una torta es esponjosa, mientras que ninguno de sus ingredientes lo es (propiedad emergente). Por tanto, las propiedades que caracterizan a la torta resultan de *la mezcla* entre sus ingredientes. Este simple ejemplo grafica la importancia de considerar explícitamente tanto las partes que componen un sistema como las relaciones entre ellas en el momento de estudiar sus propiedades, funcionamiento y desempeño.

Por otra parte, la manera en que el proceso de innovación se configura en un determinado lugar y momento del tiempo dependerá siempre de la *trayectoria recorrida* (*path-dependency*), es decir, de la secuencia de acciones tomadas con anterioridad.⁴ El clásico ejemplo citado por la literatura sobre *path-dependency* es el uso del teclado QWERTY (David, 1985)

⁴ Siguiendo a Niosi (2002), los procesos trayectoria-dependientes (*path-dependent*) corresponden a aquellos fenómenos cuyo resultado puede ser comprendido solamente como parte de un proceso histórico (Rosenberg, 1994) y ocurren debido a las acciones irreversibles, indivisibles y estructurales tomadas por los agentes (Antonelli, 1997).

que ejemplifica la adopción rápida y masiva de un estándar que, siendo aparentemente inferior a otros, logró posicionarse hasta nuestros días por haber sido el primero en el mercado. Este tipo de situaciones resultan muy difíciles de cambiar porque implica modificar un comportamiento que ya está enraizado en la cultura colectiva.

Ahora bien, la trayectoria que sigue el sistema dependerá de cómo este va *autoorganizándose* en términos de qué interactúa con qué, qué interacciones no llegan a ocurrir, del tipo de interacciones y de las propiedades y comportamiento de los actores, entre otros factores. La autoorganización dependerá a su vez de la *trayectoria recorrida* por el sistema en el que el aprendizaje previo influencia el comportamiento y decisiones posteriores (la esencia endógena del comportamiento). No obstante, el comportamiento del sistema también se retroalimenta de shocks externos. Por ejemplo, shocks favorables en el precio de *commodities* –como la ocurrida debido a la creciente demanda de alimentos de la economía China– generan un conjunto de incentivos que hacen que el sistema reaccione de determinada manera. En economías productoras de *commodities* alimenticios, es esperable que esto provoque cambios a fin de aprovechar esta ventana de oportunidad (por ejemplo, mediante la ejecución de nuevos proyectos de inversión, la aparición de nuevas empresas y la fijación de nuevos marcos regulatorios). Estos cambios modificarán la manera en la que los actores se comportan dentro del sistema, definiendo así la trayectoria por la que avanzará el sistema en adelante.

En resumen, cualquier persona que desee comprender cómo se estructura, funciona y desempeña un SNI debe partir de la base que el fenómeno que enfrenta tiene las características que hemos discutido anteriormente. Si bien esto puede resultar bastante intuitivo en la teoría, un ejercicio de este tipo implica en la práctica poder *medir* las interacciones entre los actores que conforman un SNI, *cuantificar* el efecto de estas interacciones en términos de variables de resultado y *medir* cómo el sistema pasa de un estado a otro, entre otras cuestiones. Esto dista mucho de ser trivial y conlleva múltiples desafíos. Sobre esto profundizamos a continuación.

Los desafíos de la medición del SNI

La medición del funcionamiento y desempeño de un SNI se ve enfrentada a múltiples limitaciones debido fundamentalmente al fenómeno complejo que se está midiendo. Ningún indicador por sí solo, de los hasta ahora desa-

rollados, puede dar cuenta del funcionamiento y desempeño de un SNI, sino que se requiere de una batería de indicadores, medidas y datos cualitativos (que muchas veces resultan insuficientes). Esto pone en aprietos a académicos y hacedores de política, que dependen de la recolección de información vasta y variada, su procesamiento y correcto análisis para monitorear el funcionamiento del sistema y retroalimentar el diseño de políticas.

Actualmente, no solo no hay consenso respecto de cómo se debe medir sino tampoco sobre qué medir. Teóricamente, se debiera medir todo aquello que influye en el objetivo último del sistema: generar, difundir y utilizar innovaciones (Edquist, 2004; Edquist y Chaminade, 2006; Edquist y Hommen, 2008). Algunos componentes del SNI resultan relativamente más fáciles de medir y hay mayor claridad respecto de qué se está capturando y cómo debe capturarse. Por ejemplo, para medir el nivel de conocimiento generado dentro de un sistema hay consenso en el uso de algunos indicadores como el número de patentes otorgadas, la cantidad de investigadores por cada millón de habitantes⁵ y el total de publicaciones científicas indexadas. No obstante, otros componentes igualmente importantes dentro del sistema resultan más difíciles de aproximar a través de indicadores, como el capital social, las competencias empresariales y aquellas dimensiones contexto-específicas a una economía como las normas sociales.⁶

A continuación discutimos los problemas de medición clasificándolos en cinco tipos de desafíos. Para cada uno, analizamos cuál es el problema de medición, qué indicadores o datos son habitualmente utilizados para aproximarlos y cuáles son los problemas aún pendientes.

Primer desafío: ¿qué queremos medir?

El primer desafío que se enfrenta en el momento de caracterizar un SNI es decidir qué se quiere conocer del SNI a estudiar. Los interrogantes que se

⁵ Con el fin de capturar datos comparables respecto del esfuerzo financiero y humano en actividades de investigación y desarrollo la OCDE elabora desde los años sesenta un manual que guía el levantamiento de datos para su correcta medición. Dicho manual se conoce con el nombre de *Manual de Frascati*, por el lugar geográfico donde se reunió por primera vez el grupo de expertos que originó la primera edición del documento. Hoy se encuentra en vigencia la sexta edición correspondiente al año 2002. Los países latinoamericanos han procurado suscribirse a estos estándares.

⁶ Ver Castellacci y Natera (2011) para un ejercicio de medición de sistemas nacionales de innovación mediante la construcción de una base de datos de indicadores (denominada CANA) que permite establecer comparaciones entre países.

formulan a continuación ejemplifican algunas de las típicas motivaciones de medición.

¿Queremos medir la *estructura* del SNI? Siguiendo un enfoque de redes, implicaría identificar los nodos y vínculos dentro de un determinado sistema en un determinado momento.

¿Queremos medir el *funcionamiento* del SNI? Esto implica analizar de qué manera los elementos que componen la estructura se organizan para contribuir con el objetivo último del sistema.

¿Queremos medir *desempeño* del SNI? Involucra evaluar qué tan bien las funciones se están desarrollando por los elementos que componen la estructura en términos de algún objetivo deseable para el sistema. Ahora bien, para esto primero se debe definir el objetivo deseado del sistema, pues esto fija los lineamientos para definir los indicadores de resultado más adecuados. ¿Se desea medir la puesta en el mercado de innovaciones radicales? ¿Se desea medir la difusión, adopción y adaptación de tecnologías ya existentes en el mercado? ¿Se desea medir la contribución de la innovación en los niveles de productividad?

¿Queremos medir la *evolución* del SNI? Medir cómo un sistema pasa de un estado a otro a lo largo del tiempo resulta muy complicado debido a que no solo significa verificar que un sistema ha cambiado en cuanto a su estructura o desempeño al comparar dos fotos de un mismo sistema en el tiempo, sino que también significa entender qué explica ese cambio.

Es importante notar que las preguntas anteriores generalmente están anidadas: el conocimiento de la estructura de un SNI facilita la mejor comprensión de su funcionamiento; el conocimiento del funcionamiento de un SNI permite comprender mejor su desempeño; y el entendimiento de la estructura, funcionamiento y desempeño facilita el entendimiento de la evolución de un SNI.⁷

Por tanto, antes de medir un SNI se debe tener muy clara la pregunta de *qué se quiere medir*, ya que la respuesta dará los lineamientos acerca de qué se debiera considerar. A pesar de que algunos elementos no resulten factibles de ser incorporados *a priori* en el análisis, esto no significa obviarlos de la discusión. En la medida que se asuma que el análisis es parcial y se deje constancia de las fuentes de sesgo en el análisis, podremos ir avanzando en un mejor entendimiento del sistema.

⁷ Para una aproximación similar aplicada a sistemas de innovación tecnológicos, ver Bergék *et al.* 2008.

Segundo desafío: midiendo la estructura del SNI

El segundo desafío que se enfrenta está relacionado con la poca claridad respecto de qué elementos se deben incluir, y cómo se deben medir, cuando el objetivo es caracterizar la estructura de un SNI.

Tal como se argumenta en la literatura, la dificultad para identificar los elementos constituyentes de un SNI se vincula, en gran parte, con la inexistencia de una estructura óptima o modelo de SNI (Edquist, 2004; Edquist y Chaminade, 2006), por lo que este puede tener anticipadamente una composición de elementos muy variada y diferente en cada país. Además, los SNI pueden encontrarse en distintos niveles de maduración por lo que el tipo de elementos variará en el tiempo. Por ejemplo, en los SNI relativamente más maduros tiende a encontrarse una red de compañías de capital de riesgo más densa, organizada y profesionalizada, que es menos factible de encontrar en SNI menos desarrollados. De esta manera, no es posible definir *a priori* el conjunto de elementos a considerar en el análisis sino que se les debe identificar empíricamente caso a caso de acuerdo con las especificidades de la economía bajo análisis.

Algunas otras cuestiones metodológicas relevantes a la hora de identificar los elementos que conforman el SNI están relacionadas, por ejemplo, con la definición de la unidad de análisis. El encuadre territorial del sistema de innovación, que en este caso sería nacional, conlleva un sesgo a favor de la inclusión de elementos de carácter nacional y en contra de elementos de escala regional, provincial/estadual o municipal. Este sesgo puede llevar a ignorar elementos que resultarían relevantes para comprender posteriormente el funcionamiento y desempeño del sistema. No obstante lo anterior, los distintos niveles de análisis no debieran considerarse como sustitutos, sino como enfoques complementarios puesto que en conjunto y desde sus aristas particulares pueden contribuir a un mejor entendimiento sobre cómo funciona el proceso de innovación.

A pesar de los desafíos mencionados anteriormente es posible atacar la medición de la estructura de un SNI basándose en una “estructura genérica”, definida a partir de la capitalización de años de investigación respecto de los determinantes del proceso de innovación. Un posible punto de partida se encuentra en la aproximación utilizada por Edquist (Edquist, 2004; Edquist y Chaminade, 2006; Edquist y Hommen, 2008) quien propone que un SNI genérico se conforma de componen-

tes y vínculos.⁸ Los componentes del SNI son las organizaciones e instituciones que participan del desarrollo, uso y difusión de las innovaciones. Las *organizaciones* corresponden a los actores del sistema que tienen una estructura formal y persiguen un objetivo determinado, mientras que las *instituciones* se definen como los hábitos, normas, rutinas, prácticas establecidas, reglas y leyes que regulan las relaciones entre organizaciones. Finalmente, los vínculos capturan todas las relaciones e interacciones entre los distintos componentes (organizaciones e instituciones) del sistema. A continuación profundizaremos sobre los componentes y vínculos que típicamente se consideran en el momento de medir la estructura de un SNI.

Organizaciones: ¿Cuáles? ¿Cómo?

La medición de la estructura de un SNI generalmente comienza por la identificación de las organizaciones –a las que también llamaremos actores– que lo conforman. Teóricamente, los actores a incluir en el análisis debieran ser todos aquellos que participan del cumplimiento del objetivo del SNI que, según Edquist, corresponde al desarrollo, uso y difusión de innovaciones. Ello involucra *a priori* una gran diversidad de organizaciones, como empresas, universidades, institutos de investigación y agencias gubernamentales, entre otras. En términos generales, identificar los actores de un SNI implica resolver dos problemas centrales: 1) identificar si un actor pertenece o no al sistema que se quiere estudiar, y 2) saber si se han encontrado todos los actores del sistema (Carlsson *et al.*, 2002).

Un camino habitualmente seguido es comenzar por identificar las firmas que componen el SNI. Lundvall (2004), por ejemplo, argumenta que las empresas constituyen el componente central del SNI dado que cada firma tiene el potencial para desarrollar, absorber y usar nueva tecnología. Según este autor, el resto del SNI estaría compuesto por las otras organizaciones que contribuyen a generar capacidades adicionales en relación con la innovación. A pesar de que se ha avanzado un largo trecho en la medición de la actividad innovadora en las empresas, los avances en la identificación y caracterización de las otras organizacio-

⁸ En la nomenclatura de Edquist, las organizaciones e instituciones en conjunto conforman lo que él denomina *components*. Mientras que denomina *constituents* al conjunto de *components* y vínculos entre *components*.

nes que intervienen en el proceso de innovación son substancialmente menores. Esta dificultad está íntimamente asociada a dos cuestiones. Una es la indefinición de la *unidad de análisis*; por ejemplo, cuando una innovación se ha desarrollado en un laboratorio de investigación que pertenece a determinada facultad de cierta universidad, ¿qué debiéramos considerar en el mapeo de los componentes del SNI? ¿Debiéramos incluir el laboratorio, la facultad o la universidad en su conjunto? ¿Cuál sería la unidad de análisis más adecuada en este caso? Generalmente, no hay un criterio consensuado y la unidad de análisis queda a juicio de cada análisis. La segunda cuestión es si debiera incluirse una organización según lo que dicen sus documentos fundacionales que crea, o según lo que la organización realmente hace en la práctica (Sutz, 1999: 718). Ambas no necesariamente coinciden. Estas indefiniciones respecto de qué actores –más allá de las empresas– incluir en el SNI conllevan el riesgo tanto de sobrestimar como de subestimar los componentes del SNI. Por lo tanto, “la pregunta acerca de cómo caracterizar los sistemas de innovación sigue entonces de pie” (Sutz, 1999).

Una estrategia comúnmente utilizada para identificar el resto de las organizaciones del SNI es considerar aquellos actores que mantienen cierto tipo de vínculo (por ejemplo, financiamiento, codesarrollo de productos, fuentes de información, licencias) con las empresas del SNI (Lundvall, 2007), por lo que un enfoque de redes cobra relevancia. Sin embargo, esa estrategia requiere tanto de información de las empresas como de los vínculos, que muchas veces son difíciles de conocer y abarcar en su totalidad, fundamentalmente en el caso de países en desarrollo en los que suelen acentuarse las carencias de datos e información.

Instituciones: ¿Cuáles? ¿Cómo?

El concepto *instituciones* ha resultado bastante esquivo en el contexto del enfoque de SNI pues ha sido entendido de manera diferente por distintos autores. En algunos casos ha sido utilizado para denotar *actores organizacionales*,⁹ mientras que en otros para representar reglas institucionales (Edquist, 2004). Esta última aproximación es la que tiene mayor

⁹ Por ejemplo, Patel y Pavitt (1994) consideran como instituciones al conjunto de empresas, universidades, *mix* de instituciones educativas y vocacionales públicas y privadas, y a los gobiernos que participan del proceso de innovación. Aquí claramente se utilizó el concepto de instituciones para denotar a actores.

aceptación en la literatura y sigue de cerca la perspectiva de “reglas del juego” de North, quien postula:

Las instituciones corresponden a las reglas del juego dentro de una sociedad o, más formalmente, corresponden a las restricciones creadas por el ser humano que dan forma a la interacción humana. En consecuencia, estas estructuran los incentivos del intercambio humano, ya sea político, social o económico. El cambio institucional moldea la manera en la que las sociedades evolucionan en el tiempo y por lo tanto son claves para el entendimiento del cambio histórico (North, 1990: 3).

Siguiendo esta perspectiva, entenderemos como *instituciones* al “conjunto de hábitos, rutinas, reglas, normas y leyes que regulan las relaciones entre individuos y dan forma a la interacción humana” (Lundvall, 1992: 26). De esta manera, se incluyen en este conjunto “todos los factores económicos, sociales, políticos, organizacionales e institucionales, entre otros factores importantes, que influyen en el desarrollo, difusión y uso de innovaciones” (Edquist, 1997: 14).

La importancia de considerar el contexto institucional al momento de analizar la estructura de un SNI se relaciona con que tanto el comportamiento de los actores como las interacciones que ocurren entre ellos durante el proceso de innovación están moderados por un amplio conjunto de reglas que, evidentemente, varían de país a país. Los canales a través de los que las instituciones ejercen influencia sobre el comportamiento de los actores de un sistema se relacionan con las funciones últimas de cada institución en el sistema, por ejemplo, reducir incertidumbre por medio de la provisión de información, gestionar conflictos y cooperaciones, proveer incentivos y canalizar recursos (Edquist y Johnson, 1997).

De esta forma, la manera en la que las organizaciones dentro de la estructura de un SNI interactúan estará determinada por las especificidades del contexto institucional en el cual dichas interacciones ocurren. Por esta razón, el proceso de innovación es considerado contexto-específico y por lo tanto no es posible replicar las buenas prácticas de un país en términos de la estructura de su SNI, tal como se mencionó anteriormente. En consecuencia, las buenas prácticas solo pueden ser utilizadas a modo de referencia.

No obstante lo anterior, es importante considerar que así como las reglas del juego influyen en el comportamiento de los actores, estos también influyen en las reglas del juego (por ejemplo, Johnson, 1992). Un ejemplo práctico de este tipo puede hallarse en el caso de la industria de semillas

en la Argentina en el que los derechos de propiedad intelectual correspondientes a invenciones en variedades vegetales se protegen bajo el sistema UPOV 78.¹⁰ Este sistema que permite el “privilegio del agricultor”,¹¹ reduce las posibilidades de apropiación de las rentas tecnológicas provenientes de semillas tecnológicamente mejoradas. A fin de recuperar la inversión realizada en I+D, las instituciones y empresas obtentoras que realizan investigación y desarrollo de especies vegetales, nucleadas en una asociación civil llamada ArPOV¹² desarrollaron el sistema de “regalía extendida”. Al comprar semillas certificadas en el mercado, el agricultor adhiere a este sistema y se compromete a pagar las regalías correspondientes a las semillas sembradas de “uso propio”. Este ejemplo ilustra cómo los actores contribuyen también a instaurar nuevas reglas del juego y, por lo tanto, muestra también que el contexto institucional no es estático.

Una vez que se ha llegado a un acuerdo respecto del alcance de la definición y de la importancia de considerar el contexto institucional dentro de la estructura de un SNI, surge el desafío de definir *qué* instituciones incluir y *cómo* medirlas sin perderse en la perspectiva holística que debiera guiar esta tarea. Tradicionalmente se distingue entre instituciones formales o formalizadas e instituciones no formalizadas. Las primeras corresponden a reglas del juego que están típicamente codificadas y que son más visibles que las segundas. Las instituciones informales, por su parte, tienen carácter tácito y deben ser observadas indirectamente mediante el comportamiento de las personas y organizaciones (Edquist y Johnson, 1997).

Debido a su carácter formal, las instituciones formalizadas pueden ser identificadas con mayor facilidad y por lo tanto son, hasta cierto punto, más fáciles de medir. El esquema impositivo que enfrentan las empresas, la existencia de leyes de protección a la propiedad intelectual (y su *enforcement*) y la disponibilidad de normas técnicas, entre otras instituciones, definen en parte el esquema de incentivos de las empresas y por ende dan forma a su comportamiento. Su medición puede llegar a ser tan simple como construir un indicador binario que capture si en un país se cuenta o no con un incentivo tributario a la I+D intramuros o si existe una ley que guía la pro-

10 El sistema *sui generis* más difundido en los países para la protección de las variedades vegetales es el Acuerdo UPOV. Existen dos sistemas vigentes actualmente: UPOV 1978 y UPOV 1991. El último es más similar al sistema de patentes, mientras que el primero provee de niveles de protección intelectual más débiles.

11 El “privilegio del agricultor” reconoce el agricultor no solo como productor sino como consumidor. Por lo tanto, este posee el derecho de decidir cuánta semilla guardará cada año para utilizar en posteriores cosechas.

12 Asociación Argentina de Protección de las Obtenciones Vegetales.

tección a la propiedad intelectual. También pueden capturarse a partir de encuestas dirigidas a especialistas con el fin de evaluar la calidad de ciertas instituciones formales, lo que introduce inevitablemente un componente de subjetividad. Esto caracteriza a organizaciones como el World Economic Forum con la publicación de su Índice de Competitividad Global (GCI) que, por ejemplo, procura capturar el nivel de “intensidad de la competencia de mercado”. O bien el Banco Mundial, que en la elaboración del índice “Doing Business” captura información sobre “cumplimiento de contratos” y “protección a inversionistas minoritarios”, entre otras dimensiones.

A pesar de ser más difíciles de medir, las instituciones no formalizadas no deben perderse de vista porque pueden explicar buena parte de cómo se organiza el proceso de innovación en un país. Por ejemplo, la percepción respecto de la corrupción, del manejo de las finanzas públicas o de la burocracia estatal busca capturar en qué medida la institucionalidad informal dentro de una sociedad entorpece o favorece el proceso innovativo. Esto es especialmente relevante para países en desarrollo en los que las instituciones formales están típicamente menos desarrolladas. He aquí el verdadero desafío.

Algunos ejemplos de instituciones formalizadas y no formalizadas que influyen en el proceso de innovación se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 1. Ejemplos de instituciones formales y no formales

Instituciones formales	Instituciones no formalizadas
<ul style="list-style-type: none"> • Estándares técnicos • Ley laboral • Ley de gestión de riesgo • Regulación sanitaria y de seguridad • Sistema legal relativo a contratos • Ley de propiedad intelectual • Regulación anti-monopolios • Ley impositiva • Regulación al sector bancario y financiero • Leyes que regulan la definición de misiones y objetivos de agencias públicas involucradas en el SI • Leyes que definen las condiciones para transferir los recursos públicos a las distintas organizaciones del SI 	<ul style="list-style-type: none"> • Normas sociales y valores en general • Cultura • Disposición a compartir recursos con otros actores • Espíritu emprendedor • Confianza • Aversión al riesgo • Tendencia a considerar el fracaso como un proceso de aprendizaje y de ensayo y error (cultura de segundas oportunidades)

Fuente: Elaboración propia basada en Edquist y Johnson (1997), Smith (2000) y Woolthuis et al. (2005).

Interacciones: ¿Cuáles? ¿Cómo?

Tal como se discutió en la segunda sección de este capítulo, el enfoque de SNI recoge el entendimiento del proceso de innovación como un proceso esencialmente relacional e interactivo en el que las firmas, como vectores centrales del cambio técnico, se vinculan con otros actores del sistema con el objetivo de desarrollar, utilizar y difundir innovaciones (Edquist, 2004). Por lo tanto, a fin de caracterizar y comprender acabadamente la estructura de un SNI es necesario conocer tanto qué tipo de vínculos se establecen entre los actores como entre qué actores se producen esos vínculos. Es decir, quién se conecta con quién y mediante qué tipo de relaciones. La medición del componente interactivo de un SNI constituye un desafío particularmente complejo y por lo tanto dedicamos una buena parte del capítulo a su profundización.

Una de las relaciones más estudiadas por la literatura es la de flujos de conocimiento entre actores del sistema, debido a la centralidad que tienen el conocimiento y el aprendizaje en el proceso de innovación. Por ese motivo, gran parte de la literatura se ha abocado a estudiar los flujos de conocimiento que se producen tanto entre empresas de una industria como entre empresas y organismos de ciencia y tecnología (universidades, laboratorios, institutos públicos y privados de investigación, etcétera).

En el ámbito industrial, la participación de las empresas en acuerdos formales de I+D, licencias y transferencias de *know-how* han adquirido creciente importancia en las últimas décadas (Hagedoorn y Duysters, 2000). Este tipo de vínculos, genéricamente denominados alianzas estratégicas,¹³ son cada vez más relevantes en industrias de alta tecnología (como las TIC, nanotecnología, nuevos materiales y biotecnología) en las que la complejidad de la tecnología y el alto riesgo que implica el desarrollo de nuevos productos y procesos motivan a las firmas a interactuar e intercambiar conocimiento y recursos con otros agentes. Sin embargo, metodológicamente estas cooperaciones formales no son *a priori* fáciles de capturar dado que no existen registros públicos acerca de este tipo de acuerdos, que en muchos casos son confidenciales. Habitualmente se utilizan encuestas diseñadas *ad hoc* para capturar este tipo de información o bien se incluyen preguntas de este tipo en encuestas

¹³ Las alianzas estratégicas pueden definirse como “acuerdos voluntarios entre empresas que involucran el intercambio, el reparto o el codesarrollo de productos, tecnologías o servicios” (Gulati, 1998: 293).

sectoriales. En el caso de la biotecnología en la Argentina, por ejemplo, se diseñó una encuesta *ad hoc* que permitió capturar, entre otras cosas, los acuerdos formales de I+D y alianzas estratégicas en los que participaron las empresas (Stubrin, 2013). En el caso de países desarrollados, la disponibilidad de datos acerca de este tipo de vínculos es mayor porque existen bases de datos de alianzas estratégicas industriales desarrolladas a partir de la revisión de anuncios de esas industrias en los periódicos o en otros medios escritos.¹⁴

Algunos indicadores habitualmente utilizados para capturar flujos de conocimiento entre empresas son aquellos que se basan en los documentos de patentes o publicaciones. Por ejemplo, la “cotitularidad de una patente” como indicador de que los titulares han intercambiado conocimiento y las “citas de una patente en otra patente” como indicador de que el conocimiento se ha transferido entre empresas. Este tipo de indicadores son relativamente fáciles de construir, debido a la disponibilidad, muchas veces gratuita, de bases de datos de patentes y publicaciones científicas. Sin embargo, es importante notar que en los casos en que las empresas tienen una menor propensión a patentar, como en los países en desarrollo, este tipo de indicadores tienen una eficiencia limitada para capturar flujos de conocimiento.

El conocimiento dentro del ámbito industrial también puede fluir a través de vínculos informales, tales como transferencias de conocimiento entre usuarios y proveedores (Lundvall, 1988), la circulación de conocimiento entre empresas competidoras (Allen, 1983; Giuliani y Bell, 2005; Nonaka *et al.*, 2000; von Hippel, 1987) o mediante la movilidad del personal entre empresas. Sin embargo, este tipo de vínculos, por su naturaleza informal, son muy difíciles de medir e identificar, y requieren el diseño de estrategias de búsqueda *ad hoc*.

Por otra parte, las vinculaciones entre el sector empresarial y las organizaciones abocadas a la producción de ciencia y tecnología han atraído creciente importancia e interés en la literatura. Ello obedece, en gran parte, al entendimiento de que estas organizaciones pueden proveer a las empresas de conocimiento que no está disponible o bien es más difícil de obtener dentro de la esfera industrial (Klevorick *et al.*, 1995; Mansfield,

¹⁴ Por ejemplo, la base de datos *Co-operative Agreements and Technology Indicators* (CATI) desarrollada por Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology (MERIT) que contiene información de cerca de trece mil alianzas estratégicas entre seis mil empresas, o la base de registros de alianzas estratégicas denominada Securities Data Company (SDC).

1991). Las sinergias entre empresas y universidades, por ejemplo, han sido consideradas como una de las interacciones más valiosas para el proceso de innovación¹⁵ (por ejemplo, Cohen *et al.*, 2002; Arundel y Geuna 2004; Kaufmann *et al.*, 2001). El flujo de conocimiento entre empresas y organizaciones de ciencia y tecnología puede dirigirse en ambos sentidos y transmitirse a través de distintos canales, tales como: acuerdos formales de I+D, contratos de consultoría, asistencia técnica y transferencia de tecnología, capacitación, participación de empleados de las empresas en seminarios o congresos académicos, trabajos temporarios de investigadores en empresas, entre otros.

Habitualmente la vinculación entre firmas y organismos de ciencia y tecnología se aproxima a través de indicadores bibliométricos como la existencia de “publicaciones conjuntas” entre investigadores del ámbito científico e investigadores del ámbito industrial (Hicks *et al.* 1993, Henderson y Cockburn 1994) o a través de indicadores como “citas de patentes en artículos científicos” (Jaffe 1989, Almeida y Kogut, 1999) o “coautoría de patentes” entre firmas y organismos de ciencia y tecnología (Balconi *et al.* 2006, Baba *et al.* 2009). Este tipo de indicadores poseen la ventaja de que permiten rastrear los flujos de conocimiento de manera relativamente sencilla y económica. Sin embargo, algunos autores han enfatizado que el entendimiento de las vinculaciones únicamente a través de este tipo de indicadores puede llevar a obtener una visión parcial, y hasta equivocada, de la naturaleza de los intercambios entre, por ejemplo, las universidades y las empresas (Cohen *et al.*, 2002; Schartinger *et al.*, 2001, Agrawal y Hendersen, 2002; Meyer-Krahmer *et al.*, 1998; Murray, 2002). Una manera complementaria de captar otros posibles flujos de conocimiento entre la industria y el sector científico y tecnológico es mediante encuestas y entrevistas a investigadores o a empresas (Meyer-Krahmer *et al.*, 1998; Schartinger *et al.*, 2002; D’Este y Patel, 2007; Klevorick *et al.*, 1995; Arvantis *et al.*, 2008; Mansfield, 1991).

En general puede afirmarse que, a fin de comprender mejor la estructura y funcionamiento de un SNI, se necesita contar con información sistemática y más detallada acerca de los vínculos entre actores del sistema, ya que estos no interactúan de la misma forma ni con la misma intensidad en todos los casos. Por ejemplo, los vínculos universidad-em-

¹⁵ El enfoque de Triple Hélice (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000) precisamente asume que la actividad innovadora es el resultado de la interacción entre empresas, universidades y gobierno.

presa pueden adoptar distintos canales en distintas industrias (Cohen *et al.*, 2002; Meyer-Krahmer y Schmoch, 1998), incluso la importancia de este tipo de interacciones puede variar entre industrias y entre países.¹⁶ Además, la manera en que habitualmente se recoge información sobre vínculos, sumada a las escasas fuentes de información disponibles, proveen de información muy limitada respecto de las relaciones entre aquellos actores fuera del ámbito industrial. Tal es el caso de los vínculos entre universidades o entre universidades e institutos de investigación.

Las vinculaciones internacionales de los actores del SNI, en general, son también poco exploradas. Ejemplos de flujos internacionales de conocimiento son las licencias de tecnología, compras de tecnología incorporada en equipamiento o bienes de capital, capacitaciones, alianzas estratégicas, etcétera. Este tipo de flujos internacionales, en particular las alianzas estratégicas, adquiere cada vez mayor relevancia en los procesos innovativos (Duysters *et al.*, 2009). Un indicador habitual y bastante estandarizado es la balanza de pagos tecnológica, que mide los flujos monetarios entre empresas de un país con actores externos por concepto de comercio de intangibles. Sin embargo, esta no permite identificar entre quienes se producen las interacciones.

La discusión hasta el momento se ha centrado casi exclusivamente en los vínculos que involucran la transferencia o adquisición de conocimiento. Pero, otros tipos de vínculos son también relevantes para explicar el funcionamiento de un SNI tales como los que involucran el financiamiento de la innovación. Por una parte, se encuentran los vínculos entre el sector público y las empresas a través de flujos de financiamiento (mediante subsidios directos, préstamos a tasa baja o bien exenciones tributarias) que provee el Estado a modo de incentivos para estimular la innovación con la premisa de la existencia de fallas de mercado. Por otra parte, se encuentra también el denominado “capital inteligente” proporcionado por inversionistas ángeles e inversionistas en capital de riesgo. La vinculación que surge entre la *start-up* y este tipo de inversionistas no es solo de tipo financiero (por medio del aporte de capital para el escalamiento

¹⁶ Según Meyer-Krahmer *et al.* (1998), en el caso de Alemania, las empresas de microelectrónica, software y biotecnología se vinculan con las universidades fundamentalmente mediante acuerdos de I+D y contactos informales, mientras que las empresas en otras industrias interactúan con otro tipo de vínculos como los contratos de investigación. En un estudio similar Cohen *et al.* (2002) encontró que las alianzas estratégicas son un modo de vinculación frecuente para las firmas en el sector farmacéutico, acero, aeroespacial y de telecomunicaciones, mientras que las licencias son solo relevantes en el caso de la industria farmacéutica.

e internacionalización del negocio) sino también de conocimiento tácito, puesto que el inversionista traspasa a un emprendedor innovativo su experiencia respecto de la manera de administrar un negocio innovativo para lograr su escalamiento y posterior internacionalización.

Una instancia a partir de la cual se capturan de manera sistemática –aunque muy marginalmente– las interacciones desde la perspectiva de la empresa es a través de las encuestas de innovación, en las que, por ejemplo, se pregunta por el tipo de actor con el que la empresa colaboró para desarrollar una innovación; ya sea un proveedor, un cliente, un instituto de investigación, el Estado u otras empresas, entre otros actores. A partir de las encuestas también es posible aproximar hasta cierto punto la vinculación entre Estado y empresas en términos de flujos de financiamiento mediante preguntas sobre uso de instrumentos públicos. También pueden ser aproximadas a partir de información –que en algunos países es pública– sobre beneficiarios de subsidios públicos, los que son asignados y empresas por agencias ejecutoras encargadas de administrar los instrumentos de política pública para el fomento de la innovación.

Si bien la información obtenida a partir de las encuestas de innovación es valiosa, también es cierto que es una información bastante imperfecta cuando se consideran los múltiples canales o vínculos que pueden existir entre los componentes de un SNI. Además, el tipo de preguntas que la componen permiten normalmente capturar la *existencia* de un vínculo (variable binaria), pero no la *intensidad* o *calidad* de la vinculación. Según Anlló *et al.*:

Uno de los aspectos en que las encuestas de innovación presentan mayores diferencias entre lo que miden y lo que sería deseable y necesario medir es, precisamente, el relativo a las interacciones entre los agentes, los frutos de esas vinculaciones y la incidencia de las mismas en términos de generación de nuevos conocimientos y mejora de las capacidades (2009: 92).

Una materia pendiente son ciertos avances metodológicos en este sentido, que podrían ser analizados con enfoques complementarios, como el de la teoría de redes (Wasserman y Faust, 1994).

Tercer desafío: midiendo el funcionamiento

Una vez identificada la estructura de un SNI en cuanto a sus elementos constituyentes, por ejemplo, organizaciones, instituciones e interacciones, resulta de interés evaluar cómo estos elementos aportan, en términos prácticos, a que el SNI se desempeñe del modo en que lo hace. No obstante, a partir de la estructura del sistema, no es trivial inferir directamente de qué manera esta influencia el proceso de innovación en cuanto al objetivo último de generar, usar y difundir innovaciones (Bergek *et al.*, 2008). Volvamos por un momento al ejemplo de la torta. Si contamos con el listado de ingredientes, con la infraestructura, un libro de cocina y una persona, ¿esto garantiza que el resultado de poner todo en una cocina será una torta? No necesariamente; conocer y contar con las partes que teóricamente componen una torta no implica que al juntarlas de manera aleatoria darán origen a lo que conceptualmente conocemos como torta. Lo mismo ocurre con las partes de un SNI, nos está faltando un puente entre la estructura y el desempeño: las funciones.

La limitación del enfoque “estructural” y la necesidad de un puente que permitiera comprender por qué un SNI se desempeña como lo hace motivó el surgimiento de un nuevo enfoque (más bien complementario al estructural) en el que el foco está puesto en la *funcionalidad* del sistema, es decir, en *cómo un componente o conjunto de componentes contribuyen al objetivo general del sistema* (Bergek *et al.*, 2008; Johnson, 1998, 2001). De esta manera, *las partes del sistema se organizan en funciones* que en conjunto llevan a cabo el proceso de crear, usar y difundir innovaciones.

La larga trayectoria de estudios sobre determinantes del proceso de innovación ha permitido identificar algunas funciones clave requeridas en el proceso de generar, usar y difundir innovaciones. Algunas han encontrado consenso en la literatura (Johnson, 2001); no obstante, debe tenerse presente que aún queda mucho por aprender, de manera que igualmente sigue siendo un enfoque bastante flexible (Edquist, 2011). En la tabla 7 se presenta un resumen al respecto elaborado por Bergek *et al.* (2008) que nos da algunas luces de los consensos a los que ha llegado la literatura. Por ejemplo, las funciones relativas al desarrollo de conocimiento y a la movilización de recursos (financieros y humanos) aparecen por lo general como funciones centrales para el proceso de innovación en la literatura.

Tabla 2. Tipos de funciones abordadas en la literatura

Bergek et al. (2008)	Desarrollo y difusión de conocimiento.									
Johnson (1998), Johnson (2001) y Bergek (2002)	Creación de conocimiento, facilitar intercambio de información y conocimiento.	Creación de capital humano.	Bergek y Jacobsson (varios)	Carlsson et al. (2005)	Edquist (2004)	Galli y Teubal (1997)	Hekker et al. (2007)			
			Creación de nuevo conocimiento.	Creación de base de conocimiento.	Provisión de I+D, formación de competencias.	I+D, difusión de información, conocimiento y tecnología.	Creación de conocimiento tecnológico.			
Experimentación emprendedora.			Creación de conocimiento.	Promoviendo experimentación emprendedora.	Creación y modificación de organizaciones (por ejemplo, fomento al emprendimiento).					
Influencia en la dirección de búsqueda.	Identificación de problemas. Guía en dirección de búsqueda. Provisión de incentivos a la entrada. Recolección del potencial de crecimiento.	Búsqueda de dirección de tecnologías, mercados y socios. Creación y difusión de oportunidades tecnológicas.	Guiar la dirección de búsqueda.	Creación de incentivos.	Articulación de requerimientos de calidad (lado de la demanda). Creación o modificación de instituciones que proveen incentivos, que obstaculizan a la innovación.		Articulación de la demanda. Priorización de fuentes públicas y privadas (proceso de selección).			

Creación de mercado.	Estimulación para la creación de mercados.	Crear/difundir conocimiento de mercado. Facilitar regulación (puede expandirse y promoverse el acceso a mercados).	Facilitar la creación de mercados.	Creación de mercados y condiciones de mercado apropiadas.	Formación de nuevos mercados de productos. Articulación de requerimientos de calidad (lado de la demanda).	Regulación y formación de mercados. Articulación de demanda.
Desarrollo de economías externas positivas.	Facilitar el intercambio de información y conocimiento.	Promover la generación de redes.	Facilitar creación de economías externas positivas.	Promoción de externalidades positivas.	Uso de redes.	Intercambio de información a través de redes.
Legitimización.	Contrarrestar la resistencia al cambio.	Legitimización de tecnologías y firmas.			Creación o modificación de instituciones que proveen incentivos, que obstaculizan la innovación.	Desarrollo de coaliciones para procesos de cambio.
Movilización de recursos.	Oferta de recursos.	Facilitar financiamiento. Crear mercado laboral. Incubar para proveer servicios. Crear y difundir productos.	Oferta de recursos.	Creación de recursos (financieros y en capital humano).	Financiamiento de procesos de innovación, etc. Provisión de servicios de consultoría. Actividades de incubación.	Oferta de cursos para la innovación.

Fuente: traducción de Bergeke et al. (2008: 426).

Algunas funciones consideradas importantes para el proceso de innovación son aquellas basadas en los trabajos de Edquist (Edquist, 2004; Edquist y Chaminade, 2006; Edquist y Hommen, 2008) quien traduce las funciones en “actividades” y que son organizadas en cuatro grandes categorías: 1) provisión de insumos de conocimiento al proceso de innovación; 2) actividades por el lado de la demanda; 3) provisión de organizaciones, instituciones y vinculaciones; y 4) servicios de soporte para la innovación en la empresa.

En la primera categoría, por ejemplo, se cuenta la provisión de I+D por parte de todas las organizaciones vinculadas con la generación de conocimiento, como centros de investigación, universidades y también las mismas empresas; también se incluye la formación de capital humano y capacitación. En la segunda se incluyen por ejemplo las actividades vinculadas a la definición de estándares de calidad, los que proveen información a la empresa respecto de las características que un producto o servicio debe tener con el fin de satisfacer las necesidades del consumidor; el cumplimiento con dichos estándares conlleva por lo general innovación de procesos y/o de productos. En la tercera categoría se incluyen actividades orientadas a *crear organizaciones*, como iniciativas que promueven el emprendimiento innovativo con el objetivo de incrementar la masa crítica de empresas innovativas, o bien iniciativas de política pública orientadas a la importación de centros internacionales de investigación de excelencia en áreas relevantes para el país; también se incluyen actividades que promueven la *creación, destrucción y modificación de instituciones*, que afecta las reglas del juego, como la implementación de una ley de incentivo tributario, la modificación de la carga impositiva a las micro y pequeñas empresas o bien reformas laborales, entre otras. También la tercera categoría incluye iniciativas para *promover vinculaciones*, por ejemplo, el quehacer de los *brokers tecnológicos* –típicamente ubicados dentro de las universidades– que se encargan de identificar aplicaciones de avances científicos y tecnológicos a las necesidades y problemáticas del sector empresarial. Finalmente, en la cuarta categoría se cuentan actividades de incubación, transferencia tecnológica y servicios de consultoría especializada, entre otras actividades que tienen por objetivo acompañar a la empresa durante las etapas que transita en el transcurso del ciclo de vida del negocio.

Por otra parte, también Bergek *et al.* (2008) proponen un conjunto de funciones relevantes y que aplican a los sistemas de innovación tec-

nológicos: 1) desarrollo de conocimiento y difusión; 2) influencia en la dirección de búsqueda; 3) experimentación emprendedora; 4) formación de mercados; 5) legitimización; 6) movilización de recursos; y 7) desarrollo de externalidades positivas. Este listado de actividades o funciones dista de ser exhaustivo y por lo tanto constituye un nuevo desafío para quien quiere medir el desempeño de un SNI: no solo debe superar los desafíos iniciales de conocer y medir la estructura; posteriormente debe comprender cómo los elementos que ha identificado en la estructura se organizan en términos de las funciones que llevan a cabo.

La selección de estas funciones dependerá probablemente de cómo se organiza el proceso de innovación en un determinado contexto y de cuán maduro es el sistema de innovación (por ejemplo, si es emergente o maduro, según la taxonomía adelantada por Lundvall *et al.*, 2009a). Esto implica que, en la medida que los SNI van evolucionando, algunas funciones pueden tornarse restrictivas (cuellos de botella) y por ende se transformarán en restricciones activas que demandarán de ser abordadas por la política pública. Por ejemplo, en un país que pasa de ser *imitador* a *innovativo* puede verse enfrentado a la necesidad de desarrollar más conocimiento (científico y tecnológico, por ejemplo) que previamente no resultaba especialmente crítico. De esta manera, la selección de funciones, tal como argumentamos previamente en el segundo desafío, el conjunto de funciones a considerar en el análisis debe identificarse empíricamente caso a caso con base en las especificidades de la economía bajo análisis.

Por otra parte, a pesar de que uno puede identificar algunas funciones relevantes para un SNI en particular e identificar actores que se espera cumplan con el rol de realizar dichas funciones, esto último no necesariamente ocurre en la práctica pues los actores operan de acuerdo con objetivos propios que no necesariamente están de acuerdo con los objetivos que un gobierno ha fijado para un determinado SNI. Por ejemplo, los gobiernos promueven la innovación empresarial debido a que mediante dichas actividades las empresas se tornan más productivas, incrementando de manera agregada la competitividad del aparato productivo en mercados internacionales. No obstante, las decisiones de las empresas no se basan en objetivos agregados en el nivel país, por lo que debe tenerse cuidado en asumir que los actores en estudio se vinculan con determinados actores según la estructura propuesta, y que se comportan de acuerdo con las funciones asignadas en el modelo. Tener esto en consideración es importante para evaluar el real funcionamiento del sistema.

Cuarto desafío: midiendo el desempeño

Hasta ahora el análisis se ha centrado en entender cómo medir la estructura y el funcionamiento del SNI, condiciones necesarias para evaluar el desempeño de un SNI. El desempeño, de particular interés para académicos y hacedores de política, está vinculado con el grado en que el SNI en cuestión cumpla el objetivo de desarrollar, usar y difundir innovaciones. Pero ¿cómo se mide el desempeño de un SNI? Por el momento existe un gran consenso respecto de la limitación que tienen los indicadores que tradicionalmente se utilizan, algunos de los cuales analizaremos en este apartado (por ejemplo, Smith 1995, Godin 2002, 2007). Sin embargo, a pesar de estas limitaciones es práctica común utilizar este tipo de indicadores, fundamentalmente económicos y de CTI, para aproximar (aunque imperfectamente) el desempeño de los SNI.¹⁷ Comenzaremos por analizar los dos más habitualmente utilizados: el gasto en I+D y las patentes. Ambos conforman “el centro de cualquier estudio sobre desempeño de sistemas (nacionales) de innovación” (Lundvall, 2009: 13).

Habitualmente, se utilizan los gastos en I+D¹⁸ para construir indicadores (por ejemplo, gastos de I+D como porcentaje del PBI) de los esfuerzos, públicos y privados, que se realizan para desarrollar innovaciones. La utilización de datos de gastos en I+D posee varias ventajas: son fácilmente comparables en el tiempo y entre países ya que se expresan en valores monetarios, hay un gran consenso respecto de su medición¹⁹ y existe disponibilidad de series largas que se han recolectado por décadas (sobre todo en los países desarrollados) lo cual permite comparaciones entre países y para un mismo país a lo largo del tiempo.

Sin embargo, el uso de indicadores construidos sobre la base de gastos en I+D para evaluar el desempeño del SNI resulta bastante controvertido por dos motivos fundamentales: el primero es que estos indicadores reflejan los esfuerzos realizados para crear conocimiento, pero no mues-

17 Un conjunto de organizaciones regionales e internacionales publican estadísticas respecto de indicadores de CTI: el Banco Mundial, la OECD, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe y la Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (RICyT).

18 Las actividades de I+D comprenden el trabajo creativo emprendido sistemáticamente para incrementar el acervo de conocimientos y el uso de este conocimiento para concebir nuevas aplicaciones.

19 Lineamientos que se encuentran detallados en el *Manual de Frascati* de la OECD.

tran la eficacia de esos esfuerzos²⁰, y el segundo es que particularmente en el contexto de los países latinoamericanos, los gastos en I+D resultan bastante restrictivos para entender los esfuerzos de innovación que realizan las empresas. Se sabe que gran parte de los esfuerzos de innovación empresariales se canalizan más a través de actividades de diseño de productos, capacitación, adquisición de maquinaria y software y otros, que a través de actividades de I+D (Archibugi y Pianta, 1996; Arundel, 2006).

El número de patentes, por otro lado, también se usa frecuentemente para construir indicadores que se emplean en la evaluación del desempeño del SNI (por ejemplo, un indicador usual es la cantidad de patentes por cada millón de habitantes). Por lo general, las patentes son consideradas una fuente única para el análisis del proceso de cambio técnico (Griliches, 1990), ya que son de fácil acceso, existen series largas para una gran cantidad de países y contienen información relevante para el análisis de los procesos innovativos (por ejemplo, área tecnológica, información del solicitante). Sin embargo, cuando las patentes se utilizan e interpretan como indicador del desempeño del SNI debe considerarse que estas son una proxy imperfecta de la capacidad innovadora. Entre las razones fundamentales se encuentran que no todas las invenciones son técnicamente patentables ni todos los inventos se transforman luego en innovaciones. Además, para el caso particular de los países en desarrollo, los indicadores basados en patentes son particularmente poco adecuados dado que en estos contextos las empresas rara vez usan patentes para proteger sus nuevos conocimientos. Ello obedece sobre todo a dos razones: 1) generalmente las empresas tienen un carácter de adoptantes de tecnologías en la frontera o próximas a esta; y 2) estas se especializan en sectores con baja propensión a patentar.²¹

Además del uso de indicadores basados en gastos en I+D y patentes, otra estrategia frecuentemente utilizada para aproximar el desempeño de los SNI se basa en estudiar el desempeño de su componente central: las empresas. Para ello se han diseñado instrumentos de medición que

20 Por ejemplo, el aumento del gasto en I+D sin un incremento en la intensidad tecnológica de la estructura productiva podría indicar una baja capacidad de traducir este gasto en mayor generación de conocimiento productivo (Suárez, 2006).

21 Existe una asimetría importante respecto de la propensión a patentar entre sectores económicos (Arundel y Steinmueller, 1998; Levin *et al.*, 1987; Scherer, 1959). Por ejemplo, la industria farmacéutica, química y de maquinaria usan más frecuentemente este mecanismo de apropiación, mientras que otros sectores tienen mayor preferencia por utilizar otros mecanismos, como el secreto industrial, la ventaja de mover primero o el tiempo de liderazgo, moverse velozmente por la curva de aprendizaje (Herabi, 1995).

permiten capturar diversos aspectos del proceso de innovación y sus resultados.²² Así, las encuestas de innovación se constituyen como la fuente de información más relevante acerca del comportamiento innovativo de las empresas que permiten recolectar información de esfuerzos y de resultado de los procesos innovativos, más allá de los esfuerzos de I+D y las patentes. En términos de resultado, las encuestas de innovación miden la cantidad de innovaciones de producto, de proceso, de comercialización y de organización introducidos por las empresas en un período de tiempo determinado. La ventaja de medir el desempeño por medio de la cuantificación de innovaciones es que permite captar las características generales de todas las empresas innovativas, no solo de las que patentan. Además, el desempeño del SNI puede aproximarse aún mejor cuando las innovaciones son, a su vez, clasificadas según su grado de novedad entre aquellas nuevas para la empresa, nuevas para la economía local y nuevas para la economía mundial.²³

Una crítica general respecto de la utilización de indicadores basados en las Encuestas de Innovación para evaluar el desempeño del SNI es que la medición de la actividad innovadora está casi exclusivamente centrada en el sector manufacturero. Por lo tanto, el desarrollo, uso y difusión de innovaciones en otras actividades como los servicios o aquellas vinculadas a la agricultura (o a los recursos naturales más en general) son generalmente subestimadas, con el consecuente sesgo en la medición del desempeño del SNI. Capturar mejor las conductas innovativas fuera del sector manufacturero resulta particularmente importante para las economías de la región en la que los servicios y las actividades basadas en recursos naturales son actividades de gran importancia económica²⁴ y

22 La medición de la innovación en el nivel de la firma ha evolucionado desde los primeros intentos en la década del sesenta hasta la actualidad mediante el *Manual de Oslo* en su tercera revisión (OCDE y Eurostat, 2005). El manual considera precisamente a las empresas como unidad de análisis e intenta captar la dinámica de los procesos innovativos dentro de ellas. La primera edición del *Manual de Oslo* (OECD, 1992) se centró en innovaciones tecnológicas de producto y proceso en la industria manufacturera. Desde su versión original, el manual tuvo dos revisiones (OCDE y Eurostat, 1997 y 2005), a partir de las cuales se buscó mejorar la recolección de datos asociados al proceso de innovación extendiéndola al sector de servicios e incorporando, además de las innovaciones de producto y proceso, las innovaciones organizacionales y en comercialización.

23 Para una explicación de estas categorías, ver la versión más reciente del *Manual de Oslo* (OCDE y Eurostat, 2005:57-58).

24 Los servicios representan alrededor del 66% del valor agregado mundial, y alcanza el 75% en los países desarrollados, aunque con grandes diferencias entre países y sobre todo entre regiones (Eurostat, 2012; UNCTAD, 2013). En América Latina, los servicios explican el 62% del valor agregado. Ese valor es sustantivamente mayor que para otros países en de-

en la que la actividad innovadora parece estar adquiriendo creciente relevancia.²⁵ Fundamentalmente, la complejidad, tanto de los servicios como de las actividades primarias, han sido tal vez uno de los principales obstáculos que han limitado la extensión de los procesos de medición a estas actividades (Anlló *et al.*, 2010).²⁶

Los recursos humanos y las publicaciones científicas son otros indicadores habituales para caracterizar el desempeño de los SNI. El abordaje de los recursos humanos generalmente se realiza a través del estudio de la dotación de científicos, investigadores y técnicos de un país (por ejemplo, investigadores cada millón de habitantes, gasto en I+D por investigador, graduados universitarios como porcentaje de la PEA) y a través de la formación de recursos humanos (escolarización, alfabetización, graduados universitarios en distintas disciplinas, etcétera). Este tipo de indicador tiene la limitación que no considera de qué manera estos recursos humanos contribuyen al desarrollo, uso y difusión de innovaciones. Por ejemplo, cuando la disponibilidad de recursos humanos calificados, aunque abundante, no responde a las necesidades productivas del país.

Las publicaciones, por otro lado, son un indicador de resultado (al igual que las patentes), pero fundamentalmente reflejan la creación de conocimiento en el ámbito de las universidades y organismos de investigación. La limitación principal de las publicaciones como indicador de desempeño del SNI es que, igual que con las invenciones patentadas, *a priori* es difícil saber cuánto de ese conocimiento se convierte luego en innovaciones (o contribuye a su generación). Estudios en el tema indi-

sarrollo como los asiáticos (48%), los países africanos (45%) y las economías en transición (52%) (Rubalcaba, 2013). En el caso de la agricultura, esta representa alrededor del 30% del PBI de los países de América Latina (Banco Mundial, 2013).

25 Debido a la relevancia de los sectores ligados a los recursos naturales para la región, y la creciente posibilidad, dada por los avances en nuevas tecnologías (como la biotecnología, la nanotecnología y las TIC) y los cambios en la demanda, de agregar valor e innovar en el sector de recursos naturales, la medición e identificación del cambio técnico resulta central más allá del sector manufacturero tradicional. Algunos autores argumentan que aparentemente se estarían generando nuevas oportunidades para la innovación y la incorporación de valor en industrias relacionadas con los recursos naturales (Marin *et al.*, en prensa; Pérez, 2010).

26 Corresponde destacar que en su concepción teórica y metodológica el *Manual de Oslo* contempla aportar elementos para la medición de los procesos de innovación tanto en la industria manufacturera como en las actividades primarias y los servicios (OCDE y Eurostat, 2005). Sin embargo, los mayores avances se han centrado casi exclusivamente en la industria manufacturera. Recientemente algunos estudios han comenzado a avanzar en la medición de la actividad innovadora en el sector servicios (Barletta *et al.*, 2013; Combs *et al.*, 1987; Gallouj y Savona, 2010; Gallouj y Djellal, 2010; Hollanders, 2007; Howells, 2001; Tacsir, 2011) y en el agrícola (Anlló *et al.*, 2010).

can que en el caso de los países latinoamericanos la conversión es más bien baja, ya que la capacidad de estos países por generar conocimiento científico nuevo es mucho mayor que la capacidad de usarlo (Albornoz *et al.*, 2010; Velho, 2004).

Otra forma de aproximar el desempeño de los SNI es por medio de indicadores sobre la estructura industrial y los patrones de comercio exterior de los países. Algunos de los indicadores más usados son cuánto representan en términos porcentuales las exportaciones de productos de alta tecnología en el total exportado, cuánto aportan las industrias de alta tecnología al valor agregado total o cuánto representa porcentualmente el empleo en industrias de alta tecnología sobre el empleo total. El supuesto detrás de estos indicadores es que las industrias de alta tecnología poseen oportunidades tecnológicas mayores que otras actividades, emplean recursos más calificados y agregan relativamente más valor. Sin embargo, nueva evidencia acerca de la intensificación de la actividad innovadora en sectores tradicionalmente considerados de baja tecnología, como los vinculados directamente con los recursos naturales y los tradicionales, llevan a tomar con cautela la idea de una vinculación directa y unívoca entre tecnologías y sectores a la hora de evaluar el desempeño de un SNI (Hirsch-Kreinsen, 2008; Kaplinsky y Fitter, 2004; Kirner *et al.*, 2009; Marin *et al.*, 2014; Marin *et al.*, en prensa; Pérez, 1999, 2001, 2010; Von Tunzelman y Acha, 2005).

Algunos de los indicadores anteriores se usan de manera conjunta para medir las “capacidades tecnológicas”,²⁷ entendidas como las habilidades para hacer uso eficiente del conocimiento tecnológico para asimilar, usar, adaptar y cambiar tecnologías existentes (Kim, 1997), de un SNI determinado. El Banco Mundial, la UNDP, UNIDO, UNCTAD, el World Economic Forum y algunas contribuciones académicas (Archibugi y Coco, 2004; Fagerberg y Srholec, 2008; Filippetti y Peyrache, 2011) han propuesto sus propios índices y mediciones de las capacidades tecnológicas de los países.²⁸ La característica distintiva de este tipo de índices es que resumen en un solo valor distintas dimensiones que afectan las capacidades tecnológicas (disponibilidad de recursos humanos, de infraestructura en TIC, financiamiento, creación de conocimiento, etcétera).

27 El concepto ampliamente expresado en la literatura sobre innovación ha sido utilizado para varios niveles de agregación: en el nivel de la firma, la industria y el país.

28 Consultar Archibugi *et al.* (2009) para una revisión y comparación entre los índices existentes.

Para finalizar esta subsección resulta importante reflexionar acerca de dos cuestiones. La primera es que “existe un sesgo importante tanto en la teoría como en la política por focalizar en aquello que es fácil de medir e ignorar lo que aparece como imposible o difícil de medir” (Lundvall *et al.*, 2009b: 13). Ello puede verse, por ejemplo, en el uso frecuente y repetido de indicadores tales como gastos de I+D y patentes (e incluso su abuso) y en la ausencia de análisis con respecto a la interactividad del SNI (OECD, 1995). La segunda cuestión se refiere al riesgo de que en el afán de evaluar el desempeño del SNI estableciendo comparaciones basadas en algunos indicadores mesurables se pierda el propio espíritu del concepto de SNI que es rescatar las especificidades y características particulares de cada SNI (Balzat y Hanusch, 2004).

Quinto desafío: midiendo la evolución

Una vez analizados los problemas que conlleva medir la estructura, el funcionamiento y el desempeño de un SNI nos enfrentamos al desafío del tiempo. El SNI no es estático. Por el contrario, los elementos del sistema van naturalmente cambiando, desapareciendo y apareciendo a través del tiempo. Ello conlleva dos problemas usuales para la medición de la evolución de los SNI: la falta de datos y de una metodología adecuada. En este apartado hacemos algunos comentarios sobre estas dos cuestiones.

Por un lado, la medición de la evolución del desempeño del SNI requiere de series de datos largos y de tipo panel²⁹ que permitan construir indicadores para distintos momentos del tiempo. Las series largas están en general disponibles para un conjunto limitado de indicadores (como I+D y patentes), que no son del todo adecuados para comprender la dinámica innovadora de algunos países, como los latinoamericanos (ver la discusión sobre la medición del desempeño en la sección anterior). Otros datos que permiten medir más específicamente el proceso innovativo a nivel micro, aproximar particularidades específicas de los países o aproximar los vínculos o lazos entre actores, son en general más limitados y poco sistemáticos en cuanto a su medición (en particular aquellos relacionados con los vínculos o relaciones entre los actores). Ello genera

²⁹ Los datos de panel son los que poseen varias observaciones en el tiempo para un conjunto definido de cierto tipo de unidades. Las unidades pueden ser empresas, hogares, países, individuos, etcétera.

que tengamos, haciendo una analogía, fotos tomadas con distintos tipos de cámaras no compatibles que no nos permitan conocer la película. Es decir que no nos permitan entender acabadamente cómo distintos elementos de los SNI van evolucionando.

En términos generales puede afirmarse que la periodicidad en la recolección de datos de innovación así como su sistematización (por ejemplo, a través del uso de instrumentos de recolección de datos compatibles) es clave para la obtención de datos que permitan aproximar la evolución de los SNI. En general, los países en desarrollo no cuentan con este tipo de datos debido a su alta complejidad en términos del proceso de recolección y su alto costo.³⁰

Por otra parte, además de los problemas referidos a los datos, se encuentran aquellos estrictamente metodológicos. La complejidad del SNI genera que aislar el efecto que determinados factores tienen sobre el desempeño del sistema durante un período de tiempo no sea trivial en lo absoluto. La naturaleza interactiva del proceso innovativo, como se analizó en la segunda sección, provoca que los componentes del sistema coevolucionen, dificultando la tarea de aislar cualquier efecto.

Además, desde el punto de vista del hacedor de política, es de gran interés medir la evolución del SNI por cuanto este requiere saber si las políticas implementadas con fines específicos han logrado los objetivos previstos (por ejemplo, mejorar el desempeño del SNI). Típicamente los gobiernos escogen indicadores clave que aproximan desempeño (como los que discutimos en el cuarto desafío), e implementan iniciativas de política orientadas a modificar dichos indicadores en el mediano plazo. Por ejemplo, se implementa una política de subsidios que tiene por objetivo incrementar el gasto en I+D privado, para incentivar la generación de innovaciones y, por esa vía, lograr incrementos en productividad.³¹ Conocer el impacto de estas políticas, lo que implica a su vez, aproximar la evolución del SNI, resulta especialmente complejo debido a diversas razones, como la coexistencia de varios instrumentos de política y factores coyunturales que actúan conjuntamente (por ejemplo, subsidios, beneficios tributarios, cambios macroeconómicos, políticas sectoriales),

30 No obstante conviene señalar esfuerzos concretos y crecientes en la región por la recolección de datos y recopilación de datos de CTI, por ejemplo, a través de la Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT) (www.ricyt.org) y por programas impulsados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

31 Ver Crépon *et al.* (1998) para una discusión teórica y empírica sobre la relación entre I+D, innovación y productividad.

las externalidades no esperadas que el subsidio podría tener sobre otras empresas que no recibieron subsidio, problemas de sesgo de selección de los beneficiarios, entre otros. Resolver este tipo de problemas requiere de un mayor desarrollo de las metodologías que se utilizan para abordarlos.

Reflexiones finales

Durante las últimas décadas, la comunidad latinoamericana de investigadores y hacedores de política ha relevado la importancia de invertir en ciencia, tecnología e innovación con el fin de promover el desarrollo socioeconómico de la región. Siguiendo de cerca la experiencia de países miembros de la OCDE, cada vez más países de América Latina han ido adoptando el enfoque SNI como marco conceptual para guiar el diseño e implementación de políticas públicas que fomentan la innovación. Paralelamente, la comunidad latinoamericana de investigadores ha venido acumulado un gran acervo de conocimiento respecto de la naturaleza sistémica del proceso de innovación en el contexto particular de la región.

Con el objetivo de monitorear y evaluar los resultados del creciente esfuerzo realizado en el desarrollo y fortalecimiento de los SNI surge la necesidad de contar con mejores indicadores que permitan medir adecuadamente su estructura, funcionamiento y desempeño. No obstante, a pesar del aprendizaje acumulado en la región durante el último tiempo, todavía se enfrentan importantes desafíos en cuanto a la medición y a la falta de consensos respecto de qué medir y cómo hacerlo.

En este capítulo hemos reflexionado acerca de las problemáticas que naturalmente conlleva medir un SNI empíricamente, los avances realizados en este ámbito y un conjunto de desafíos que restan por resolver. En lo que queda de esta última sección reflexionamos acerca de algunas implicancias que tienen las dificultades de medición que hemos revisado en el capítulo.

En primer lugar, queremos alertar a la comunidad académica y de política pública respecto de los riesgos que conlleva la persistente sobrevaloración de indicadores relativamente fáciles de construir y de mayor disponibilidad, como I+D y patentes. Estos indicadores, utilizados habitualmente para aproximar desempeño, han ido transformándose en un objetivo de política en sí mismo a pesar de que representan una pequeña parte de un sistema aún más grande cuyo desempeño depende de la in-

teracción de las múltiples partes que lo componen. Al respecto, Freeman y Soete (2009) advierten que cuando el gasto en I+D se convierte en un objetivo de política (por ejemplo, cuando los países fijan como objetivo que el gasto en I+D represente cierto porcentaje del PBI) ello puede generar que los esfuerzos por incrementar artificialmente el valor del indicador disminuyan la correlación con el verdadero objetivo que se está buscando (por ejemplo, incrementar la capacidad innovadora).

En segundo lugar, debido a la complejidad del fenómeno que estamos midiendo y al horizonte de tiempo en el este rinde fruto, es indispensable contar con datos actualizados y comparables en el tiempo, que permitan el aprendizaje permanente de la política pública. El acceso a información adecuada para monitorear y evaluar el funcionamiento y desempeño de los SNI es fundamental para ajustar efectivamente la intensidad y dirección de la política pública donde se requiera. No obstante, la evidente carencia de datos en la región no solo está poniendo en riesgo nuestro buen entendimiento sobre cómo operan los SNI en un contexto específico como el latinoamericano, sino que también pone en riesgo la eficacia y eficiencia de los esfuerzos en innovación y reduce la utilidad de los estudios académicos como insumos para el diseño de políticas (Stubrin y Kababe, 2013). Mayores esfuerzos en ese sentido son esperables a futuro, los que permitirán mayor interrelación entre la actividad académica y la política pública a fin de fortalecer los SNI en la región.

En resumen, mayores avances en cuanto a consensos metodológicos y la recolección de información adecuada son centrales si lo que se quiere es entender las especificidades del proceso innovativo en el contexto de América Latina. Solo así podrán conocerse mejor las indudables especificidades que caracterizan la región y que demandan de iniciativas particulares al contexto local (Suárez, 2006).

Tender puentes con otras metodologías es un camino que debe ser explorado por la comunidad académica con el fin de generar conocimiento útil para la retroalimentación del diseño de la política pública. Por ejemplo, la naturaleza interactiva del proceso de innovación conlleva el desafío de capturar mejor los vínculos entre los actores de un SNI. Aquí la teoría de redes puede resultar una herramienta de mucha utilidad ya que las relaciones entre actores constituyen el foco de atención de esta teoría. En efecto, basada en la teoría de redes se ha venido desarrollando toda una metodología para estudiar las vinculaciones entre los actores de un sistema, lo que puede resultar útil e informativo para comprender mejor las dinámicas de los SNI (Wasserman y Faust, 1994).

Por último, y a modo de reflexión final, no debe perderse de vista que el desempeño del SNI está relacionado con el grado de cumplimiento de su objetivo último que es generar, difundir y utilizar innovaciones (Edquist, 2004; Edquist y Chaminade, 2006; Edquist y Hommen, 2008). No obstante, un buen desempeño de los SNI en la región es condición necesaria pero no suficiente para promover desarrollo en el sentido amplio del término. Esto implica no olvidar que el desafío de avanzar por la senda del desarrollo requiere de una aproximación holística en términos de política pública, en que la política de CTI es, a su vez, parte de un sistema aún mayor.

Bibliografía

- Agrawal, A. y Henderson, R. (2002). "Putting patents in context: exploring knowledge transfer from MIT". *Management Science*, vol. 48, n° 1, pp. 44-60.
- Albornoz, M.; Matos Macedo, M. y Alfaraz, C. (2010). "Latin America". En L. Brito (dir.), *UNESCO Science Report 2010: The Current Status of Science Around the World*. París: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Almeida, P. y Kogut, B. (1999). "Localization of Knowledge and the Mobility of Engineers in Regional Networks". *Management Science*, vol. 45, n° 7, pp. 905-917.
- Allen, R. (1983). "Collective Invention". *Journal of Economic Behaviour y Organization*, n° 4, pp. 1-24.
- Anlló, G.; Bisang, R.; Erbes, A.; Stubrin, L. y Berardi, V. (2010). "Los problemas de medir innovación en las actividades primarias: dilema a resolver en los países de la región". En RICyT (ed.), *El Estado de la Ciencia 2010 – Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología – Iberoamericanos / Interamericanos*. Buenos Aires: RICyT.
- Anlló, G.; Suárez, D. y De Angelis, J. (2009). "Indicadores de Innovación en América Latina. Diez años del Manual de Bogotá". En RICyT (ed.), *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos*. Buenos Aires: RICyT.
- Antonelli, C. (1997). "The economics of path-dependence in industrial organization". *International Journal of Industrial Organization*, vol. 15, n° 6, pp. 643-675.

- Archibugi, D. y Coco, A. (2004). "Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice". *Research Policy*, vol. 34, pp. 175-194.
- Archibugi, D.; Denni, M. y Filippetti, A. (2009). "The technological capabilities of nations: The state of the art of the synthetic indicators". *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 76, n° 7, pp. 917-931.
- Archibugi, D. y Pianta, M. (1996). "Measuring technological change through patents and innovation surveys". *Technovation*, vol. 16, n° 9, pp. 451-468.
- Arundel, A. (2006). "Innovation survey indicators: Any progress since 1996?". Ponencia presentada en G20 Leader's level Workshop (L20 Workshop), Maastricht, The Netherlands.
- Arundel, A. y Geuna, A. (2004). "Proximity and the use of public science by innovative European firms". *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 13, n° 6, pp. 559-580.
- Arundel, A. y Steinmueller, E. (1998). "The use of patent databases by European SMEs". *Technology Analysis and Strategic Management*, vol. 10, n° 2, pp. 157-173.
- Arvanitis, S.; Sydow, N. y Woerter, M. (2008). "Do specific forms of university-industry knowledge transfer have different impacts on the performance of private enterprises? An empirical analyses based on Swiss firm data". *Journal of Technology Transfer*, n° 33, pp. 504-533.
- Baba, Y.; Shichijo, N. y Sedita, S. R. (2009). "How do collaborations with universities affect firm's innovative performance? The role of 'Pasteur scientists' in the advanced material field". *Research Policy*, vol. 38, n° 5, pp. 756-764.
- Balconi, M. y Laboranti, A. (2006). "University-industry interactions in applied research: the case of microelectronics". *Research Policy*, vol 35, n° 10, pp. 1616-1630.
- Balzat, M. y Hanusch, H. (2004). "Recent trends in the research on national innovation systems". *Journal of Evolutionary Economics*, n° 14, pp. 197-210.

- Banco Mundial (2013). Datos sobre las cuentas nacionales del Banco Mundial y archivos de datos sobre cuentas nacionales de la OCD.
- Barletta, F.; Suárez, D. y Yoguel, G. (2013). “Innovación en servicios: un aporte a la discusión conceptual y metodológica”. En RICyT (ed.), *El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos*, Buenos Aires: RICyT.
- Bergek, A.; Jacobsson, S.; Carlsson, B.; Lindmark, S. y Rickne, A. (2008). “Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis”. *Research Policy*, vol. 37, n° 3, pp. 407-429.
- Braczyk, H.-J.; Cooke, P. y Heidenreich, M. (1998). *Regional Innovation Systems: The Role of Governance in a Globalised World*. Londres-Pennsylvania: UCL.
- Breschi, S. y Malerba, F. (1997). “Sectorial Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics and Spatial Boundaries”. En Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Londres: Printer.
- Carlsson, B. (1995). *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*. Dordrecht: Kluwer.
- Carlsson, B.; Jacobsson, S.; Holmén, M. y Rickne, A. (2002). “Innovation systems: analytical and methodological issues”. *Research Policy*, vol. 31, n° 2, pp. 233-245.
- Castellacci, F. y Natera, J. M. (2011). “A new panel dataset for cross-country analyses of national systems, growth and development (CANAs)”. *Innovation and Development*, vol. 1 n° 2, pp. 205–226.
- Cohen, W.M.; Nelson, R. R. y Walsh, J. P. (2002). “Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D”. *Management Science*, vol. 48, n° 1, pp. 1-23.
- Combs, R.; Saviotti, P. y Walsh, V. (1987). *Economics and Technological Change*. Chicago: MacMillan.
- Cooke, P. (1996). *Networking for Competitive Advantage*. Dublin: National Economic and Social Council.
- Cooke, P.; Uranga, M. G. y Etxebarria, G. (1997). “Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions”. *Research Policy*, vol. 26, n° 4, pp. 475-491.

- Crépon, B.; Duguet, E. y Mairesse, J. (1998). "Research, Innovation and Productivity: An econometric analysis at the firm level". *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 7, n° 2, pp. 115-158.
- D'Este, P. y Patel, P. (2007). "University-Industry linkages in the UK: what are the main factors underlying the variety of interactions with industry?" *Research Policy*, n° 36, pp. 1295-1313.
- David, P. (1985). "Clio and the Economics of QWERTY". *The American Economic Review*, vol. 75, n° 2, pp. 332-337.
- Duysters, G.; Jacob, J.; Lemmens, C. y Jintian, Y. (2009). "Internationalization and technological catching up of emerging multinationals: a comparative case study of China's Haier Group". *Industrial and Corporate Change*, n° 18, pp. 325-349.
- Edquist, C. (1997). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. Londres: Pinter.
- (2004). "Systems of innovation: perspectives and challenges". En Fagerberg, J.; Mowery, D. y Nelson, R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- (2011). "Design of innovation policy through diagnostic analysis: identification of systemic problems (or failures)". *Industrial and Corporate Change*, vol. 20, n° 6, pp. 1725-1753.
- Edquist, C. y Chaminade, C. (2006). "Industrial policy from a systems-of-innovation perspective". *European Investment Bank Papers*, vol. 11, n° 1, pp. 108-133.
- Edquist, C. y Hommen, L. (2008). *Small Country Innovation Systems. Globalization, Change and Policy in Asia and Europe*. Cheltenham: Edward Edgar Publishing Limited.
- Edquist, C. y Johnson, B. (1997). "Institutions and organizations in systems of innovation". En Edquist, C. (ed.), *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*. Londres: Pinter.
- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2000). "The dynamics of innovation: from National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of university-industry-government relations". *Research Policy*, vol. 29, pp. 109-123.
- Eurostat (2012). Eurostat Statistics Database. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>

- Fagerberg, J. y Srholec, M. (2008). "National innovation systems, capabilities and economic development". *Research Policy*, vol. 37, n° 9, pp. 1417-1435.
- Filippetti, A. y Peyrache, A. (2011). "The Patterns of Technological Capabilities of Countries: A Dual Approach using Composite Indicators and Data Envelopment Analysis". *World Development*, vol. 39, n° 7, pp. 1108-1121.
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. Londres: Pinter.
- Freeman, C. y Soete, L. (2009). "Developing Science, technology and innovation indicators: What can we learn from the past". *Research Policy*, vol. 38, 583-589.
- Gallouj, F. y Savona, M. (2010). "Towards a theory of innovation in services". En Gallouj, F. y Djellal, F. (eds.), *The handbook of innovation and services*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Gallouj, F. y Djellal, F. (2010). *The Handbook of Service Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Giuliani, E. y Bell, M. (2005). "The Micro-determinants of meso-level learning and innovation: evidence from a Chilean wine cluster". *Research Policy*, vol. 34, n° 1, pp. 47-68.
- Godin, B. (2002). "The rise of innovation surveys: Measuring a Fuzzy concept. Project on the history and sociology of S&T statistics". Working Paper n° 16, CSIIC, Montreal.
- (2007). "National Innovation Systems: The System Approach in Historical Perspective". Working Paper n° 36, Project on the History and Sociology of STI Statistics, Quebec, Montreal.
- Grilliches, Z. (1990). "Patent statistics as economic indicators: a survey". *Journal of Economic Literature*, n° 28, pp. 1661-1707.
- Gulati, R. (1998). "Alliances and networks". *Strategic Management Journal*, n° 19, pp. 293-317.
- Hagedoorn, J. y Duysters, G. (2000). "The effects of mergers and acquisitions on the technological performance of companies in high tech environment". Mimeo, University of Maastricht, The Netherlands.

- Henderson, R. y Cockburn, I. (1994). "Measuring Competence? Exploring Firm Effects in Pharmaceutical Research". *Strategic Management Journal*, n° 15, pp. 63-84.
- Herabi, N. (1995). "Appropriability of technical innovations: an empirical analysis". *Research Policy*, vol. 24, 981-992.
- Hicks, D.; Isard, P. y Martin, B. (1993). "Univesity-industry alliances as revealed by joint publications". Mimeo, SPRU.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2008). "Low-Tech. Innovations". *Industry and Innovation*, vol. 15, n° 1, pp. 19-43.
- Hollanders, H. (2007). "Measuring service innovation: service sector innovation index". Ponencia presentada en Six Country Programme Workshop presentation, Karlsruhe, Germany.
- Howells, J. (2001). "The nature of innovation in services". En OECD (ed.), *OECD, innovation and productivity in services: OECD proceedings industry, services and trade*. París: OECD.
- Jaffe, A. B. (1989). "The real effects of academic research". *American Economic Review*, n° 79, pp. 957-970.
- Johnson, A. (1998). "Functions in innovation system approaches". Unpublished Working Paper. Department of Industrial Dynamics, Chalmers University of Technology, Goteborg.
- (2001). "Functions in innovation system approaches". Electronic Paper at the Proceedings of the Nelson and Winter Conference, Aalborg.
- Johnson, B. (1992). "Institutional Learning". En Lundvall, B.Å. (ed.), *National Systems of Innovation - Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- Kaplinsky, R. y Fitter, R. (2004). "Technology and globalisation: who gains when commodities are decommmodified?". *International Journal of Technology and Globalization*, vol. 1, n° 1, pp. 5-28.
- Kauffman, A. y Todtling, F. (2001). "Science-industry interaction in the process of innovation: the importance of boundary-crossing between systems". *Research Policy*, vol. 30, pp. 791-804.
- Kim, L. (1997). *From Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*. Boston: Harvard Business School Press.

- Kirner, E.; Kinkel, S. y Jaeger, A. (2009). "Innovation paths and the innovation performance of low-technology firms-An empirical analysis of German industry". *Research Policy*, vol. 38, n° 3, pp. 447-458.
- Klevorick, A. K.; Levin, R. C.; Nelson, R. R. y Winter, S. G. (1995). "On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities". *Research Policy*, vol. 24, n° 2, pp. 185-205.
- Levin, R.; Klevorick, A.; Nelson, R. y Winter, S. (1987). "Appropriating the returns from industrial research and development". *Brookings Papers on Economics Activity*, vol. 3, pp. 242-279.
- Lundvall, B-Å. (1988). "Innovation as an Interactive Process - from User-Producer Interaction to National Systems of Innovation". En Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, K.; Silverberg, G. y Soete, L. (eds.), *Technology and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- (1992). *National System of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- (2004). "National Innovation Systems – Analytical concept and development tool". Ponencia presentada en DRUID Tenth Anniversary Summer Conference, Denmark.
- (2007). "Innovation System Research. Where it came from and where it might go". Globelics Working Paper Series, 01.
- (2009). "Investigación en el campo de los sistemas de innovación: orígenes y posible futuro". En Lundvall, B-Å. (ed.), *Sistemas Nacionales de innovación. Hacia una teoría del aprendizaje por interacción*. San Martín: UNSAM.
- Lundvall, B-Å.; Chaminade, C.; Vang-Lauridsen, J. y Joseph, K. J. (2009a). "Innovation policies for development: towards a systemic experimentation based approach". Ponencia presentada en VII Globelics Conference, Dakar.
- Lundvall, B-Å.; Joseph, K. J. y Chaminade, C. (2009b). "Bridging Innovation System Research and Development Studies: challenges and research opportunities". Ponencia presentada en 7th Globelics Conference, Senegal, 6-8 October.
- Mansfield, E. (1991). "Academic research and industrial innovation". *Research Policy*, vol. 20, pp. 1-12.

- Marin, A. y Gibbons, M. A. (2014). "Construyendo capacidades tecnológicas en escenarios inestables: empresas manufactureras argentinas y brasileñas". *Revista CEPAL*, n° 114.
- Marin, A.; Navas-Aleman, L. y Pérez, C. (en prensa). "Natural Resource Industries as a Platform for the Development of Knowledge Intensive Industries". *Tijdschrift Voor Economische en Sociale Geografie*.
- Maskell, P. y Malmberg, A. (1997). "Towards an explanation of regional specialization and industry agglomeration". *European Planning Studies*, vol. 5, n° 1, pp. 25-41.
- Meyer-Krahmer, F. y Schmoch, U. (1998). "Science-based technologies: university-industry interactions in four fields". *Research Policy*, vol. 27, pp. 835-851.
- Murray, F. (2002). "Innovation as co-evolution of scientific and technological networks: exploring tissue engineering". *Research Policy*, vol. 31, n° 8-9, pp. 1389-1403.
- Nelson, R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Niosi, J. (2002). "National systems of innovations are 'x-efficient' (and x-effective): Why some are slow learners". *Research Policy*, vol. 31, n° 2, pp. 291-302.
- Nonaka, I.; Toyama, R. y Konno, N. (2000). "SECI, Ba and Leadership: a Unified Model of Dynamic Knowledge Creation". *Long Range Planning*, vol. 33, n° 1, pp. 5-34.
- North, D. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Nueva York: Cambridge University Press.
- (2005). *Oslo Manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data*. (3ª ed.). París: OCDE.
- OCDE (1992). *Oslo Manual - Guidelines for collecting and interpreting innovation data*. París: OECD.
- (1995). *The implications of the Knowledge-Based Economy for Future Science and Technology Policies*. París: OECD/GD.
- OCDE-Eurostat (1997). *Oslo Manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data*. (2ª ed.). París: OCDE.

- Patel, P. y Pavitt, K. (1994). "National Innovation Systems: Why they are Important, and how they might be Measured and Compared". *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 3, pp. 77-95.
- Pérez, C. (1999). *Cambio de patrón tecnológico y oportunidades para el desarrollo sustentable*. Colección Ideas para el Diálogo, n° 3, Caracas: Biblioteca Nacional de Venezuela.
- (2001). "Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil". *Revista de la CEPAL*, n° 75 (LC/G.2150-P), Santiago de Chile, diciembre.
- (2010). "Dinamismo tecnológico e inclusion social en América Latina: Una estrategia de desarrollo productivo basada en los recursos naturales". *Revista de la CEPAL*, n° 100, (LC/G.2442-P), Santiago de Chile, abril.
- Rosenberg, N. (1994). *Exploring the Black Box: Technology, Economics and History*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rubalcaba, L. (2013). "Innovation and the New Service Economy in Latin America and the Caribbean". Discussion paper n° IDB-DP-291. Inter-American Development Bank Competitiveness and Innovation Division, Institutions for Development.
- Schartinger, D.; Rammer, C.; Fischer, M. M. y Fröhlich, J. (2002). "Knowledge interactions between universities and industry in Austria: sectoral patterns and determinants". *Research Policy*, vol. 31, n° 3, pp. 303-328.
- Scherer, F.M. (1959). *Patents and the Corporation*. Mimeo, Boston.
- Smith, K. (1995). "Interactions in Knowledge Systems: Foundations, Policy Implementations and Empirical Methods". *STI Review*, vol. 16.
- (2000). "Innovation as a Systemic Phenomenon: Rethinking the Role of Policy". *Enterprise and Innovation Management Studies*, vol. 1, pp. 77-102.
- Stubrin, L. (2013). "Las empresas biotecnológicas Argentinas: la relación entre la red de conocimiento y la capacidad de innovación". En Suárez, D. (ed.), *El sistema argentino de innovación: instituciones, empresas y redes. El desafío de la creación y apropiación de conocimiento*. Los Polvorines: UNGS.

- Stubrin, L. y Kababe, Y. (2013). “La inter-relación entre la investigación científica y las políticas públicas en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI). El caso de Argentina”. Ponencia presentada en Conferencia Internacional LALICS 2013 “Sistemas Nacionales de Innovación y Políticas de CTI para un Desarrollo Inclusivo y Sustentable”, 11 y 12 de noviembre de 2013, Rio de Janeiro.
- Suárez, D. (2006). “Especificidades nacionales e indicadores de innovación”. Centro REDES, Documento de Trabajo n° 30.
- Sutz, J. (1999). “La caracterización del sistema nacional de innovación en el Uruguay: enfoques constructivos”. En Cassiolato, J. y Lastre, H. (eds.), *Globalizacao e Inovacao Localizada. Experiencias de Sistemas Locais no Mercosul (Globalization and Localised Innovation: Experiences of Local Systems in the South Common Market)*. Brasilia: IBICT.
- Tacsir, E. (2011). “Innovation in Services: The Hard Case for Latin America and the Caribbean”. Discussion paper n° IDB-DP-203. Inter-American Development Bank Capital Markets and Financial Institutions Division.
- UNCTAD (2013). UNCTADSTAT database. www.unctad.org
- Velho, L. (2004). “Science and Technology in Latin America and the Caribbean: An Overview”. Discussion Papers 04, United Nations University, Institute for New Technologies.
- Von Hippel, E. (1987). “Cooperation Between Rivals: Informal Know-How Trading”. *Research Policy*, vol. 16, pp. 291-302.
- Von Tunzelman, N. y Acha, V. (2005). “Innovation in ‘low-tech’ industries”. En Fagerberg, J.; Mowery, D. y Nelson, R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Wasserman, S. y Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Woolthuis, K.; Lankhuizen, M. y Gilsing, V. (2005). “A system failure framework for innovation policy design”. *Technovation*, vol. 25, n° 6, pp. 609-619.

Capítulo 5

Las dinámicas de los sistemas nacionales de innovación

José Miguel Natera

Introducción

El desarrollo es un proceso multidimensional: no es solo una cuestión de dotación de factores, sino que también implica la interacción de las habilidades sociales y el uso productivo del conocimiento (Lundvall, 2007). *Desarrollo*, por lo tanto, difiere de *crecimiento económico*, al significar mucho más que la posesión de bienes o la correcta asignación de los recursos (Daly, 1987). De hecho, ambos conceptos no son considerados antagónicos por naturaleza, pero se necesita un enfoque sistémico si el objetivo es analizar cómo puede producirse el desarrollo (Clark, 2005).

La relación entre innovación, crecimiento económico y desarrollo ha sido objeto constante de estudio. Hay características esenciales de este tema que se pueden encontrar en análisis de la división del trabajo de Adam Smith en 1776 y en los sistemas nacionales de producción y de aprendizaje de Friedrich List en 1841 (Lundvall *et al.*, 2002). Mucho más recientemente, desde la economía evolucionista se han propuesto diferentes enfoques que se pueden aplicar para abordar este problema;¹ sin embargo, existe uno en particular que permite analizar diferentes dimensiones de esta relación: los sistemas de innovación.

Desde fines de los años ochenta, Freeman, Lundvall y Nelson han sido muy influyentes en el establecimiento de esta herramienta de análisis y de

¹ Castellacci (2007) presenta una revisión interesante de enfoques alternativos a los sistemas nacionales de innovación para el estudio de los procesos de crecimiento dentro de la visión evolucionista.

instrumentación de políticas públicas (Fagerberg y Sapprasert, 2011); ellos han propuesto una nueva línea de investigación que ha tenido un gran auge (Uriona-Maldonado *et al.*, 2012). El trabajo seminal de Christopher Freeman (Freeman, 1987) analiza cómo las diferencias en el desempeño económico de Japón, Alemania, la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, Asia del Este y América Latina podrían explicarse desde el punto de vista histórico, enfatizando cómo la sucesión de acontecimientos en el tiempo son la llave que explica el proceso de desarrollo de las naciones. Ese ejercicio comparativo ilustra las múltiples facetas del proceso de innovación: muestra cómo la red de instituciones científicas, los sectores industriales, las políticas y las raíces culturales fueron determinantes del desarrollo económico. Lundvall propone que el fenómeno principal en esta red es el *aprendizaje*, un proceso evolutivo en el que cada agente cambia mediante la interacción con otros agentes y con el medio ambiente (Lundvall, 1996, 2004; Lundvall y Johnson, 1994), un proceso que ocurre en momentos específicos que determinan el cauce de la creación de capacidades. El enfoque institucional de Nelson (Dosi y Nelson, 1994; Nelson, 1986, 2008; Nelson y Nelson, 2002) completa las principales características del marco de sistemas de innovación. Para Nelson, el contexto determina las vinculaciones, contiene las reglas del juego que se generan en un proceso no lineal: las interacciones continuas son la base de las rutinas que dan estructura a las relaciones entre los agentes; simultáneamente y como resultado de esa continuidad, las rutinas cambian en el tiempo para adaptarse a la evolución de ellos en un proceso dinámico.

Diferentes enfoques de sistemas de innovación han sido desarrollados con el fin de encontrar el ángulo más adecuado: el enfoque sectorial (Geels, 2004; Malerba, 2002), el regional (Cooke, 2001; Cooke *et al.*, 1997; Uyarra, 2010) y el internacional (Álvarez y Marín, 2010; Carlsson, 2006; Niosi y Bellon, 1994). Estas aproximaciones han surgido como alternativas a la habitual “visión nacional”, ya que es necesario reconocer que circunscribir el estudio a las fronteras de los países tiene fuertes limitaciones cuando se enfrentan procesos productivos globalizados y también cuando se analiza la generación de innovaciones en países con un alto nivel de heterogeneidad en su interior.² Aun así, cuando lo que se pretende es realizar un esfuerzo para entender el desarrollo en sus dis-

² Por ejemplo, Brasil es un país con una extensión geográfica enorme en la que conviven diferencias muy marcadas entre los contextos regionales del Sur y del Nordeste.

tintas fases, la visión nacional sigue siendo muy útil para realizar comparaciones (Lundvall, 1998).

El objetivo de este capítulo es mostrar cómo las dinámicas de los sistemas nacionales de innovación (SNI) están relacionadas con los diferentes niveles de crecimiento y desarrollo económico. Por esta razón, el análisis que se plantea toma como unidad de análisis a una amplia gama de países y considera la evolución en el tiempo como un eje fundamental.

En primer lugar, se presenta la discusión acerca de la importancia de la dimensión temporal en el análisis. Seguidamente, se muestra una serie de evidencia empírica que analiza las distintas dinámicas de los SNI. Finalmente, las últimas dos secciones están dedicadas a analizar las implicaciones para el análisis de los procesos de desarrollo.

La dimensión “tiempo” y los SNI

Encontrar un método adecuado para aplicar el marco de sistemas de innovación es un reto que implica tomar decisiones siempre debatibles;³ no obstante, queda algo que no ha sido cuestionado en sus diferentes enfoques: la perspectiva histórica. La dependencia de la historia y la no reversibilidad se consideran fundamentales para explicar el proceso de innovación y desarrollo económico y, por ello, no se pueden obviar (Cowan y Foray, 2002). Hasta ahora, los estudios de caso han sido seleccionados como la herramienta metodológica preferida para llevar a cabo esta tarea. Una cantidad muy valiosa de evidencia empírica se ha recogido desde la investigación cualitativa: la descripción que Freeman (1987, 1995) hace de los agentes, sus interacciones y la importancia del Estado en las actividades de innovación de los países asiáticos, estableció una referencia importante para el campo; Nelson (Nelson, 1993) realizó análisis comparativos señalando las diferencias y la heterogeneidad del proceso; más recientemente Lundvall *et al.* (2009) y Edquist y Hommen (2008) han mostrado los puntos de vista de los países desarrollados y en desarrollo en cuanto a sus políticas y marcos institucionales. Otra corriente de investigación interesante, más centrada en el caso sectorial,

³ Esta línea de investigación se ha nutrido de la discusión política (Godin, 2009) y de una variedad de visiones académicas. Niosi *et al.* (1993) y Sharif (2006) presentan una discusión de las principales preocupaciones alrededor de los sistemas de innovación: su definición y delimitación, los fundamentos teóricos, el grado adecuado de flexibilidad y la posibilidad de medición.

se ha desarrollado en torno a los “modelos compatibles con la historia” (*History Friendly Models*, en inglés) (Malerba, 2002; Malerba *et al.*, 1999): estos se han enfocado en el seguimiento de la evolución de nichos específicos de tecnologías, en la identificación de las transformaciones y cambios estructurales importantes que han tenido un impacto en el sistema productivo. En cualquier caso, todas estas alternativas no han incorporado (al menos en un nivel considerable) evidencia empírica de carácter cuantitativo que permita diferenciar generalidades de especificidades.

Por su parte, los estudios econométricos que lidian con la relación entre crecimiento e innovación han tratado de integrar la visión sistémica en los análisis comparativos entre países. Fagerberg (1994) hace una revisión que incluye más de una veintena de trabajos empíricos que, para ese entonces, habían evaluado la relación entre crecimiento económico y tecnología. Las variables seleccionadas combinaban participación de sector público en la economía, crecimiento demográfico, apertura económica y medidas de productividad con típicos indicadores de actividades de innovación (como las variables de educación, los esfuerzos en I+D y las patentes). Otros desarrollos de estos enfoques han aumentado la cantidad de países analizados, alcanzando economías con niveles de desarrollo más bajos cuando los datos así lo permitían (Castellacci, 2008; Castellacci y Archibugi, 2008; Fagerberg *et al.*, 2007; Fagerberg y Verspagen, 2002; Lee y Kim, 2009). Sin embargo, estos trabajos siguen empleando regresiones simples: se mantienen estáticos y, más importante aún, no reconocen explícitamente las relaciones bidireccionales entre innovación y desarrollo.

Los ejercicios empíricos más cercanos a los enfoques dinámicos se pueden encontrar en modelos schumpeterianos de equilibrios múltiples, en los que se combina la tradición de “distancia a la frontera” en la brecha tecnológica con diferentes regímenes de convergencia dentro de grupos de países (Castellacci, 2010). Estos modelos proponen una caracterización no lineal de la relación entre innovación, capacidad de absorción y desempeño económico, en la que un umbral mínimo de la capacidad para incorporar el conocimiento es un factor crítico para alcanzar a los líderes o quedarse atrás: las transiciones no suceden en un contexto fijo, sino en un entorno evolutivo en el que las brechas tecnológicas están cambiando constantemente. Además, debido a los diversos puntos de partida, el crecimiento económico de los países no se produce de forma homogénea (Acemoglu *et al.*, 2006; Azariadis y Drazen, 1990; Galor y Weil, 2000; Howitt, 2000). Las economías caracterizadas por di-

ferentes condiciones iniciales (por ejemplo, diferentes niveles de ingreso per cápita) tienden a tener trayectorias divergentes de crecimiento en el transcurso del tiempo (Durlauf y Johnson, 1995): algunos países logran cerrar la brecha mientras que otros permanecen rezagados. Los clubes de convergencia emergen como un resultado de este proceso.

Los estudios empíricos recientes extienden la literatura de estos clubes de convergencia y sostienen que la innovación y la difusión de tecnología son factores principales que explican por qué existen varios regímenes de crecimiento (o diferentes etapas de desarrollo). Esta nueva literatura, que versa sobre los “clubes de tecnología”, investiga cómo la relación tecnología/crecimiento difiere entre grupos de países y cuáles son los factores más críticos que determinan la migración de un club a otro (Castellacci, 2008; Castellacci y Archibugi, 2008; Filippetti y Peyrache, 2011). Tres grupos (clubes) se distinguen según su capacidad para usar, adaptar y generar tecnología (Galor, 2005; Howitt y Mayer-Foulkes, 2005; Verspagen, 1991): el grupo más avanzado (alta capacidad), el grupo que está cerrando la brecha (*catching-up* en inglés, demostrando aumento de la capacidad), y el grupo más rezagado (baja capacidad).

En los estudios comparativos entre países, los modelos de equilibrios múltiples también son útiles debido a la consideración de la heterogeneidad. En el centro de los principios de economía evolutiva se encuentra la consideración de las especificidades de los agentes, determinadas por su naturaleza, por su proceso particular de aprendizaje y por las interacciones con el medio ambiente (Dosi y Nelson, 1994). De hecho, la perspectiva histórica señala que la heterogeneidad es uno de los aspectos más importantes: el proceso de evolución de los países solo se puede entender con relación a su propio pasado, a la historia por la cual han atravesado.

Un aspecto más debe ser considerado al hablar del tratamiento de la dimensión temporal en el estudio de los procesos de innovación y desarrollo: el análisis cuantitativo exige datos. Si la idea es ser inclusivo y no solo centrarse en los países más avanzados, un gran reto aparece: muchos países de menor nivel de desarrollo no tienen sistemas estadísticos robustos que ofrezcan datos históricos largos, medidos de modo constante. Esta irregularidad en la medición puede impedir el uso de los análisis econométricos. Quienes han tenido interés en los análisis empíricos del desarrollo a menudo han tenido que elegir entre estudiar un grupo seleccionado de países –normalmente los de la OCDE y los países de ingresos medios– y aplicar técnicas de series temporales, o bien, aumentar el número de países de la muestra y aplicar metodologías de

regresión transversal (estáticas). Esta situación es desafortunada: la primera opción deja afuera a los países que necesitan más atención, aquellos en los que las actividades de investigación podrían tener un mayor impacto en términos de mejorar la calidad de vida de las personas; la segunda opción no investiga a fondo la dinámica y la evolución de los sistemas económicos. En particular, para los estudios de innovación, no tener en cuenta plenamente el proceso evolutivo es una gran limitación.

Para salvar este obstáculo, mediante la aplicación de un nuevo método de imputación múltiple (Honaker y King, 2010), se construyó un panel de países con datos completos: la base de datos CANA (Castellacci y Natera, 2011) consta de 134 países y veintinueve años (de 1980 a 2008).⁴ El método utilizado en la construcción de la base de datos CANA ofrece una serie de ventajas frente a otras posibilidades. En primer lugar, incluye una mayor participación de los países en desarrollo, una visión más representativa del mundo. Segundo, usa la información ya disponible para producir estimaciones sin imponer ningún modelo a los datos. Por último, las técnicas de series temporales son ahora factibles y, por consiguiente, la dinámica de los sistemas nacionales de innovación y sus interacciones con el desarrollo económico pueden ser evaluadas cuantitativamente.

Durante las últimas dos décadas, ha crecido el número de análisis econométricos que investigan problemas evolutivos. La disponibilidad de información ha tenido mucho que ver: el paso del tiempo ha permitido la recolección de datos en las principales dimensiones (como el gasto en actividades de I+D) y la aplicación de métodos más sofisticados de minería de datos (como el de imputación múltiple usado en la base de datos CANA), abriendo la puerta a la econometría de series temporales y de panel. Estos nuevos métodos se han desarrollado para incluir el efecto de los acontecimientos precedentes como determinantes de las estructuras y patrones que definen los sistemas económicos. El modelo de vectores autorregresivos es uno de ellos: permite incorporar la endogeneización y efectos cruzados de las variables del sistema, utilizando la información del pasado y el presente para explicar los estados actuales (Greene

⁴ El método de estimación utiliza los datos existentes para estimar los puntos faltantes: combina la tendencia de cada país en el tiempo con las observaciones de corte transversal para producir, mediante un algoritmo de esperanza/maximización, un conjunto completo de datos que se asemeja a la distribución originalmente observada. El conjunto de datos, en su versión final, contiene ochenta indicadores para medir ocho dimensiones fundamentales: innovación y capacidad tecnológica, sistema de educación y capital humano, infraestructuras, competitividad económica, factores político-institucionales, estructura industrial, internacionalización y capital social.

y Zhang, 1997). En particular, la metodología de cointegración, principalmente desarrollada por Johansen (1991; 1995), es útil para estudiar las relaciones entre variables que se mueven juntas en el tiempo, tal como un sistema. Ante la verificación de la existencia de cointegración⁵ es posible distinguir entre las relaciones de largo plazo, que se encuentran en el núcleo del sistema, y la estructura de corto plazo, que representan cómo el sistema reacciona a los cambios (Hendry y Juselius, 2000; Juselius, 2006).

Al investigar la estructura de corto plazo, es posible señalar las relaciones de causalidad entre las variables, que es una característica de las dinámicas del sistema. Luego, la manera en que las variables logran adaptarse a los cambios en la estructura de largo plazo y cómo transitoriamente se ajustan a las nuevas condiciones es una rica fuente de información (Juselius, 2006). Mediante la aplicación de la metodología de cointegración se puede aportar pruebas de los motores de los sistemas económicos, de las relaciones que la estructura temporal revela, de las interacciones globales de los agentes. Además, esta metodología no impone fuertes restricciones: está orientada a utilizar la información contenida en los datos para arrojar luz sobre las relaciones sistémicas. Es una alternativa a los métodos rígidos que prueban modelos en el que las teorías se confirman o rechazan; su objetivo es iluminar los hechos empíricos que pueden mejorar los esfuerzos de teorización (Colander *et al.*, 2009; Frydman y Goldberg, 2008; Hoover *et al.*, 2008).

Debido a estas ventajas, la metodología de cointegración puede ser muy adecuada para los análisis empíricos de los sistemas de innovación y el desarrollo económico. La versatilidad de la metodología coincide con gran parte de la flexibilidad que los sistemas de innovación exigen, porque reconoce la historia como la principal fuente de información y evalúa las relaciones como el resultado de los efectos recíprocos entre diferentes dimensiones. La propuesta es colaborar con el cierre de la brecha entre teoría y empirismo: los análisis cualitativos son elementos básicos de la investigación económica, pero también se necesitan enfoques cuantitativos para tener una visión completa. De hecho, ambos ejercicios son fundamentales y deben ser aplicados en un contexto histórico.

5 La verificación de cointegración implica: a) hay evidencia de un vector que contiene una raíz unitaria y b) las variables que definen al vector se mueven juntas. En otras palabras, un sistema cointegrado es aquel que cambia en el tiempo y ese cambio depende de la evolución de las variables que lo componen.

Evidencias empíricas de las dinámicas de los SNI: un enfoque de capacidades

Si el tiempo es realmente tan importante, se debe pensar en cómo incorporarlo para entender mejor las relaciones entre innovación, crecimiento y desarrollo económico, en sus distintos niveles. Esto requiere acercarse a los ejercicios empíricos cuantitativos con la teoría, es decir, operacionalizar los sistemas de innovación. Se trata de un proceso de dos caras. Por un lado, hay que pensar en una configuración tal que permita que las relaciones propuestas por la literatura puedan ser analizadas o, lo que es igual, hay que definir un modelo. De aquí se desprenden dos implicaciones: a) los SNI deben ser representados por distintas dimensiones en términos de variables cuantificables y b) el nivel de agregación de los datos y las especificidades de esas variables cuantificables pueden influir en los resultados del modelo. Por otra parte, es necesario decidir cuáles interacciones se quieren observar con el modelo que se defina y cómo esas interacciones pueden demostrar los estados del proceso de desarrollo.

Considerando la heterogeneidad que existe en los diferentes países, es necesario encontrar un enfoque que permita caracterizarlos de manera integrada. Para la definición del modelo de SNI que pueda incorporar la dimensión temporal, el enfoque de capacidades ofrece un buen punto de partida. Siguiendo un trabajo previo escrito por Fulvio Castellacci (2013), se propone estudiar la evolución de los procesos de innovación como la interacción en el tiempo entre las distintas capacidades que conforman los SNI. Con la idea de dar una mejor estructura al análisis, el modelo que se define agrupa estas capacidades en tres subsistemas para identificar así la capacidad de crear, la capacidad de incorporar el conocimiento en el sistema productivo y el producto económico que estos procesos generan. El subsistema en el que se encuentra “la capacidad de un país para producir y comercializar un flujo de tecnología innovadora en el largo plazo” (Furman *et al.*, 2002) será llamado *capacidad de innovación*, en este subsistema se podrá observar los factores involucrados en la generación de tecnología más avanzada y que pueden tener un impacto mayor en el movimiento de la frontera del conocimiento. El subsistema *capacidad de absorción* será aquel en el que residan las características técnicas y económicas como la disponibilidad de recursos, la oferta de factores de producción, las condiciones de mercado, así como las condiciones sociales e institucionales, el nivel educativo, las competencias técnicas, las instituciones comerciales, industriales y financieras, las características modernas de los sistemas

políticos y sociales que influyen en los riesgos, los incentivos y las recompensas personales de la actividad económica (Abramovitz, 1986; Abramovitz y David, 1996). Finalmente, el *nivel de ingreso* se considerará como el producto agregado que se genera en la interacción entre la capacidad de absorción y la de innovación, en un proceso que es no lineal: el ingreso también afectará la manera en que ambos subsistemas se comportan.

Sobre la base de Abramovitz (1986), Kim (1980) y Lall (1992); Fagerberg y Shrolec (2008) se identificó un conjunto de capacidades relevantes que pueden ser representativas de los tres subsistemas que caracterizan a este modelo de SNI: ellos proponen un conjunto de indicadores y fuentes para medir capacidades en el nivel nacional. Sus propuestas fueron utilizadas como una referencia inicial en el análisis empírico: por medio de una revisión de la literatura, se decidió un conjunto de dimensiones que explican cada subsistema de capacidades, en un esfuerzo por reflejar la naturaleza compleja de los procesos que se estudian. En las siguientes líneas se presenta la definición de cada una de estas dimensiones y, a la vez, se presentan los indicadores que las representarán como indicadores (las variables cuantificables). Todos los indicadores asociados a las dimensiones seleccionadas fueron tomados de la base de datos CANA (Castellacci y Natera, 2011).

La *capacidad innovadora* está representada por tres dimensiones:

- Los recursos para la innovación: el esfuerzo y la inversión en I+D y en las actividades relacionadas, medida como el gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB.
- La producción científica: resultados de las actividades de investigación e innovación del sistema público de Ciencia y Tecnología, medido como la cantidad de artículos científicos publicados en revistas indexadas proporcional a la cantidad de habitantes.
- La producción tecnológica, entendida como la producción total de las actividades tecnológicas y de innovación realizada por empresas privadas, representada por el número de patentes registradas en la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO, por sus siglas en inglés) por cada mil habitantes.

La *capacidad de absorción* es mucho más diversa en su composición, pues incluye:

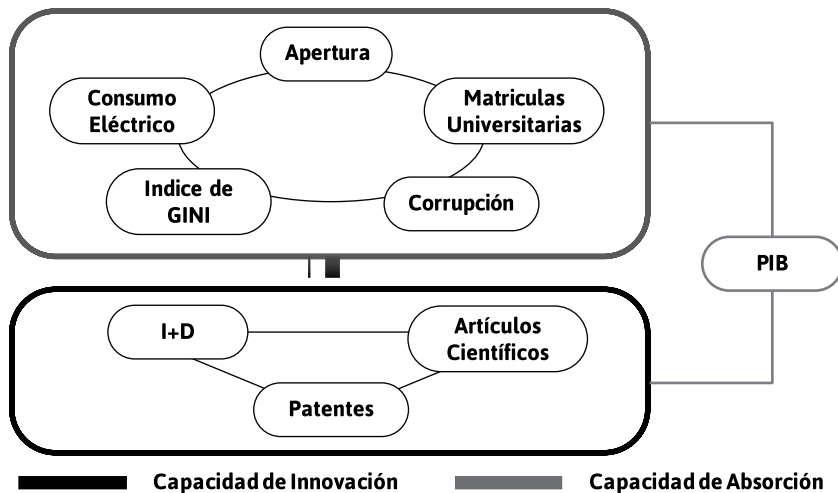
- El comercio internacional: la apertura del sistema nacional, medido como el cociente de las exportaciones y las importaciones sobre el PIB.

- El capital humano y sistema educativo: la educación y habilidades técnicas de la población se aproximan por la cantidad de matriculados en el sistema de educación superior.
- Las infraestructuras: tales como redes de transporte y distribución, la posibilidad de producción, medida como el consumo de energía en proporción a la población del país.
- La calidad de las instituciones y la gobernanza del sistema: la eficiencia del sistema de gobierno se evalúa utilizando el indicador de percepción de corrupción; la cohesión social y la desigualdad económica, los efectos de la igualdad en la confianza y el intercambio de conocimientos entre las personas se evalúan de acuerdo con el coeficiente de desigualdad en el ingreso GINI.

Finalmente, en el tercer subsistema está el *nivel de ingresos*, medido como el PIB per cápita, es el componente final del modelo: un indicador del desempeño global de los países y –en el contexto de las interacciones sistémicas– de su nivel de desarrollo.

El modelo se puede representar esquemáticamente como se observa en la figura 1.

Figura 1. Modelo de SNI con enfoque de capacidades



Con la configuración del modelo, se tiene un primer paso en esta búsqueda de evidencia empírica cuantitativa de la evolución de los SNI. El siguiente movimiento es entender qué tipo de relaciones son de interés. La oportunidad de incorporar el tiempo dentro del ejercicio abre la puerta para entender mejor cómo se lleva a cabo el proceso de innovación y cómo interactúa este proceso con el crecimiento económico y el desarrollo. En concreto, hay tres motivos para considerar que es necesario pensar estos temas de forma dinámica:

- La *capacidad de innovación*, del nivel nacional, puede ser más y mejor explorada. La investigación empírica se ha centrado principalmente en la relación entre crecimiento económico e innovación, mientras que los esfuerzos por comprender el propio proceso de innovación no han sido tan numerosos. Seguir este camino implica el riesgo de saltar a las conclusiones sin haber entendido cómo funciona el motor del crecimiento sostenible. Recientemente, algunos trabajos empíricos han revivido el interés en el estudio de estos aspectos tecnológicos: se han centrado en las capacidades tecnológicas y de innovación de los países como una manera de explicar su desempeño económico (Castellacci, 2011; Filippetti y Peyrache, 2011); aun así, sigue habiendo espacio para entender mejor el proceso de innovación.
- La *capacidad de absorción* normalmente ocupa un papel secundario en los análisis empíricos, básicamente se le trata como un elemento de control en las regresiones: sin, embargo, para los países en desarrollo, esto podría subestimar sus posibilidades de cerrar la brecha. Este resultado es sorprendente, ya que la literatura ha destacado el papel de los derrames (*spillovers*) y las actividades de imitación en el proceso de convergencia, sobre todo en el aprendizaje continuo de los países y la acumulación de capacidades (Aghion *et al.*, 2001; Lee y Kim, 2009; Pérez y Soete, 1988; Van Elkan, 1996; Verspagen, 1991). Teniendo en cuenta la complejidad de este concepto, es posible explicar buena parte de la dinámica del desarrollo: en lugar de considerarlo un factor de control en los ejercicios empíricos, es mucho más útil entender cómo se comporta este subsistema en el análisis.
- Estos dos subsistemas (la capacidad de innovación y la capacidad de absorción) coevolucionan para impulsar el desarrollo económico: se necesita más evidencia empírica para describir cómo se

producen estas relaciones. La idea es no evaluar la imitación y la innovación como actividades separadas, sino más bien estudiarlas como procesos entrelazados.

La configuración del modelo propuesto de los sistemas nacionales de innovación y estos tres motivos nos lleva a cuatro proposiciones (Castellacci y Natera, 2013):

- La dinámica de la capacidad de innovación es impulsada por la coevolución de los tres factores que la definen: recursos para la innovación, producción científica y producción tecnológica.
- La dinámica de la capacidad de absorción es impulsada por la coevolución de las cinco dimensiones que lo definen.
- La capacidad de innovación y la capacidad de absorción coevolucionan con el tiempo, es decir, estas dos dimensiones están unidas entre sí por un sistema de relaciones dinámicas.
- La dinámica de la capacidad de innovación y la de la capacidad de absorción y la coevolución entre ambas difiere entre los grupos de países que se caracterizan por diferentes niveles de desarrollo.

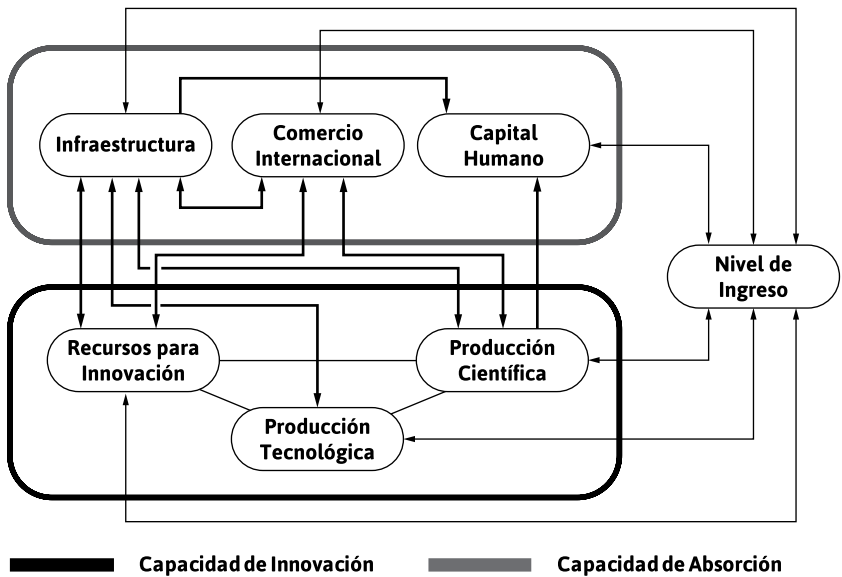
La combinación de este enfoque de capacidades con el interés de entender el proceso de desarrollo considerando la historia fue posible en un ejercicio de cointegración en panel, en el que se analizan las relaciones dinámicas entre innovación y desarrollo de 1980 a 2008. Esta metodología permitió la aplicación de una caracterización más compleja del proceso y evaluar las diferencias entre regiones del mundo. La heterogeneidad⁶ se pudo considerar mediante la definición de grupos de países que compartieran raíces institucionales e históricas, las que si bien no son homogéneas, son más próximas: además del modelo general en el que están ochenta y siete países, se definieron tres grupos y cinco subgrupos: países avanzados (miembros de la OCDE); países de renta media

6 Los análisis empíricos cuantitativos que se presentan están basados en el método de cointegración en panel combinan la información de series de tiempo con la estructura de la sección transversal, lo que potencia la estimación. Al ampliar el número de datos, se puede realizar un ejercicio mucho más complejo: una mayor cantidad de variables pueden ser incluidas gracias al incremento de grados de libertad disponibles (Breitung y Pesaran, 2006). Sin embargo, como contrapartida se debe ceder en la consideración de la heterogeneidad que cada país tiene (Pedroni, 2001; Persyn y Westerlund, 2008): la agrupación de países, según sus similitudes en términos institucionales y de proximidad geográfica, ha sido la estrategia para no dejar de lado este factor.

(América Latina, Europa del Este, Eurasia) y países menos desarrollados (África y Surasia).

El modelo de vector de corrección de error, en su versión de panel, permitió examinar la estructura causal que vincula las variables entre las capacidades de innovación, la capacidad de absorción y el nivel de ingresos. Se muestra la estructura en el tiempo: por un lado, se observan las relaciones de equilibrio a largo plazo, en el que las variables se mueven juntas (como partes de un sistema); por el otro, se describe la estructura de la causalidad para revelar cómo las variables reaccionan cuando algo cambia en el sistema. Los resultados del modelo general se muestran en la figura 2, que resume las relaciones causales (bajo el enfoque de Granger) de las que se encontraron evidencia.⁷

Figura 2. Resumen de las relaciones causales de los SNI (87 países)



Fuente: Castellacci y Natera (2013).

⁷ Para un resumen detallado de todas las estimaciones econométricas, se puede consultar el artículo científico escrito por Castellacci y Natera (2013).

La aplicación de este método ofreció evidencia que confirma las cuatro proposiciones analizadas: los procesos coevolutivos están presentes dentro de los subsistemas que se definieron y, quizás más importante, la coevolución también se evidencia entre la capacidad de innovación, la capacidad de absorción y el nivel de ingreso. Se encontraron relaciones de causalidad directas, lazos circulares de causalidad indirecta y relaciones bidireccionales de causalidad en varios sectores del modelo. Las conclusiones arrojadas por el análisis econométrico se sostienen incluso al considerar los diferentes grupos de países, pero con una diferencia importante: las relaciones causales cambian entre los diferentes niveles de desarrollo. Los países más avanzados muestran un mayor número de relaciones causales, que revelan una tendencia al aumento de complejidad a medida que se alcanzan mayores niveles de desarrollo.

Otra conclusión importante está en el estudio de las dimensiones socioinstitucionales: cohesión social y calidad institucional. Si se observa con atención, es posible notar que hay un cambio en el modelo entre la figura 1 y la figura 2, sin embargo, en los dos casos, ambas están incluidas en el análisis econométrico. El cambio se debe a que estas dimensiones socioinstitucionales no presentaron la misma dinámica temporal que las otras dimensiones del modelo: se mueven con ritmos distintos, por lo que su participación en los SNI debe ser considerada en niveles diferenciados. En buena parte, esto puede entenderse como una verificación de la propuesta de los neoschumpeterianos, quienes defienden que el proceso de innovación surge de la interacción del subsistema socioinstitucional y el subsistema tecnoeconómico (Cassiolato y Lastres, 2008).

Las dinámicas de los SNI y el desarrollo

Los resultados empíricos han ofrecido una rica fuente de información, especialmente en materia de política pública. La primera fuente está relacionada con la complejidad del desarrollo económico. En este sentido, hay dos ideas principales. El modelo presentado anteriormente (Castellacci y Natera, 2013) mostró que hay evidencias de la coevolución entre las capacidades de innovación, la capacidad de absorción y el crecimiento económico. Esto pone de manifiesto que los enfoques reduccionistas que no tienen en cuenta la naturaleza multidimensional del desarrollo pueden fallar en la postulación de recomendaciones pertinentes: un cambio en cualquier parte del sistema conducirá a muchos cambios en las otras

dimensiones y, en consecuencia, los resultados esperados en alguna dimensión específica dependerá también sobre los efectos que recibe de todo el resto del sistema (Arthur, 1989).

Siendo este el caso, el mensaje principal es claro: las estrategias de desarrollo necesitan coordinación masiva. La evidencia señala que no es suficiente centrarse en un sector en particular o una parte reducida del sistema cuando el desarrollo es el objetivo. Ciertamente, hay algunas dimensiones que tendrán un mayor impacto en el sistema y, por lo tanto, pueden ser utilizadas para dar prioridad a las acciones de políticas públicas, como el caso de la innovación. Sin embargo, los lazos de retroalimentación se mantendrán como fuentes cruciales de la causalidad: las actividades innovativas se insertan en una estructura compleja de fuerzas motrices.

La evidencia muestra que la complejidad y el desarrollo económico se mueven juntos. Los países que han logrado aumentar la interacción entre sus capacidades son los que presentan un nivel de desarrollo más alto. Esto implica que el desarrollo solo puede lograrse mediante la construcción de puentes entre las diferentes fuentes de conocimiento y, por ende, al tener una fuerte conexión entre los diferentes agentes.⁸ Esta idea no es en sí misma novedosa, de hecho ya Alfred Hirschman (1981) planteaba la necesidad de pensar en desarrollo como una secuencia no lineal de interacciones en las que cada acción tenía efectos dispersos en varias esferas del sistema social y económico. Sin embargo, la aparición de modelos focalizados que intentan modelar los sistemas económicos como compartimentos estancos han hecho que la coherencia entre políticas públicas sea relegada a un nivel de menor importancia (Rodrik, 1996): con suerte, una vez que una política ha sido formulada se busca que haya cierta armonía con el resto de acciones públicas, como si se tratase de un factor deseable y no siempre necesario.

Quizás la principal implicación de la complejidad está relacionada con la configuración institucional para hacer frente a la promoción de la innovación. Especialmente en los países en desarrollo, se han creado organismos ministeriales para fomentar las actividades de ciencia, tecnología e innovación (CTI). Esta decisión es muy saludable cuando se

8 Una de las limitaciones que tiene el enfoque en capacidades a nivel agregado, como ha sido tratado en este capítulo, es la invisibilidad con la que se trata a los agentes. Las capacidades son constructos que aquí han sido empleados para entender los procesos de aprendizajes de los países. Sin embargo, estas capacidades residen necesariamente en los agentes que las ejercen, modifican, adoptan y desechan en función a sus actividades.

entiende desde una visión compleja, en la que los organismos promotores de las actividades de CTI deben interactuar con otros agentes, con quienes comparten la responsabilidad de la construcción de capacidades: el carácter multidimensional de la innovación y el desarrollo debe encontrar contrapartes en los niveles y atribuciones pertinentes de las estructuras institucionales (Arocena y Sutz, 2000). Por supuesto, debido a la alta heterogeneidad encontrada, el diseño institucional debe ser específico a cada país. Este mensaje gana más fuerza si se piensa en las diferencias de las dinámicas entre las capacidades socioinstitucionales y el resto del modelo: no solo con la mera generación de nuevas tecnologías y su incorporación en el aparato productivo se podrá alcanzar mayores niveles de desarrollo, será también necesario considerar procesos de avances en la calidad institucional, dimensiones que se mueven a un ritmo menos acelerado dentro del sistema y que definen parte del cómo se dan las relaciones entre las capacidades.

Las sendas de desarrollo se construyen mediante la combinación de las decisiones estratégicas que cada país sigue. La combinación de las políticas de innovación y aquellas que incrementen la posibilidad de incorporar estas innovaciones en el sistema es la mejor práctica que, sobre la base de los resultados empíricos, podría recomendarse a los responsables políticos. Conjuntamente, es importante no olvidar que las estrategias de desarrollo dependen en gran medida de condiciones históricas específicas. Las decisiones tomadas son en su mayoría irreversibles, no es posible volver a aplicar plenamente las estrategias exitosas probadas en el pasado y en otras latitudes: las acciones son específicas en el tiempo y localizadas, por lo tanto, no pueden ser reproducidas a ciegas (Pérez, 2001). Sobre la base de las capacidades reveladas y de las interacciones entre ellas, las sociedades deben coordinarse y acordar la forma en que construirán las competencias que necesitan.

El análisis econométrico también confirma la importancia de considerar la heterogeneidad en las relaciones entre desarrollo económico e innovación. Como se señaló, se configuraron cinco grupos de países de acuerdo con sus características geográficas e institucionales, lo que proporcionó resultados más robustos: la cantidad de relaciones causales estuvieron siempre presentes y aumentaron en número con el nivel de desarrollo. Más aún, no se trata solo de una cuestión de encontrar un mayor número de interacciones causales en los países más desarrollados: la causalidad se configura de modo diferente para cada grupo de países, de acuerdo con su propia trayectoria particular.

De las interacciones que no vemos en el estudio de las dinámicas de los SNI en países en desarrollo

Las dinámicas de los SNI que se observan en el modelo propuesto están cargadas de implicancias teóricas y metodológicas. La captura de las dimensiones complejas consideradas en los procesos de cierre de brechas con los países líderes es un gran desafío. Los indicadores disponibles no están libres de defectos. Esto, por supuesto, es parte de la naturaleza de muchos análisis económicos, pero tiene especial relevancia cuando el objetivo es investigar los procesos evolutivos (Kleinknecht *et al.*, 2002). La construcción de la base de datos CANA (Castellacci y Natera, 2011) es un esfuerzo por superar este problema, sin embargo, la discusión está lejos de zanjarse. Desde un punto de vista metodológico, los cambios en el proceso de recolección de datos y otras fuentes exógenas de variación (por ejemplo, la implementación de nuevos procedimientos legales, redefinición de términos, los cambios en los cuestionarios) pueden afectar la medición del indicador y la información que se pudiera extraer de él (Hall *et al.*, 2010): el uso de series temporales conlleva tener en cuenta que los cambios de un año a otro podrían ser causados por cambios en la medición y no necesariamente por los cambios en el proceso que se busca medir. En cierta medida, este problema es difícil de resolver ya que los cambios metodológicos no siempre se informan con el máximo detalle.

Hay, sin embargo, otra cuestión que está más relacionada con el enfoque conceptual: la selección de indicadores como representación de procesos de innovación o capacidades de absorción es una tarea difícil. Para las economías en desarrollo, por ejemplo, el uso de patentes como indicador de las actividades de innovación genera fuertes debates (Archibugi y Coco, 2004; Archibugi *et al.*, 2009; Vaitzos, 1972): debido a la baja propensión a patentar, al escoger este indicador se subestiman los resultados de la innovación. La medición de la capacidad de absorción como una combinación de indicadores tampoco está libre de obstáculos, hay que tener en cuenta su carácter multifacético y esto solo es posible cuando las diferentes dimensiones forman parte del análisis. El asunto está en saber cuándo detenerse, si bien una minuciosa revisión de la literatura permitió construir el conjunto de datos CANA con una visión amplia (a fin de hacer frente al sesgo de selección) y los análisis de sensibilidad han demostrado la fiabilidad de los resultados, es justo reconocer que distintas fuentes también podrían ser adecuadas para el análisis que aquí se presenta.

La complejidad puede y debe ser analizada desde diferentes perspectivas. Por ejemplo, utilizando el espacio del producto de los países, Hidalgo y Hausmann (2009; Hidalgo *et al.*, 2007) plantearon conclusiones similares a las de este capítulo. Los países que han logrado aumentar la red de productos que producen y exportan muestran un mayor nivel de desarrollo. Ellos proponen que este aumento de la complejidad es compatible con las capacidades necesarias para disfrutar de una red diversificada e interconectada de productos. La construcción de puentes entre estos dos tipos de complejidad sería útil: permitiría a los hacedores de políticas públicas comprender qué acciones claves se necesitan para diversificar la estructura sectorial de los países. Hausmann e Hidalgo explican cómo funciona su visión de complejidad económica de la siguiente manera: las empresas se mueven a sectores contiguos en busca de las actividades más rentables, lo que las lleva a adquirir nuevas capacidades para operar. La combinación de ese análisis con el enfoque de capacidades que aquí se ha elegido podría iluminar para entender qué tipo y cómo deben relacionarse esas capacidades necesitadas por el sector empresarial.

Si las empresas son agentes fundamentales (no únicos) en el proceso de desarrollo, el análisis de la estructura empresarial es importante. El modelo de SNI analizado en este capítulo responde a las estructuras formales, esas que interactúan de manera expresa con las instituciones del Estado. En América Latina, las estimaciones de la Organización Internacional del Trabajo (ILO, por sus siglas en inglés) ubican al trabajo informal en un 46,8% para el año 2013 (ILO, 2015). ¿Qué implicaciones puede tener esto para el análisis de las dinámicas de los SNI? En primer lugar, a todas las consideraciones que ya se han hecho a los indicadores de capacidades se debe sumar la dificultad de medir las actividades empresariales que se encuentran al margen de los sistemas formales (Cozzens y Sutz, 2012). Pero quizás lo más importante, dada las evidencias que se han encontrado, es preguntarse si los procesos de coevolución también se pueden ver entre los sistemas formales e informales: ¿cómo afecta la generación de tecnología al sector informal? ¿Existen relaciones bidireccionales entre ambos? ¿Qué consideraciones se deben tomar al definir la capacidad de absorción en contextos informales? ¿Cuáles pueden ser los efectos de no considerar las actividades del sector informal en la formulación de las políticas públicas? La consideración del sector informal incorpora un nuevo tipo de complejidad que desde los SNI aún no consigue respuesta.

Conclusiones

El estudio de las dinámicas de los sistemas nacionales de innovación requiere de un abordaje complejo. El análisis empírico discutido en este capítulo ha sido concebido a partir de esta visión, tomando como inspiración los modelos de la tradición de “distancia a la frontera”. Naturalmente, estos modelos se han aumentado para incluir las dimensiones socio-institucionales, las capacidades tecnológicas, actividades de internacionalización y la estructura productiva como factores determinantes del nivel de desarrollo. Los resultados confirman la validez de esta decisión, pues van en contra de los enfoques reduccionistas: dado que las estructuras difieren entre los distintos niveles de desarrollo, si las características multidimensionales del proceso no están incluidas en el análisis, hay un alto riesgo de dejar a un lado variables críticas que pueden llevar a recomendaciones sesgadas para las políticas públicas (Foray, 2004).

Los análisis empíricos dinámicos podrían acercarse a las expectativas de los fundamentos teóricos de la innovación y el desarrollo económico: la incorporación del tiempo como eje estructural es ahora posible, aun con sus limitaciones. Solo para empezar, los datos no son tan problemáticos como lo eran en el pasado. Los métodos de imputación múltiple permiten la explotación de los datos disponibles a nivel de país (Castellacci y Natera, 2011): no obliga a las estimaciones a responder a un modelo en particular, sino que considera la heterogeneidad de los procesos y las interacciones entre las variables en la estimación de datos. Además, hay métodos robustos para evaluar la fiabilidad de las estimaciones. La imputación múltiple no es una solución perfecta para todos los casos (Abayomi *et al.*, 2008) ni es un remedio universal, pero es un facilitador de información importante, porque brinda la oportunidad de investigar la estructura revelada entre innovación y desarrollo, una puerta abierta para aplicar metodologías econométricas verdaderamente dinámicas.

La metodología de cointegración es una herramienta econométrica adecuada para llevar a cabo análisis empíricos sobre desarrollo e innovación desde un enfoque sistémico. En primer lugar, considera cómo las variables se mueven juntas y reaccionan cuando se produce un cambio: determina la dinámica de los efectos no lineales entre las diferentes relaciones. Además tiene la ventaja de diferenciar la estructura de largo plazo de la de corto plazo; dado el gran reto de los procesos de desarrollo, toda posibilidad de distinguir entre los efectos a largo plazo y los transitorios es útil para la interpretación de los resultados y su transformación en

recomendaciones de política. La aplicación de esta metodología ha proporcionado nuevos conocimientos sobre las relaciones entre innovación y desarrollo. Se ha ofrecido una nueva visión de las estructuras reveladas en el tiempo. En el ejercicio empírico, los vínculos entre las distintas capacidades se han descrito de acuerdo con sus efectos unidireccionales o recíprocos, lo cual ha dado como resultado la creación de una red de causalidades. Este es un paso adelante en la incorporación de la historia en la econometría de la innovación: presente, pasado y cambios en las variables se consideran al mismo tiempo para extraer los patrones de sus interacciones (Hoover *et al.*, 2008). Además del análisis de cointegración, otros ejercicios econométricos dinámicos podrían aplicarse. Foster y Wild (1999) presentan una alternativa interesante, que consiste en la aplicación de un modelo de difusión logística aumentada (*ADLM*, en inglés), en el que se caracteriza el cambio estructural de los sistemas económicos de una forma endógena, donde la propia metodología identifica la aparición de procesos disruptivos.

La complejidad de las relaciones entre innovación, desarrollo y crecimiento económico está todavía pendiente de ser plenamente comprendida. La evidencia hasta ahora ofrece, sin embargo, un mensaje contundente: las interacciones fuertes son una característica común de las economías más desarrolladas. La creciente red de causalidad que existe entre la capacidad de innovación, la capacidad de absorción y el nivel de desarrollo es un reto para la investigación y la acción pública. No hay solución fácil para el subdesarrollo (Fagerberg y Srholec, 2008). La necesidad de coordinar agentes de diversas naturalezas e intereses en una visión conjunta de desarrollo obliga a pensar en la incorporación del ámbito político como herramienta de negociación y solución de conflictos: habrá que hacer uso del poder para aliviar las tensiones, configurar agendas compartidas, distribuir los beneficios y daños (Arellano Hernández, 2011). No será fácil.

Bibliografía

- Abayomi, K.; Gelman, A. y Levy, M. (2008). "Diagnostics for multivariate imputations". *Journal of the Royal Statistical Society, Series C (Applied Statistics)*, vol. 57, n° 3, pp. 273-291.
- Abramovitz, M. (1986). "Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind". *The journal of economic history*, vol. 46, n° 2, pp. 385-406.

- Abramovitz, M. y David, P.A. (1996). "Convergence and deferred catch-up: productivity leadership and the waning of American exceptionalism". En Landau, R.; Taylor, T. y Wright, G., *The Mosaic of Economic Growth*, Stanford: Stanford University Press.
- Acemoglu, D.; Aghion, P. y Zilibotti, F. (2006). "Distance to Frontier, Selection, and Economic Growth". *Journal of the European Economic Association*, vol. 4, n° 1, pp. 37-74.
- Aghion, P.; Harris, C.; Howitt, P. y Vickers, J. (2001). "Competition, Imitation and Growth with Step-by-Step Innovation". *The Review of Economic Studies*, vol. 68, n° 3, pp. 467-492.
- Álvarez, I. y Marín, R. (2010). "Entry modes and national systems of innovation". *Journal of International Management*, vol. 16, n° 4, pp. 340-353.
- Archibugi, D. y Coco, A. (2004). "Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice". *Research Policy*, vol. 34, pp. 175-194.
- Archibugi, D.; Denni, M. y Filippetti, A. (2009). "The technological capabilities of nations: The state of the art of the synthetic indicators". *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 76, n° 7, pp. 917-931.
- Arellano Hernández, A. (2011). "Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología". En Arellano Hernández, A. y Kreimer, P. (eds.), *Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina*. Bogotá: Siglo del Hombre Editores.
- Arocena, R. y Sutz, J. (2000). "Looking at national systems of innovation from the South". *Industry & Innovation*, vol. 7, n° 1, pp. 55-75.
- Arthur, W. B. (1989). "Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Events". *The Economic Journal*, vol. 99, n° 394, pp. 116-131.
- Azariadis, C. y Drazen, A. (1990). "Threshold Externalities in Economic Development". *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 105, n° 2, pp. 501-526.
- Breitung, J. y Pesaran, M. H. (2006). "Unit roots and cointegration in panels". *The Econometrics of Panel Data*, vol. 46, pp. 279-322.

- Carlsson, B. (2006). "Internationalization of innovation systems: A survey of the literatura". *Research Policy*, vol. 35, n° 1, pp. 56-67.
- Cassiolato, J. y Lastres, H. (2008). "Discussing innovation and development: Converging points between the Latin American school and the Innovation Systems perspective?". Globelics Working Paper Series, n° 08-02.
- Castellacci, F. (2007). "Evolutionary and new growth theories. Are they converging?". *Journal of Economic Surveys*, vol. 21, n° 3, pp. 585-627.
- (2008). "Technology clubs, technology gaps and growth trajectories". *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 19, n° 4, pp. 301-314.
- (2010). "Theoretical Models of Heterogeneity, Growth and Competitiveness". NUPI Working Papers (763).
- (2011). "Closing the Technology Gap?". *Review of Development Economics*, vol. 15, n° 1, pp. 180-197.
- Castellacci, F. y Archibugi, D. (2008). "The technology clubs: The distribution of knowledge across nations". *Research Policy*, vol. 37, n° 10, pp. 1659-1673.
- Castellacci, F. y Natera, J. M. (2011). "A new panel dataset for cross-country analyses of national systems, growth and development (CANAN)". *Innovation and Development*, vol. 1, n° 2, pp. 205-226.
- (2013). "The dynamics of national innovation systems: A panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity". *Research Policy*, vol. 42, n° 3, pp. 579-594.
- Clark, D.A. (2005). "Sen's capability approach and the many spaces of human well-being". *Journal of Development Studies*, vol. 41, n° 8, pp. 1339-1368.
- Colander, D.; Goldberg, M.; Haas, A.; Juselius, K.; Kirman, A.; Lux, T. y Sloth, B. (2009). "The Financial Crisis and the Systemic Failure of the Economics Profession". *Critical Review*, vol. 21, n° 3, pp. 249-267.
- Cooke, P. (2001). "Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy". *Industrial and Corporate Change*, vol. 10, n° 4, pp. 945-974.

- Cooke, P.; Uranga, M. G. y Etxebarria, G. (1997). "Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions". *Research Policy*, vol. 26, n° 4, pp. 475-491.
- Cowan, R. y Foray, D. (2002). "Evolutionary economics and the counterfactual threat: on the nature and role of counterfactual history as an empirical tool in economics". *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 12, n° 5, pp. 539-562.
- Cozzens, S. y Sutz, J. (2012). *Innovation in Informal Settings: A Research Agenda*. Ottawa: IDRC.
- Daly, H. E. (1987). "The economic growth debate: what some economists have learned but many have not". *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 14, n° 4, pp. 323-336.
- Dosi, G. y Nelson, R. R. (1994). "An introduction to evolutionary theories in economics". *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 4, n° 3, pp. 153-172.
- Durlauf, S. N. y Johnson, P. A. (1995). "Multiple regimes and cross-country growth behaviour". *Journal of Applied Econometrics*, vol. 19, n° 4, pp. 365-384.
- Edquist, C. y Hommen, L. (2008). *Small Country Innovation Systems. Globalization, Change and Policy in Asia and Europe*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Fagerberg, J. (1994). "Technology and international differences in growth rates". *Journal of Economic Literature*, vol. 32, n° 3, pp. 1147-1175.
- Fagerberg, J. y Sapprasert, K. (2011). "National innovation systems: the emergence of a new approach". *Science and Public Policy*, vol. 38, n° 9, pp. 669-679.
- Fagerberg, J. y Srholec, M. (2008). "National innovation systems, capabilities and economic development". *Research Policy*, vol. 37, n° 9, pp. 1417-1435.
- Fagerberg, J., Srholec, M. y Knell, M. (2007). "The Competitiveness of Nations: Why Some Countries Prosper While Others Fall Behind". *World Development*, vol. 35, n° 10, pp. 1595-1620.
- Fagerberg, J. y Verspagen, B. (2002). "Technology-gaps, innovation-diffusion and transformation: an evolutionary interpretation". *Research Policy*, vol. 31, pp. 1291-1304.

- Filippetti, A. y Peyrache, A. (2011). "The Patterns of Technological Capabilities of Countries: A Dual Approach using Composite Indicators and Data Envelopment Analysis". *World Development*, vol. 39, n° 7, pp. 1108-1121.
- Foray, D. (2004). *The Economic of Knowledge*. MIT Press.
- Foster, J. y Wild, P. (1999). "Econometric modelling in the presence of evolutionary change". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 23, n° 6, pp. 749-770.
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. Londres: Pinter.
- (1995). "The 'National System of Innovation' in historical perspective". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, n° 1, pp. 5-24.
- Frydman, R. y Goldberg, M. D. (2008). "Macroeconomic Theory for a World of Imperfect Knowledge". *Capitalism and Society*, vol. 3, n° 3.
- Furman, J. L.; Porter, M. E. y Stern, S. (2002). "The determinants of national innovative capacity". *Research Policy*, vol. 31, n° 6, pp. 899-933.
- Galor, O. (2005). "Chapter 4 From Stagnation to Growth: Unified Growth Theory". En Philippe, A. y Steven, N. D. (eds.), *Handbook of Economic Growth*. Filadelfia: Elsevier.
- Galor, O. y Weil, D. N. (2000). "Population, Technology, and Growth: From Malthusian Stagnation to the Demographic Transition and beyond". *The American Economic Review*, vol. 90, n° 4, pp. 806-828.
- Geels, F. W. (2004). "From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory". *Research Policy*, vol. 33, n° 6-7, pp. 897-920.
- Godin, B. (2009). "National Innovation System: The System Approach in Historical Perspective". *Science Technology & Human Values*, vol. 34, n° 4, pp. 476-501.
- Greene, W. H. y Zhang, C. (1997). *Econometric analysis* (Vol. 3). Nueva Jersey: Prentice Hall Upper Saddle River.
- Hall, B.; Mairesse, J. y Mohnen, P. (2010). "Measuring the Returns to R&D". *CIRANO-Scientific Publications*, a. 2010s n° 02.

- Hendry, D. F. y Juselius, K. (2000). "Explaining Cointegration Analysis: Part 1". *Energy Journal*, vol. 21, n° 1, pp. 1-42.
- Hidalgo, C. A. y Hausmann, R. (2009). "The building blocks of economic complexity". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 106, n° 26, pp. 10570-10575.
- Hidalgo, C. A.; Klinger, B.; Barabási, A.-L. y Hausmann, R. (2007). "The Product Space Conditions the Development of Nations". *Science*, vol. 317, n° 5837, pp. 482-487.
- Hirschman, A. O. (1981). "Essays in Trespassing: Economics to Politics and Beyond". CUP Archive.
- Honaker, J. y King, G. (2010). "What to Do about Missing Values in Time-Series Cross-Section Data". *American Journal of Political Science*, vol. 54, n° 2, pp. 561-581.
- Hoover, K. D.; Johansen, S. y Juselius, K. (2008). "Allowing the Data to Speak Freely: The Macroeconometrics of the Cointegrated Vector Autoregression". *The American Economic Review*, vol. 98, n° 2, pp. 251-255.
- Howitt, P. (2000). "Endogenous Growth and Cross-Country Income Differences". *The American Economic Review*, vol. 90, n° 4, pp. 829-846.
- Howitt, P. y Mayer-Foulkes, D. (2005). "R&D, Implementation, and Stagnation: A Schumpeterian Theory of Convergence Clubs". *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 37, n° 2, pp. 147-177.
- ILO (2015). *World Employment and Social Outlook: Trends 2015*. Geneva: International Labour Organization Geneva.
- Johansen, S. (1991). "Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models". *Econometrica*, vol. 59, n° 6, pp. 1551-1580.
- (1995). "Identifying restrictions of linear equations with applications to simultaneous equations and cointegration". *Journal of Econometrics*, vol. 69, n° 1, pp. 111-132.
- Juselius, K. (2006). *The Cointegrated VAR Model: Methodology and Applications*. Oxford: Oxford University Press.
- Kim, L. (1980). "Stages of development of industrial technology in a developing country: A model". *Research Policy*, vol. 9, n° 3, pp. 254-277.

- Kleinknecht, A.; Van Montfort, K. y Brouwer, E. (2002). "The Non-Trivial Choice between Innovation Indicators". *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 11, n° 2, pp. 109-121.
- Lall, S. (1992). "Technological capabilities and industrialization". *World Development*, vol. 20, n° 2, pp. 165-186.
- Lee, K. y Kim, B.-Y. (2009). "Both Institutions and Policies Matter but Differently for Different Income Groups of Countries: Determinants of Long-Run Economic Growth Revisited". *World Development*, vol. 37, n° 3, pp. 533-549.
- Lundvall, B.-Å. (1996). "The Social Dimension of The Learning Economy". SSRN Scholarly Paper n° ID 66537. Rochester, NY: Social Science Research Network.
- (1998). "Why Study National Systems and National Styles of Innovation?" *Technology Analysis and Strategic Management*, vol. 10, n° 4, pp. 407-421.
- (2004). "National Innovation Systems – Analytical concept and development tool". Ponencia presentada en DRUID Tenth Anniversary Summer Conference, Denmark.
- (2007). "National innovation systems – analytical concept and development tool". *Industry and Innovation*, vol. 14, n° 1, pp. 95-119.
- Lundvall, B.-Å. y Johnson, B. (1994). "The Learning Economy". *Journal of Industry Studies*, vol. 1, n° 2, pp. 23-42.
- Lundvall, B.-Å.; Johnson, B.; Andersen, E. S. y Dalum, B. (2002). "National systems of production, innovation and competence building". *Research Policy*, vol. 31, n° 2, pp. 213-231.
- Lundvall, B.-Å.; Joseph, K. J.; Chaminade, C. y Vang, J. (2009). *Handbook On Innovation Systems And Developing Countries*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Malerba, F. (2002). "Sectoral systems of innovation and production". *Research Policy*, vol. 31, pp. 247-264.
- Malerba, F.; Nelson, R.; Orsenigo, L. y Winter, S. (1999). "History-friendly models of industry evolution: the computer industry". *Industrial and Corporate Change*, vol. 8, n° 1, pp. 3-40.
- Nelson, R. (1986). "Institutions Supporting Technical Advance in Industry". *The American Economic Review*, vol. 76, n° 2, pp. 186-189.

- (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- (2008). “What enables rapid economic progress: What are the needed institutions?”. *Research Policy*, vol. 37, n° 1, pp. 1-11.
- Nelson, R. y Nelson, K. (2002). “Technology, institutions, and innovation systems”. *Research Policy*, vol. 31, n° 2, pp. 265-272.
- Niosi, J. y Bellon, B. (1994). “The global interdependence of national innovation systems: Evidence, limits, and implications”. *Technology in Society*, vol. 16, n° 2, pp. 173-197.
- Niosi, J.; Saviotti, P.; Bellon, B. y Crow, M. (1993). “National systems of innovation: in search of a workable concept”. *Technology in Society*, vol. 15, n° 2, pp. 207-227.
- Pedroni, P. (2001). “Fully modified OLS for heterogeneous cointegrated panels”. *Advances in Econometrics*, vol. 15, pp. 93-130.
- Pérez, C. (2001). “Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil”. *Revista de la CEPAL*, n° 75 (LC/G.2150-P), Santiago de Chile, diciembre.
- Pérez, C. y Soete, L. (1988). “Catching Up in Technology: entry Barriers and Windows of Opportunity”. En Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R. y Soete, L. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Francis Pinter.
- Persyn, D. y Westerlund, J. (2008). “Error-correction-based cointegration tests for panel data”. *Stata Journal*, vol. 8, n° 2, pp. 232-241.
- Sharif, N. (2006). “Emergence and development of the National Innovation Systems concept”. *Research Policy*, vol. 35, n° 5, pp. 745-766.
- Uriona-Maldonado, M.; Santos, R. N. M. y Varvakis, G. (2012). “State of the art on the Systems of Innovation research: a bibliometrics study up to 2009”. *Scientometrics*, vol. 91, n° 3, pp. 977-996.
- Uyarra, E. (2010). “What is evolutionary about ‘regional systems of innovation’?”. Implications for regional policy. *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 20, n° 1, pp. 115-137.
- Vaitsos, C. (1972). “Patents revisited: Their function in developing countries”. *Journal of Development Studies*, vol. 9, n° 1, pp. 71-97.

Van Elkan, R. (1996). "Catching up and slowing down: Learning and growth patterns in an open economy". *Journal of International Economics*, vol. 41, n° 1 y 2, pp. 95-111.

Verspagen, B. (1991). "A new empirical approach to catching up or falling behind". *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 2, n° 2, pp. 359-380.

Capítulo 6

Sistemas de innovación: las perspectivas regionales y sectoriales

Jeffrey Orozco

Introducción

El objetivo fundamental de este capítulo es presentar las perspectivas regionales de los sistemas de innovación, haciendo un resumen analítico de la evolución de la literatura respectiva y determinando la forma en que se acerca a enfoques más generales de sistemas de innovación. El enfoque de sistemas de innovación se ha venido consolidando aceleradamente desde la década de 1990. Una amplia literatura se ha desarrollado generando análisis con enfoques de sistemas de innovación, tanto desde la perspectiva geográfica como desde la perspectiva sectorial. Al igual que los enfoques de sistemas nacionales de innovación, el de sistemas regionales o el de sistemas sectoriales, parten de que, normalmente las innovaciones son desarrolladas en procesos muy complejos, en los que se cuenta con la participación de diferentes actores. Edquist (1997) argumenta que el proceso por el cual la innovación surge es en extremo complejo, y se relaciona con la emergencia y difusión de elementos de conocimiento, así como el traslado de estos en los nuevos productos y procesos de producción; procesos que se dan a lo largo del tiempo y están influenciados por múltiples factores, lo que hace que las empresas casi nunca innoven aisladamente y, más precisamente, interactúen con otras organizaciones para adquirir, desarrollar e intercambiar varios tipos de conocimiento, información y otros recursos.

Las innovaciones son generadas en procesos interactivos de aprendizaje, en los que las diferentes piezas de conocimiento son combinadas en nuevas formas para generar nuevo conocimiento que es trasladado finalmente en un producto o proceso nuevo o mejorado, o en otros cam-

bios que la empresa desea lograr. Solo en casos excepcionales, los individuos pueden innovar todo por sí mismos sin el uso de conocimiento ya existente (Edquist y Johnson, 1997). De hecho, el proceso de exploración, desarrollo, selección y difusión de nuevas tecnologías, nuevos modos de hacer las cosas, estructuras organizacionales e instituciones, además de las interacciones de mercado, pueden probablemente estar más allá del control o incluso la imaginación de un actor individual (Dosi y Orsenigo, 1988). Todo esto destaca la importancia del análisis con enfoque de sistemas, considerando diferentes componentes y el papel que juegan actores y factores distintos.

Hay varias posibilidades para especificar los sistemas de innovación, tanto desde la dimensión geográfica como con consideraciones de industria o de sector; y como lo plantea Edquist (1997), la pregunta sobre si un sistema de innovación debería ser delimitado espacialmente o sectorialmente depende del objeto del estudio. Si el fin último al estudiar los sistemas de innovación fuese entender la manera en que estos influyen en el desempeño innovativo de las empresas y sectores productivos, parecería natural seleccionar la perspectiva sectorial. Sin embargo, las empresas y sectores pertenecen simultáneamente tanto a sistemas nacionales, locales-regionales como a sistemas sectoriales. Por lo tanto, aun cuando el análisis se centre en un enfoque sectorial, podría ser útil usar una perspectiva nacional, regional o local de sistemas de innovación. También sería útil estudiar si la evolución de los distintos sistemas lleva a cierta convergencia de ellos, como se verá en la segunda sección de este capítulo.

Cuando se estudian los sistemas de innovación desde una perspectiva regional, es de vital importancia tener clara la noción de región. Por eso la tercera sección centra la discusión en ese concepto. Uno de los cuestionamientos al enfoque de sistemas regionales de innovación es su relevancia en el marco de la globalización. La globalización de la innovación y la tecnología podría volver irrelevantes las fronteras nacionales y las capacidades tradicionales del nivel nacional, en tanto que la globalización se caracteriza por una amplia disseminación y fácil acceso a la tecnología y al conocimiento debido a las actividades globales de grandes empresas. Pero, como se verá en la cuarta sección, esto no ha sido el caso y, por el contrario, los trabajos en el marco evolucionista han mostrado que el conocimiento se transmite con gran dificultad, debido a su componente tácito y su característica de ser acumulativo, dando relevancia al fenómeno de la proximidad espacial y la concentración y, por ende, al enfoque de sistemas regionales o locales de innovación.

En la quinta sección se analizan las distintas dimensiones geográficas en que podrían analizarse los sistemas de innovación, contemplando las opciones del nivel nacional, regional, local y supranacional. Además, se hace una comparación del concepto de sistemas regionales con el concepto de clúster, también basado en una perspectiva geográfica. En la sexta sección se plantean algunos argumentos de la forma en que pueden combinarse los enfoques de sistemas regionales con los de sistemas sectoriales de innovación. Se argumenta que la capacidad de innovación de las empresas en una región o localidad específica estará determinada por sus capacidades endógenas, pero también con la capacidad de aprendizaje de la localidad o región y por el desempeño del sistema sectorial de innovación a que pertenece la empresa, así como por la ubicación de la empresa dentro de la cadena global de mercancías correspondiente y, más concretamente, por el tipo de gobernanza que se da en esa cadena.

En la sección séptima se plantea la relevancia de las instituciones para los enfoques de sistemas de innovación en general y, en particular, para los sistemas regionales de innovación. La idea general es que las instituciones son importantes para dar forma a las tecnologías y a las estructuras industriales, pero también el desempeño social y ambiental de ciertas actividades económicas (Nelson, 1993), que como tales condicionan el desempeño innovativo en las regiones o en los sectores productivos. En la octava y última sección se hace un breve resumen de las principales conclusiones sobre el enfoque de sistemas regionales de innovación que se han planteado en el capítulo y se plantean algunas sugerencias para tomar en cuenta al considerar el enfoque para aplicar políticas vinculadas con la innovación.

Convergencia y divergencia en los enfoques de innovación geográficos y sectoriales

Un argumento central en el enfoque de sistemas de innovación es que la tasa de cambio tecnológico y de innovación es determinada por la interacción entre un conjunto de organizaciones privadas y públicas que se combinan para crear, desarrollar y difundir nuevas tecnologías e innovaciones (Freeman, 1988). Un argumento de peso es que el sistema como tal no puede ser entendido enfocándose en las actividades de algún componente por separado (Asheim *et al.*, 2011). Pero surge la pregunta de cómo definir los límites del sistema (Asheim y Gertler, 2005; Carlsson y

Stankiewicz, 1995; Cooke, 2001; Malerba, 2002). Determinar los límites de los sistemas no es una tarea fácil. De hecho, muchos autores argumentan que las fronteras de los sistemas de innovación a menudo son muy difusas (Cantwell y Narula, 2003; Markusen, 1996; Narula, 2003). Edquist (2004) argumenta que los límites de los sistemas pueden ser definidos en tres formas: geográficamente, sectorialmente o en términos de las actividades o funciones del sistema. Las naciones o Estados constituyen límites naturales para algunos sistemas tecnológicos, pero en muchos casos podría tener sentido hablar de sistemas regionales o locales, o en otros casos, incluso, de sistemas internacionales o globales (Carlsson y Stankiewicz, 1995).

Por consiguiente, hay varias posibilidades para especificar los sistemas de innovación. Un grupo de perspectivas está relacionado con la dimensión geográfica y las otras a las consideraciones de industria o de sector. La pregunta sobre si un sistema de innovación debería ser delimitado espacialmente o sectorialmente depende del objeto del estudio (Edquist, 1997).

En un enfoque geográfico, el sistema puede ser local, regional, nacional, o supranacional. Este tipo de sistemas toma las fronteras geográficas de los sistemas de innovación como dadas, y analiza el conjunto de actores e instituciones involucrados en los procesos de innovación y difusión. Las fronteras nacionales tienen como objetivo identificar actores que comparten una misma cultura, historia, idioma e instituciones sociales y políticas (Lundvall, 1992). En los sistemas locales-regionales de innovación las fronteras se refieren a una región o área específica caracterizada por rasgos históricos, sociales, culturales o productivos bien definidos. En los sistemas supranacionales, el enfoque es también geográfico, pero trasciende el concepto tradicional de región e incluso el de nación, y se analizan varios países en conjunto.

Pero estos sistemas geográficos de innovación no se enfocan en industrias o tecnologías específicas. “Por el contrario, estos se concentran en el conjunto entero de industrias activas en un país o región específico, y en las instituciones que los apoyan” (Breschi y Malerba, 1997: 130). La alternativa es entonces considerar sistemas sectoriales de innovación. Un sistema sectorial de innovación:

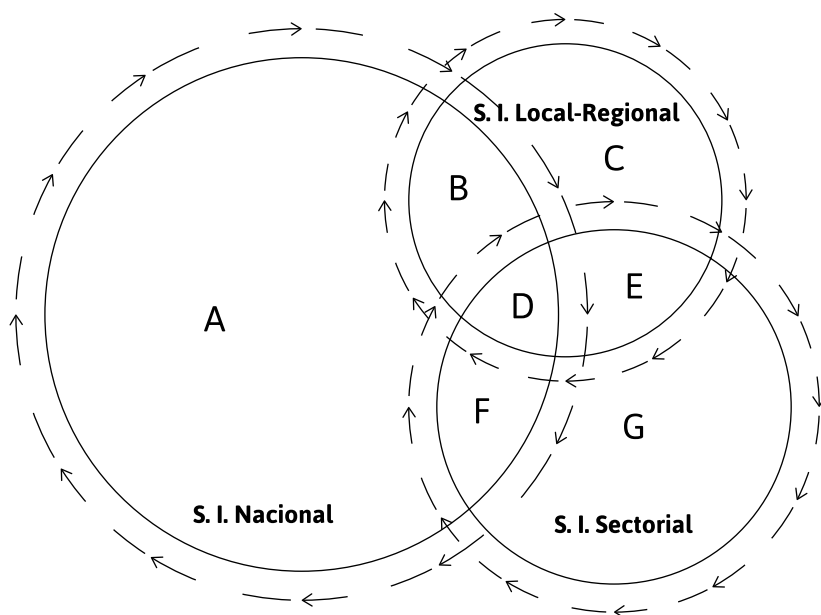
... puede ser definido como aquel sistema (grupo) de empresas activas en desarrollar y hacer los productos de un sector y en usar las tecnologías del sector; un sistema de empresas está relacionado en dos formas diferen-

tes: por medio de procesos de interacción y cooperación en desarrollo de artefactos-tecnología, y por medio de procesos competitivos y selección de actividades innovativas y de mercado [...] Los actores centrales en los sistemas sectoriales de innovación son las empresas privadas. Esto no es negar el papel fundamental ejecutado por otros agentes y organizaciones en afectar las actividades innovativas y en establecer reglas de competición. Por medio de enfocarse en la fuente de conocimiento y el papel jugado por el espacio geográfico en el proceso de transmisión de conocimientos, las fronteras del sistema sectorial de innovación son endógenas: ellas emergen a partir de las condiciones específicas de cada sector (Breschi y Malerba, 1997: 131).

Uno de los objetivos fundamentales al estudiar los sistemas de innovación, no es el sistema en sí mismo, sino la forma en que este influye en el desempeño innovativo de las empresas y sectores productivos y en el desarrollo de un país. Podría ser, entonces, natural seleccionar la perspectiva sectorial: sin embargo, las empresas y sectores pertenecen simultáneamente tanto a sistemas nacionales, locales-regionales, como a sistemas sectoriales. Por tanto, aun cuando el análisis se centre en un enfoque sectorial, podría ser útil usar una perspectiva nacional, regional o local de sistemas de innovación, si hay una convergencia fuerte entre estos tipos de sistemas o si el sistema sectorial de innovación no se encuentra bien estructurado para la industria particular.

Una posibilidad es usar el concepto de convergencia tecnológica como una base y luego expandirlo para así considerar otros aspectos de los sistemas de innovación. Rosenberg (1976) define la convergencia tecnológica como el proceso por el cual industrias diferentes llegan a compartir bases similares de tecnología. En sistemas de innovación no solo existen tecnologías, también existen otros tipos de componentes. La divergencia o convergencia queda entonces definida en términos de los componentes y no solo en términos de las tecnologías.

Figura 1. Convergencia y divergencia en los sistemas de innovación



Fuente: Orozco (2010).

Dos o más sistemas de innovación convergen si ellos *comparten cada vez más* los componentes (los actores y las instituciones que definen los procesos de interacción) que influyen en el desempeño innovativo. La convergencia les da una idea de la evolución de los sistemas de innovación. Si se compara el sistema nacional de innovación con sistemas locales o sectoriales en el mismo país, se encuentran movimientos hacia la convergencia, pero también movimientos hacia la divergencia. Algunos componentes tenderán a la convergencia y otros divergirán. No hay una convergencia completa o una divergencia total, pero sí puntos de convergencia y puntos de divergencia. En otras palabras, los sistemas se mueven para compartir solo parte de los componentes, pero no todos ellos. Esto muestra la figura 1:¹ el área D muestra los puntos hacia la convergencia entre los tres sistemas; los sistemas nacionales y locales tienen algunos

¹ Para simplificar, la figura solo incluye un sistema sectorial y local-regional de innovación. La figura también podría separar los sistemas regionales de los locales, o incluir sistemas de innovación sectoriales para varias industrias, pero complicaría el gráfico sin contribuir al desarrollo del argumento.

otros puntos de convergencia en el área B; algo similar ocurre entre el sistema nacional y el sectorial en el área F, y entre el local y sectorial en el área E; sin embargo, las áreas A, G y C son áreas de divergencia. La cuestión es que en un momento específico en el tiempo, los sistemas pueden compartir algunos de los componentes, pero otros no. En una perspectiva evolutiva, los sistemas son cambiantes, es decir que los puntos de convergencia y divergencia pueden cambiar. El enfoque de sistemas de innovación a escoger depende no solo del objeto de estudio, sino también del papel de cada sistema en explicar los determinantes de los procesos de innovación. El mismo objeto puede ser evaluado con diferentes perspectivas dependiendo de la cambiante madurez de los diversos sistemas de innovación (ver la discusión en Orozco, 2010).

A continuación se profundizará en el enfoque de sistemas regionales de innovación.

El alcance del concepto de región

El concepto de sistemas regionales de innovación viene ganando mucha atención desde los años noventa. El enfoque ha recibido considerable atención por su potencial como marco analítico para entender los procesos de innovación en la economía regional (Asheim y Nauwelaers, 2003; Isaksen y Hauge, 2002). Sin embargo, la definición precisa de “región” no ha sido completamente homogénea entre los autores. Cooke y Memedovic (2003) argumentan que no hay una opinión general compartida sobre cómo definir una región. Se trata de un concepto ante todo intelectual.

Cooke (2001) propone dos definiciones de región. La primera es descrita como geográficamente definida en el marco de arreglos administrativamente delimitados, con redes de innovación e instituciones que interactúan ampliamente y logran como resultados empresas regionales de una base regular. En la segunda definición el énfasis se pone en lo georegional o en los aspectos culturales de la región. En este caso, la región no necesita ser determinada por un tamaño en particular y es homogénea con respecto a criterios particulares, relacionados a la cohesión social específica.

Cooke y Morgan (1998) señalan que una región es un territorio menor que el Estado al que pertenecen, y que tiene poder y cohesión supralocales de carácter administrativo, cultural, político y económico, que lo diferencian de otras regiones y del Estado en que se ubican.

Según Cooke (2001), las fronteras de las regiones no son fijas. Así, las regiones pueden cambiar, nuevas regiones pueden emerger y las viejas podrían desaparecer. Además, nuevos ordenamientos administrativos pueden aparecer como resultado de procesos de regionalismo o como resultados de procesos de regionalización. Cooke entiende regionalismo como respuestas dadas por el Estado a las demandas políticas procedentes de pueblos que tienen los rasgos típicos de una nación respecto de cultura común, una lengua y un territorio. En tanto que entiende regionalización como la delimitación de un territorio supranacional por un cuerpo político-administrativo superior, basado o no en una historia o cultura preexistente (Cooke, 1998). Más concretamente, define como región:

... una unidad política de nivel medio, situada entre los niveles nacional o federal y local de gobiernos, que puede tener cierta homogeneidad cultural o histórica, pero que tiene al menos algunos poderes reglamentarios para intervenir y apoyar el desarrollo económico y particularmente la innovación (Cooke *et al.*, 2007: 134).

Sin embargo, otros autores se inclinan más por una definición de región delimitada desde una perspectiva funcional que atiende a la intensidad de interacciones económicas existentes y tomando áreas geográficas coherentes y orientadas hacia dentro respecto de los procesos de innovación (Andersson y Karlsson, 2004; Edquist, 2004). De acuerdo con este enfoque las regiones son “organismos de gobernanza subcentrales y supralocales, tanto de administraciones públicas como de asociaciones privadas” (Cooke y Memedovic, 2003: 137). La gobernanza regional se expresa tanto en organizaciones representativas privadas, como en organismos públicos que proporcionan la actividad empresarial y apoyan la innovación (Navarro, 2009).

Geografía y globalización del conocimiento y la innovación

Podría esperarse que el fenómeno de la globalización de la innovación y la tecnología haga irrelevantes las fronteras nacionales y las capacidades tradicionales en el nivel nacional, mientras que la globalización se caracteriza por una amplia diseminación y fácil acceso a la tecnología y al conocimiento dadas las actividades globales de grandes empresas. Pero esto no ha sido el caso y, por el contrario, los trabajos en el marco

evolucionista han mostrado que el conocimiento se transmite con gran dificultad, debido a su componente tácito y su característica de ser acumulativo. Como lo argumentan Cassiolato y Lastres (1999), así como Freeman y Hagedoorn (1994) y Lastres (1993), en realidad se resalta la importancia del aprendizaje localizado y de las externalidades de la proximidad, así como de los sistemas de innovación.

En la misma línea, Asheim and Gertler (2005) argumentan que el concepto de innovación es parcialmente un fenómeno territorial, basado en gran medida en las historias de éxito de algunas aglomeraciones industriales especializadas o en redes regionalmente concentradas de pequeñas o medianas empresas y de clústers industriales. En ese sentido, la innovación se produce en lugares y está localmente empotrada, pues no se da en abstracto (ver Malmberg y Maskell, 1997; Storper, 1997). Se afirma también que hay una creciente evidencia empírica de que, en muchos casos, parte de los procesos de aprendizaje y de transferencia de conocimiento se dan en el contexto local (Maskell y Malmberg, 1999). De la misma manera, se reconoce que importantes elementos de los procesos de innovación se convierten en regionales, en tanto la innovación se da en el marco de contextos políticos, institucionales y sociales, mientras que la región es el marco de las interacciones económicas y la innovación (Doloreux, 2002; Storper, 1997). Asheim y Gertler (2005) son más enfáticos al afirmar que no es posible entender adecuadamente la innovación si no se aprecia el rol central desempeñado por la proximidad espacial y la concentración, y esto se debe a que, en buena medida, no se puede intercambiar conocimiento tácito en distancias largas.

Tanto la literatura de clústers como la de sistemas regionales de innovación consideran que el conocimiento y los procesos de aprendizaje son un factor que no es tan móvil como otros factores de la producción y más bien se caracterizan por una adherencia (*stickness*) al territorio. Esto se debe a que el conocimiento está arraigado localmente y porque las capacidades localizadas están distribuidas muy desigualmente (Braczyk *et al.*, 1998; Malmberg y Maskell, 1997). Esta adherencia del conocimiento al territorio se explica porque el conocimiento no es simplemente información plenamente codificable y explícita, sino que tiene un importante componente tácito (Navarro, 2009; Polany, 1966). Lundvall (1992), considera que la transmisión del conocimiento tácito depende del capital humano, caracterizado por una baja movilidad, y de cierta interacción y convivencia de las personas entre quienes se transmite el conocimiento. De ahí la alta importancia de la proximidad. Este carác-

ter localizado del conocimiento es lo que según Krugman (1992; 1995) explica el fuerte proceso de concentración y especialización territorial que presentan las economías. También contribuyen en la concentración y especialización, otras economías de la aglomeración (Rosenthal y Strange, 2004). Las características del conocimiento de complejidad y de tener un componente tácito hacen que solo pueda ser eficientemente transmitido a través de interacciones o contactos interpersonales o de movilidad de los trabajadores, lo que hace que la proximidad geográfica sea importante para bajar los costos de transmisión del conocimiento (Breschi y Malerba, 2001).

Con un argumento alternativo, Lorentzen (2008, 2009) considera que el enfoque de la proximidad no es determinante desde el punto de vista espacial, que lo que se requiere para compartir el conocimiento y generar innovación no es necesariamente proximidad física y que, cuando se requiere, puede ser organizada temporalmente por medio, por ejemplo, de visitas o encuentros. Para otros autores, sigue existiendo un efecto al que llaman vecindad, en el que la proximidad espacial tiende a reforzar otras formas de proximidad y da cabida a efectos de localización en procesos de innovación y aprendizaje (Malmberg y Maskell, 2006; Morgan, 2004).

Aunque se centren en el concepto de proximidad, también muchos autores en el marco de enfoques regionales de innovación defienden la relevancia de las conexiones fuera del sistema. De hecho, Archibugi *et al.* (1999) argumentan que los sistemas regionales de innovación más exitosos son aquellos que han logrado una suficiente masa crítica institucional y capacidad de absorción del conocimiento creado fuera del sistema. En la misma línea de ideas, Guilianì y Bell (2005) mostraron que la capacidad de absorción de conocimiento exógeno o externo a los clústers, así como la difusión de ese conocimiento, depende fuertemente del nivel de conocimiento de las empresas, que a su vez está determinado por las capacidades de aprendizaje tecnológico dentro del clúster.

Además, mientras más amplia es la participación en redes transregionales, más conocimiento se inyecta hacia las redes internas al sistema regional de innovación (Bathelt, 2003). Otros autores en ese sentido argumentan que los sistemas regionales de innovación son abiertos, socialmente contruidos y ligados a otros sistemas globales, nacionales o regionales de innovación (Coenen y Asheim, 2006). Lorentzen (2007) incluso llega a cuestionar si el sistema regional de innovación sea el mejor ámbito de análisis o incluso que pueda aplicársele el término sistema,

cuando es claro que existe una gran dependencia por el conocimiento externo. Pero si se sigue esta lógica, difícilmente se podría hablar entonces de sistemas nacionales de innovación, pues aún en países tan avanzados como Estados Unidos o muchos países de Europa, es claro que también hay gran dependencia de conocimiento externo al país. Aunque podría pensarse que la globalización del conocimiento llevaría a desestimar el ámbito regional de los sistemas de innovación, lo cierto es que el argumento de la proximidad esbozado anteriormente sigue siendo fundamental para dar validez al enfoque de sistemas regionales.

Sistemas regionales de innovación desde la perspectiva geográfica

La importancia primordial del enfoque de sistemas de innovación es su utilidad para ayudar a entender los factores que afectan positiva o negativamente los procesos de innovación. Como ya se ha mencionado, en una perspectiva geográfica, los sistemas de innovación pueden enmarcarse en varias opciones: local, regional, nacional, o supranacional. Con este tipo de enfoques se analizan el conjunto de actores e instituciones involucrados en los procesos de innovación y difusión, dentro de las fronteras geográficas de los sistemas de innovación. Siguiendo a Lundvall (1992), las fronteras nacionales tienen como objetivo identificar actores que comparten una misma cultura, historia, idioma e instituciones sociales y políticas. Pero las fronteras nacionales podrían no ser la apropiadas en algunos casos. De ahí que se plantea también la opción de analizar sistemas locales o regionales de innovación. En estos, las fronteras se delimitan a una región o área específica caracterizada por rasgos históricos, sociales, culturales o productivos bien definidos. Hay que agregar también que en los enfoques geográficos, está la opción de analizar clúster en regiones o localidades específicas.

La utilidad de analizar la innovación en un marco geográfico se basa en dos características fundamentales de la economía global contemporánea. Primero, por el hecho de que la actividad innovadora no está distribuida ni uniforme ni aleatoriamente en el paisaje geográfico; segundo, la tendencia hacia la concentración espacial se ha vuelto más marcada en el transcurso del tiempo. En ese sentido, la geografía es fundamental, y sencillamente no se puede entender la innovación adecuadamente si no se aprecia el papel central de la proximidad espacial y la concentración en esos procesos (Asheim y Gertler, 2005).

Sistemas nacionales de innovación

El enfoque de sistemas nacionales de innovación destaca la importancia del aprendizaje interactivo y el papel de las instituciones nacionales para explicar el desempeño innovativo y, por lo tanto, los diferentes niveles de crecimiento entre los países (Lundvall, 1992). Se resalta también la gran complejidad y diversidad de los sistemas nacionales de innovación (Nelson, 1993). Por eso, es prácticamente imposible generalizar o generar abstracciones de los efectos de las economías políticas nacionales en la búsqueda de un modelo genérico de innovación de nivel nacional (Cooke *et al.*, 1997). Aun así, es claro que los enfoques regionales o locales, e incluso los que se especifican como de nivel sectorial, toman en cuenta las características fundamentales que distinguen a los enfoques de sistemas nacionales de innovación. De ahí la relevancia de resaltar algunas características fundamentales de ese enfoque, para luego analizarlas en los otros niveles.

Existen varias definiciones de sistemas de innovación. Edquist (1997: 14) definió un sistema de innovación como todos los factores económicos, sociales, políticos, organizacionales y otros importantes que tienen influencia en el desarrollo, difusión y uso de innovaciones. Esta es una definición muy amplia que no contribuye a delimitar las fronteras del sistema, debido al uso del término “todos los factores... importantes”.

El sistema nacional de innovación es un sistema complejo, abierto y en evolución, que abarca las relaciones al interior y entre organizaciones, instituciones y estructuras sociales, que determinan la tasa y dirección de la innovación y de la construcción de competencias que emanan de los procesos de aprendizaje basados tanto en la ciencia, como en la experiencia (Lundvall *et al.*, 2009).

Freeman (1987) define un sistema de innovación nacional como “la red de instituciones en los sectores públicos y privados cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías”. Una vez más, la definición no es suficientemente clara sobre el tipo de componentes en el sistema.

Gregersen y Johnson argumentan que:

[Es posible] ver un sistema de innovación como un sistema de actores (empresas, organizaciones y agencias estatales) que interactúan entre ellos de forma tal que influye en el desempeño innovativo de la economía como

un todo. Es afectada por partes específicas de la infraestructura, los patrones de especialización, la estructura de la demanda, la configuración institucional y las políticas de gobierno (1998: 105).

Esta definición es un poco más precisa en relación con el tipo de actores del sistema, sin embargo, es aún muy amplia en relación con los factores que afectan el sistema. Cada factor pareciera ser relevante, pero no se explica cómo. En otro trabajo, Edquist (Edquist, 2001) presenta otra idea del sistema de innovación, en el que considera que los componentes de un sistema de innovación son organizacionales (estructuras formales con un propósito explícito y conscientemente creadas) e instituciones (conjunto de hábitos, rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes, todos establecidos, que regulan la interacción entre individuos, grupos y organizaciones).

Los sistemas de innovación funcionan por medio de la introducción del conocimiento a la economía y en la sociedad. En general, se requiere de un aprendizaje activo de los individuos y las organizaciones, para formar parte en los diferentes tipos de procesos de innovación (Lundvall *et al.*, 2001); sin embargo, las capacidades de los sistemas para promover la introducción al conocimiento pueden ser distintas de unos sistemas a otros. Algunos sistemas pueden generar mejores condiciones para los procesos de aprendizaje. Un argumento similar, considerando los sistemas de nivel nacional, es desarrollado por Gregersen y Johnson (1998), quienes afirman que puede haber fuertes diferencias en los sistemas nacionales de innovación al comparar varios países. Se puede diferenciar entonces entre las economías que aprenden y las que no aprenden. En una economía que aprende:

El rango de cambio de conocimiento es alto; aprender y olvidar es algo intenso; la difusión del conocimiento es rápida y una parte sustancial del stock de conocimiento es cambiado cada año. Además, en una economía moderna de aprendizaje, el cambio técnico y organizacional se ha hecho incrementalmente endógeno. Los procesos de aprendizaje han sido institucionalizados, las curvas de retroalimentación para la acumulación del conocimiento han sido construidas y la infraestructura de conocimiento (escuelas, sistemas de entrenamiento, universidades, librerías, base de datos, telecomunicación, etcétera) ha sido desarrollada (Gregersen y Johnson, 1998: 94).

Al aplicar esta caracterización a otros niveles (local, regional y sectorial) Lam (1999) hace distinción entre varios sistemas de innovación que se

caracterizan por el aprendizaje y los que se caracterizan por el no aprendizaje.

Kumaresan y Miyazaki (1999) afirman que recientemente ha habido un gran número de evidencias mostrando que la innovación es un proceso altamente interactivo y complejo y que fundamentalmente se diferencia de un modelo lineal en términos de efectos de retroalimentación y de numerosas interacciones entre la investigación científica, la tecnología y el mercado. Dentro de los sistemas de innovación, la literatura en general argumenta que es imposible tener una innovación completa y que funcione sin tener interacciones. Esta idea ha sido enfatizada por la mayoría de los estudiosos que confrontan los sistemas de innovación (ver Edquist, 1997; Lundvall, 1992; Nelson, 1993).

Lo nacional toma gran relevancia por el efecto de la institucionalidad en la innovación. Aspectos como los sistemas educativos, sistemas de investigación, esquemas de financiamiento y de regulación, que afectan el desempeño general de los sectores productivos, por lo general se definen en el ámbito nacional.

Sistemas regionales de innovación

El sistema regional de innovación (SRI) puede ser pensado como la infraestructura institucional que da soporte a la innovación dentro de la estructura productiva de una región (Asheim y Gertler, 2005). El concepto de sistemas regionales de innovación mantiene la noción original de enfoque de sistemas nacionales de innovación, pero, por motivos conceptuales y metodológicos asociados a problemas de escala y complejidad, opta por complementar el enfoque con uno de carácter subnacional (Cooke, 2001). Se concibe la región como una unidad territorial dinamizadora en la cual operan diversos agentes económicos y a partir de ella se impulsan los elementos que permiten la generación de conocimiento y la innovación (Jiménez *et al.*, 2011).

Un sistema regional de innovación está integrado por varios subsistemas de actores, quienes se implican en procesos de aprendizaje colectivo (Fernández de Lucio y Castro, 1995). Siguiendo a Cooke (1996; 1998; 2001), se puede afirmar que:

El sistema regional de innovación estaría integrado por dos subsistemas de actores implicados en un aprendizaje interactivo: un subsistema de ge-

neración de conocimiento o infraestructura de apoyo regional, compuesta por laboratorios de investigación públicos y privados, universidades, agencias de transferencia tecnológica, centros de formación continua etcétera; y un subsistema de explotación de conocimiento o estructura de producción regional, compuesto mayormente de empresas, especialmente de las que muestran características sistémicas. Sobre ambos subsistemas actuarán las organizaciones gubernamentales y las agencias de desarrollo regional, que según Trippl y Tödting (2007) constituirían a su vez otro subsistema del SRI. Estos subsistemas estarían insertos en un marco socioeconómico y cultural común regional. Y dicho SRI no debe entenderse como una unidad autosuficiente, sino que es un sistema abierto que se encuentra ligado a otros sistemas de innovación (Navarro, 2009: 29).

Existen diferentes enfoques que proporcionan una tipología o clasificación de los sistemas regionales de innovación. La más sobresaliente es la de Cooke (1998), que considera dos dimensiones: la primera tiene en cuenta los modos de transferencia de tecnología existentes en la región (Cooke, 1992), y puede ser entendida como la dimensión de la gobernanza; la segunda marca el objetivo de las empresas de la región en relación con el alcance que desean dar a su actividad (local, interactivo, global).

De acuerdo con el primer criterio, es posible identificar SRI “enraizados”, con claras características locales y sin vínculos manifiestos de carácter nacional o internacional de sus agentes y sus políticas. Un segundo tipo dentro de esta dimensión está constituido por los denominados SRI “dirigidos”, en los cuales los procesos y las fuerzas que definen el sistema proceden del exterior del territorio concreto, por lo que el potencial de coordinación con otros sistemas es particularmente elevado. El último tipo contemplado en esta categoría lo conforman los denominados SRI en red, como forma intermedia que presenta características de los SRI enraizados y de los dirigidos, y que podría entenderse como el paradigma de los SRI. De acuerdo con el segundo de los criterios descriptos, Cooke (1998) establece una distinción entre los SRI “localistas”, que están compuestos por escasas empresas de gran tamaño –locales o foráneas– y promueven pautas de investigación dirigidas principalmente a satisfacer los intereses locales, y los denominados SRI “globales”, que se caracterizan por la presencia de grandes corporaciones transnacionales que dominan y marcan el desarrollo de las empresas locales, lo cual provoca un claro direccionamiento de las pautas de investigación de acuerdo con los intereses

de las corporaciones. Finalmente, se encuentran los SRI “interactivos”, en los cuales predomina un equilibrio entre las grandes corporaciones transnacionales y las pequeñas empresas locales, y también se constata un cierto equilibrio en lo relativo a las pautas de investigación de los agentes (Jiménez *et al.*, 2011: 14).

Clústers y sistemas regionales de innovación

Desde que Porter (1990) introdujo el concepto de clúster, el término se ha usado en la literatura para referirse a realidades muy diferentes y, además, muchos autores no han usado el concepto aún en realidades que cabría denominar como clúster (Navarro, 2001, 2003). Para Porter, un clúster es un grupo de empresas interconectadas que, además de incluir instituciones asociadas, están ligadas por elementos comunes y complementarios, y geográficamente próximas (Porter, 1998).

Las principales diferencias respecto de la conceptualización de sistemas regionales de innovación provienen de dos cuestiones: primero, la duda de incluir en el concepto de clúster también el de instituciones asociadas; y segundo, si un clúster requiere que sus componentes se encuentren geográficamente próximos.

Esas desviaciones encuentran su base en el trabajo de Porter en que por primera vez utilizó el término de clúster, a saber, en su famoso libro *La ventaja competitiva de las naciones*, dado que en aquel enfocaba los clúster como constituidos básicamente por empresas, y los clúster aparecían referidos básicamente a naciones, sin que se subrayara el elemento de proximidad geográfica. El hecho es que eso ha llevado a que autores significativos de la literatura de SRI utilicen el término clúster con un sentido no coincidente con el que maneja actualmente Porter, y que es el que mayor difusión o aceptación tiene por la literatura (Navarro, 2009: 36).

Para Cooke *et al.* (2007) el foco principal de los clústers es la competitividad, de ahí que los actores principales sean las empresas, a diferencia de los sistemas regionales de innovación, en los que el objetivo fundamental es la creación y explotación de conocimiento.

Asheim y Coenen (2005) argumentan que el concepto de clúster es sustancialmente más reducido que el concepto de sistemas regionales de

innovación. Esto en relación con que los clúster tienen una connotación más bien sectorial, mientras que un sistema regional de innovación puede trascender múltiples sectores. La realidad se organiza más bien en plataformas de varios sectores y tecnologías relacionados; de hecho, los clústers y los sistemas regionales de innovación pueden coexistir en el mismo territorio y, a su vez, los sistemas regionales de innovación pueden contener uno o varios clúster, que podrían extenderse a toda la región o solo a algunas localidades (Cooke *et al.*, 2007). La crítica del enfoque y políticas de clústers se debería a que estos se verían como una apuesta a favor de una especialización, que no explotaría las ventajas de la variedad relacionada y de las plataformas de varios sectores y tecnologías relacionadas (Navarro *et al.*, 2011).

Una diferencia adicional que señalan Cooke *et al.* (2007) es que, mientras los sistemas regionales de innovación por lo general tienen una estructura de gobernanza de carácter formal, los clústers pueden existir con estructuras de gobierno informales o incluso formales, pero de carácter privado.

Sistemas supranacionales

En algunos casos se puede considerar que se forman sistemas supranacionales de innovación. Se trata también de un enfoque geográfico, pero que trasciende el concepto tradicional de región e incluso el de nación. Una forma en que se ha tratado el asunto, es desde el punto de vista de la convergencia o divergencia de los sistemas nacionales de innovación. Esto es de especial relevancia en Europa, debido al surgimiento de instituciones europeas para fomentar la innovación, desarrolladas en conjunto con instituciones en el marco de la Comunidad Europea (Caracostas y Soete, 1997). El elemento clave es la generación de un marco institucional que abarque simultáneamente a varios países y que se complemente con el resto de factores claves que conformarían un sistema de innovación, pero son realidades que no son fácilmente observables en muchos lugares más allá de Europa.

Por lo general, muchas de las interacciones entre distintos agentes de un sistema ocurren entre el nivel local y el nacional. Pero en algunos casos una región no se limita a un solo país, y puede extenderse en dos o más países limítrofes, formando así un sistema transnacional de innovación, que es el resultado de la integración de dos o más sistemas re-

gionales de innovación adyacentes, más allá de las fronteras nacionales (Perkmann, 2003). La integración de las regiones más allá de las fronteras nacionales se fundamentan principalmente en el conocimiento y la complementariedad potencial de innovación que pueden aportar a las regiones subnacionales o países que se integran, lo que podría estimular actividades innovativas y generar beneficios económicos para las regiones (Lundquist y Trippl, 2009).

La formación sistemas transnacionales de innovación (STI):

Demanda la creación de organizaciones comunes de ciencia, tecnología e innovación; el fomento de vínculos transnacionales de investigación e innovación, y el desarrollo de instituciones transnacionales que apoyen la creación y difusión de conocimientos a través de las regiones o países que forman parte del sistema. Las organizaciones que integran un STI van más allá de las que existen en cada uno de los sistemas nacionales de innovación e incluyen infraestructura de ciencia, tecnología e innovación (CTI) que pertenece a todos los países miembros y que puede estar radicada en universidades o centros de investigación transnacionales. También son consideradas como componentes del STI las asociaciones transnacionales de empresas o universidades, por ejemplo, una red transnacional de universidades. Los STI poseen también instituciones en común, tanto formales como informales, tales como organismos transnacionales consultivos formados por los responsables de las políticas de CTI a nivel nacional, las políticas comunes de CTI, los acuerdos intergubernamentales para la movilidad de los científicos entre los consejos nacionales o redes de científicos y técnicos en campos específicos. Las instituciones que apoyan la difusión de conocimiento en la región son de particular importancia (Padilla *et al.*, 2013).

Del mismo modo, son de importancia los regímenes de propiedad intelectual o marcos de transferencia de tecnología, así como las instituciones directamente relacionadas con el financiamiento de la innovación (Borrás, 2007).

La creación de vínculos transnacionales también está supeditada a la existencia de distintas formas de cercanía entre los países o regiones. Según Moodysson y Jonsson (2007), hay dos tipos principales de cercanía: la geográfica y la relacional. La cercanía geográfica se relaciona con la accesibilidad y la distancia física, considerando que el tiempo y los costos son importantes, más que la distancia en sí misma (Torre y Gilly,

2000). La cercanía geográfica es relevante para intercambios de conocimiento que dependen de la comunicación cara a cara, sobre todo con lo que se refiere al conocimiento tácito (Padilla *et al.*, 2013: 45). La cercanía relacional está vinculada con factores intangibles, como la relación y la similitud que puede existir entre los diferentes agentes y se puede descomponer en los planos cognitivo, organizacional, social e institucional (Boschma, 2005).

Sistemas regionales de innovación y la perspectiva sectorial

La dinámica y la capacidad de innovación difieren entre países y regiones, pero también puede presentarse en formas distintas, términos, actores e instituciones, entre sectores productivos (Malerba y Mani, 2009; Pavitt, 1984). Esto ha llevado al desarrollo del enfoque de sistemas sectoriales de innovación, lo que es muy relevante en el crecimiento económico de los países desarrollados ha ocurrido, en gran medida, gracias al desempeño de algunos sectores productivos clave (Lundvall *et al.*, 2001; Malerba, 2002).

Malerba y Mani (2009) argumentan que los sistemas sectoriales de innovación tienen tres componentes fundamentales: a) la base de conocimientos y el patrón tecnológico del sector, considerando sus vínculos y complementariedades con industrias y servicios en la cadena productiva; b) las organizaciones participantes en el sistema, sus redes y relaciones; y c) el marco institucional, que comprende las normas, las reglas (escritas y no escritas), los hábitos y las rutinas compartidas. Un aspecto adicional, respecto del enfoque de sistemas nacionales de innovación, es la atención que se pone a la base de conocimientos que caracteriza al sector. Las complementariedades e interdependencias tecnológicas y productivas contribuyen a definir la frontera de un sistema sectorial de innovación, lo que constituye una diferencia mayor con respecto a un estudio sectorial convencional.

Es muy probable que en muchos casos sea de gran relevancia combinar enfoques geográficos con enfoques sectoriales de innovación.

El estudio de un sistema sectorial de innovación supone como tarea inicial la descripción de sus referencias geográficas y demográficas, su dimensionamiento económico y su caracterización socioeconómica y de organización productiva. También incluye la descripción de las princi-

pales cadenas productivas que lo componen, identificando asimismo sus diferentes segmentos productivos [...] Tales cadenas y segmentos pueden perfectamente constituir subsistemas de innovación por completo diferenciados, en términos de las organizaciones, empresas o individuos que participan en los procesos de mejora tecnológica e innovación y en términos de sus fuentes de acceso, suministro y modalidades de uso del conocimiento y la tecnología, sus conductas y su desempeño innovativo (Padilla *et al.*, 2013: 90).

Las empresas, sectores y territorios tienen capacidad para generar su propia dinámica, y se inscriben, lo mismo que los sistemas nacionales de innovación, en procesos de innovación más globales que se intersectan entre sí (OCDE, 1999). Una forma de considerar el entorno global a nivel de sectores específicos es usando el enfoque de cadenas globales del valor (CGV). El argumento central es que la oportunidad y los medios para implementar los procesos de innovación dependen en gran medida de los vínculos en las CGV que conforman el negocio. Los autores que aplican el enfoque de la CGV concluyen que los vínculos internacionales desempeñan un papel clave en el acceso al conocimiento y a la tecnología para mejorar la innovación y el aprendizaje (Gereffi, 1994, 1999; Humphrey y Schmitz, 2002a, 2002b; Kaplinsky, 2000). Al aplicar el marco de CGV, diversos estudios empíricos han llegado a la conclusión de que la interacción entre los compradores globales y los productores locales en los países menos desarrollados puede generar actividades de innovación y de aprendizaje (Gereffi *et al.*, 2005; Giuliani *et al.*, 2005; Nadvi y Schmitz, 1999; Schmitz y Knorriga, 2001).

La investigación de la cadena de valor se enfoca en la naturaleza de las relaciones entre los diferentes actores involucrados en la cadena y sobre sus implicaciones para el desarrollo (Humphrey y Schmitz, 2002a). Estos estudios ubican el concepto de *gobernanza* en el centro del análisis. El papel que desempeñan los líderes de la CGV es sumamente importante, en especial el de los compradores, quienes transfieren el conocimiento a toda la cadena. Las pequeñas empresas de los países menos desarrollados pueden obtener información relacionada con la necesidad y la manera de acceder a los mercados globales y, en general, indicaciones de cómo mejorar, participando en las cadenas de valor (Morrison *et al.*, 2010). No obstante, la posición dentro de la cadena de valor impone un límite al tipo de innovaciones y a la gama de acciones que las empresas o productores pueden alcanzar. Algunos actores en diferentes eslabones pueden

ser marginados en términos de su grado de acción, debido a la influencia de actores más poderosos en la cadena (Orozco, 2013).

En resumen, se puede afirmar que la capacidad de innovación de las empresas en una región o localidad específica estará determinada por sus capacidades endógenas, pero también con la capacidad de aprendizaje de la localidad o región, en una combinación de fuerzas impulsoras internas y externas a la empresa. También va a estar determinada por el desempeño del sistema sectorial de innovación a que pertenece la empresa y por la ubicación de la empresa dentro de la cadena global de mercancías correspondiente, y por el tipo de gobernanza que se da en esa cadena.

Institucionalidad y políticas en los sistemas regionales de innovación

Es importante tener en cuenta que, como se da en general en los distintos enfoques de sistemas de innovación, en los sistemas regionales, el papel de las instituciones es crucial. Las instituciones² determinan el comportamiento de las empresas y otras organizaciones (Edquist y Johnson, 1997). También puede existir innovación institucional. Los cambios en las instituciones pueden generar ya sea limitaciones o incentivos a la innovación. En general, puede considerarse que los cambios en el andamiaje institucional constituyen innovaciones cuando tienen objetivos explícitos. Es posible tener innovación institucional en las instituciones creadas por diseño (la ley de patentes y otras instituciones diseñadas por agencias públicas como instrumentos de la política, así como las organizaciones formales y las instituciones estatales u organizaciones privadas). También es posible encontrar innovaciones en otras instituciones que evolucionan de manera espontánea durante períodos prolongados, tal como diversos tipos de hábitos y reglas sociales (Orozco, 2004).

El papel de las instituciones es importante para dar forma a las tecnologías y a las estructuras industriales, pero también el desempeño social y ambiental de ciertas actividades económicas. Nelson (1994) argumenta que las tecnologías, las estructuras industriales y las instituciones de apoyo coevolucionan. De acuerdo con Altenburg (2008), el conocimiento

² Se utiliza la definición de Edquist y Johnson (1997), por lo que institución se refiere al conjunto de hábitos, rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes que regulan las relaciones e interacciones entre los individuos y grupos. En este sentido, hay una distinción entre instituciones y organizaciones. Las organizaciones son estructuras formales, creadas conscientemente y que tienen un propósito explícito.

tecnológico también está muy arraigado en las instituciones específicas de la sociedad.

El crecimiento económico y el desarrollo de un sistema de innovación están asociados con el constante cambio institucional. Los cambios institucionales –que por lo general son muy complejos (Dalum, 1992)– requieren largos períodos de tiempo para madurar, de modo que no pueden esperarse impactos rápidos como consecuencia de las políticas que tratan de influir la capacidad del sistema para innovar (Cooke *et al.*, 1997).

Uno de los aspectos fundamentales dentro de los sistemas de innovación es el sistema de financiamiento, y esto también aplica a los sistemas regionales de innovación. En ese sentido, Cooke *et al.* (1997) consideran que las políticas regionales, para facilitar los procesos de innovación, deberían dirigirse principalmente a generar las mejores relaciones posibles entre las partes, mediante la disminución de la incertidumbre.

Los enfoques para analizar los impactos de las políticas para la innovación también se ven afectados cuando se considera la relevancia de los sistemas regionales de innovación. Una consideración es tomar en cuenta los efectos de las medidas aplicadas para influenciar algún componente del sistema, sobre varios componentes o sobre el sistema como un todo.

Una de las principales críticas que se suele plantear a la acción pública es que su evaluación (en los casos en que efectivamente esta instancia tiene lugar) se centra exclusivamente sobre el análisis de la cuestión concreta que se pretendía solucionar o, para utilizar la terminología neoclásica, se analiza la repercusión de la política sobre el fallo de mercado previamente detectado. En cambio, es preciso considerar que, dado que los SRI tienen carácter sistémico, las políticas que se implementan para resolver los problemas identificados en ciertas áreas del SRI pueden y suelen incidir igualmente sobre otros ámbitos del sistema, en los cuales la repercusión puede ser neutra, positiva o negativa. En concreto, se trata de estimar la influencia que una determinada política de ciencia y tecnología o de innovación puede ejercer sobre otras áreas, referidas al empleo, las políticas económicas más generales o, incluso, las educativas (Jiménez *et al.*, 2011).

Una dificultad práctica para el diseño de políticas o el impulso de cambios institucionales a nivel regional es la carencia de información o la dificultad para acceder a datos sobre aspectos clave. Jiménez *et al.* (2011) han documentado la dificultad para acceder a datos clave de los sistemas regionales de innovación relativos a las interacciones entre los agentes,

el tipo de gobernanza, el desempeño real de las instituciones, el tipo de innovación, entre otros.

Una consideración adicional a tener en cuenta cuando se quieren promover cambios institucionales en los sistemas regionales de innovación, es que generalmente esos cambios no son muy fáciles. Se considera, por ejemplo, que los cambios institucionales de largo plazo dependen de los cambios que se han hecho en el pasado de ciertas instituciones (Hodgson, 1988; Setterfield, 1993). Además, la evolución de las instituciones se genera en un proceso de retroalimentación, mediante el cual los humanos perciben el cambio y reaccionan a este, mediante lo que North (1993) llama “modelos mentales”. Por otra parte, North (1990) considera que la evolución institucional es el producto de una relación simbiótica entre las instituciones y las organizaciones.

Conclusiones

La literatura sobre sistemas regionales de innovación ha venido creciendo rápidamente. Desde el punto de vista de la generación y difusión del conocimiento, es quizás el concepto de proximidad y de concentración lo que da más relevancia a los enfoques regionales. Sin embargo, es claro también que no se pueden concebir los sistemas regionales como aislados del resto del mundo. De hecho, podría afirmarse, como lo hace Isakesen (2001), que el sistema regional no es normalmente suficiente para que las empresas continúen siendo innovativas y competitivas. Es claro que existen fuertes nexos con otros sistemas regionales, nacionales o incluso internacionales, y que la globalización del conocimiento juega un papel fundamental en la necesidad de estar interconectados, más allá de los vínculos de la región. En muchos casos es necesario combinar los enfoques geográficos con enfoques de carácter sectorial, que también pueden complementarse muy adecuadamente con enfoques de cadenas globales de mercancías.

Pero al estudiar los sistemas regionales de innovación, es conveniente tener en mente lo que plantea Navarro (2009) sobre las dificultades para aplicar el enfoque, a saber las imprecisiones o insuficiente desarrollo teórico del enfoque, y la falta de fuentes de datos que permitan aplicar los conceptos a la realidad. Faltaría avanzar en lo que se desprende de la argumentación de Edquist (2004), quien señala que, para que los sistemas de innovación alcancen el rango de teoría, sería necesario superar una serie

de ambigüedades e inconsistencias conceptuales y precisar mejor los límites del sistema, describiendo de manera rigurosa las relaciones causales existentes entre variables. En el caso del enfoque de sistemas regionales de innovación, todavía prevalecen una serie de imprecisiones, ambigüedades e inconsistencias, que más que generar una teoría propiamente dicha, lo que genera es un marco conceptual (Navarro y Magro, 2013).

Un aspecto a considerar es la aplicabilidad del enfoque de sistemas regionales de innovación a regiones periféricas. Es conveniente tener en mente la afirmación de Asheim e Isaken (2002) y de Trippl y Tödttling (2007) de que en las regiones periféricas o menos desarrolladas son particularmente escasos los sistemas regionales de innovación. En estos casos parece prudente asumir la sugerencia de Arocena y Sutz (1999) de que los enfoques deberían plantearse más de forma *ex ante* y con propósitos normativos para generar las medidas que tiendan a fortalecer los sistemas que son muy débiles. La limitación es que el desarrollo del enfoque de sistemas regionales de innovación se ha generado principalmente estudiando la organización y funcionamiento de sistemas regionales más avanzados o de mayor éxito, sistemas que, como tales, tienen menos fallos que justifiquen la intervención pública (Cooke, 2001). Pero en los sistemas regionales menos desarrollados se tiene mayor dependencia del exterior y, en particular, de la aplicación de políticas públicas (Trippl y Tödttling, 2007).

En todo caso, si el objetivo es generar políticas para mejorar el desempeño innovativo en determinadas regiones, es fundamental tener en mente que la capacidad de innovación de las empresas en una región o localidad específica está determinada no solo por sus capacidades endógenas y por la capacidad de aprendizaje de la localidad o región, sino también por el desempeño del sistema sectorial de innovación a que pertenece la empresa y por la ubicación de la empresa dentro de la cadena global de mercancías correspondiente y, en particular, por el tipo de gobernanza de esa cadena. Por tanto, para el diseño de políticas quizás la mejor estrategia sea combinar los enfoques geográficos de sistemas de innovación, con los enfoques sectoriales e incluso con enfoques de cadenas globales del valor. En esa misma línea, conviene también tener en mente lo que sugieren Asheim y Gertler (2005): que los sistemas regionales no son suficientes por sí mismos para garantizar la competitividad en el marco de una economía globalizada, por lo que las empresas deberían tener acceso a sistemas nacionales o supranacionales de innovación.

Bibliografía

- Altenburg, T. (2008). "Building inclusive innovation systems in developing countries – why it is necessary to rethink the policy agenda". Ponencia presentada en 6ª Conferencia Internacional GLOBELICS, Ciudad de México.
- Andersson, M. y Karlsson, C. (2004). "Regional Innovation Systems in Small & Medium-Sized Regions A Critical Review & Assessment". CESIS Electronic Working Paper Series n° 10.
- Archibugi, D.; Howells, J. y Michie, J. (1999). "Innovation Systems in a Global Economy". *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 11, n° 4, pp. 527-539.
- Arocena, R. y Sutz, J. (1999). "Looking at National Systems of Innovation from the South". Ponencia presentada en DRUID Summer Conference 1999.
- Asheim, B. y Coenen, L. (2005). "Knowledge bases and regional innovation systems: comparing Nordic clusters". *Research Policy*, vol. 34, pp. 1173-1190.
- Asheim, B. y Gertler, M. (2005). "The geography of innovation: regional innovation systems". En Fagerberg J.; Mowery, D. C. y Nelson, R. R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Asheim, B. e Isaksen, A. (2002). "Regional innovation systems: The integration of local 'sticky' and global 'ubiquitous' knowledge". *Journal of Technology Transfer*, vol. 27, pp. 77-86.
- Asheim, B. T. y Nauwelaers, A. (2003). *Regional Innovation Policy for Small-Medium Enterprises*. Londres: Edward Elgar.
- Asheim, B. T.; Smith, H. L. y Oughton, C. (2011). "Regional innovation systems: theory, empirics and policy". *Regional Studies*, vol. 45, n° 7, pp. 875-891.
- Bathelt, H. (2003). "Geographies of production: growth regimes in spatial perspective (I) – innovation, institutions and social systems". *Progress in Human Geography*, vol. 27, n° 6, pp. 763-778.
- Borrás, S. (2007). "The European Commission as networkbroker". *European Integration Online Papers*, vol. 11, n° 1 [en línea] <http://eiop.or.at/eiop/texte/2007-001a.htm>.

- Boschma, R. (2005). "Proximity and innovation. A critical assessment". *Regional Studies*, vol. 39, n° 1, pp. 61-74.
- Braczyk, H.-J.; Cooke, P. y Heidenreich, M. (eds.), (1998). *Regional Innovation Systems: The Role of Governance in a Globalised World*. Londres-Pennsylvania: UCL Press.
- Breschi, E. y Malerba, F. (2001). "The Geography of Innovation and Economic Clustering: Some introductory notes". *Industrial and Corporate Change*, vol. 10, n° 4, pp. 817-833.
- (1997). "Sectorial Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterians Dynamics and Spatial Boundaries". En Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Londres: Printer.
- Cantwell, J. y Narula, R. (2003). *International Business and the Eclectic Paradigm: Developing the OLI Framework*. Londres: Routledge.
- Caracostas, P. y Soete, L. (1997). "The building of Cross-Border Institutions in Europe: Towards a European System of Innovation?". En Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organization*. Londres: Pinter.
- Carlsson, B. y Stankiewicz, R. (1995). "On the nature, function and composition of technological systems". En Carlsson, B. (ed.), *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*. Kluwer: Dordrecht.
- Cassiolato, J. y Lastres, H. (1999). "Local, National and Regional Systems of Innovation in the Mercosur". Ponencia presentada en DRUID Summer Conference, Rebil, Denmark.
- Coenen, L. y Asheim, B. (2006). "Constructing advantage at the Northern edge". En Cooke, P. y Ypiccoluga, A. (eds.), *Regional Development in the Knowledge Economy*. Londres: Routledge.
- Cooke, P. (1992). "Regional innovation systems: competitiveregulation in the new Europe". *Geoforum*, vol. 23, n° 3, pp. 365-382.
- (1996). *Networking for Competitive Advantage*. Dublin: National Economic and Social Council.
- (1998). "Introduction: Origins of the concept". En Braczyk, H.-J.; Cooke, P. y Heindenreich, M. (eds.), *Regional Innovation Systems; The Role of Governances in a Globalized World*. Londres: UCL Press.

- (2001). “Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 10, n° 4, 945-974.
- Cooke, P.; De Laurentis, C.; Tödtling, F. y Trippel, M. (2007). *Regional Knowledge Economies: Markets, Clusters & Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Cooke, P. y Memedovic, O. (2003). *Strategies for Regional Innovation Systems: Learning Transfer and Applications*. Vienna: UNIDO Policy Papers.
- Cooke, P. y Morgan, K. (1998). *The associational economy. Firms, Regions, and Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Cooke, P.; Uranga, M. G. y Etxebarria, G. (1997). “Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions”. *Research Policy*, vol. 26, n° 4, pp. 475-491.
- Dalum, B. (1992). “Export Specialisation, Structural Competitiveness and National Systems of Innovation”. En Lundvall, B-Å. (ed.), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter Publishers.
- Doloreux, D. (2002). “What we should know about regional systems of innovation?”. *Technology in Society: An International Journal*, vol. 24, pp. 2243-263.
- Dosi, G. y Orsenigo, L. (1988). “Coordination and Transformation: An Overview of Structures, Behaviours and Change in Evolutionary Environments”. En Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, K.; Silverberg, G. y Soete, L. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- Edquist, C. (ed.), (1997). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. Londres: Pinter.
- (2001). “The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art”. Ponencia presentada en DRUID, Aalborg.
- (2004). “Systems of innovation: perspectives and challenges”. En Fagerberg, J.; Mowery, D. y Nelson, R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford (USA): Oxford University Press.
- Edquist, C. y Johnson, B. (1997). “Institutions and organizations in systems of innovation”. En Edquist, C. (ed.), *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*. Londres: Pinter.

- Fernández de Lucio, I. y Castro, E. (1995). “La nueva política de articulación del sistema de innovación en España”. Ponencia presentada en VI Seminario Latino-iberoamericano de Gestión Tecnológica, ALTEC 1995, Concepción, Chile.
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. Londres: Pinter.
- (1988). “Japan: A new National System of Innovation?”. En Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, K.; Silverberg, G. y Soete, L. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- Freeman, C. y Hagedoorn, J. (1994). “Catching up or falling behind: Patterns in international interfirm technology partnering”. *World Development*, vol. 22, n° 5, pp. 771-780.
- Gereffi, G. (1994). “The Organization of Buyer-Driven Global Commodity Chains: How U.S. Retailers Shape Overseas Production Networks”. En Gereffi, G. y Korzeniewicz, M. (eds.), *Commodity Chains and Global Capitalism*. Londres: Praeger.
- (1999). “International trade and industrial upgrading in the apparel commodity chain”. *Journal of International Economics*, vol. 48, pp. 37-70.
- Gereffi, G.; Humphrey, J. y Sturgeon, T. (2005). “The governance of global value chains”. *Review of International Political Economy*, vol. 12, n° 1, pp. 78-104.
- Giuliani, E. y Bell, M. (2005). “The Micro-determinants of meso-level learning and innovation: evidence from a Chilean wine cluster”. *Research Policy*, vol. 34, n° 1, pp. 47-68.
- Giuliani, E.; Pietrobelli, C. y Rabellotti, R. (2005). “Upgrading in global value chains: lessons from Latin America clusters”. *World Development*, vol. 33, n° 4, pp. 549-573.
- Gregersen, B. y Johnson, B. (1998). “How do Innovations Affect Economic Growth? – some Different Approaches in Economics”. En Herlitz, L. (ed.), *Mellem Økonomi og Historie*. Aalborg: Aalborg Universitet sforlag, Historiestudiet.
- Hodgson, G. M. (1988). *Economics and Institutions: A Manifesto for a Modern Institutional Economics*. Cambridge: Polity Press.

- Humphrey, J. y Schmitz, H. (2002a). “Developing Country Firms in the World Economy: Governance and Upgrading in Global Value Chains”. *INEF Report*, n° 61, Duisburg: University of Duisburg.
- (2002b). “How does insertion in global value chains affect upgrading industrial clusters?” *Regional Studies*, vol. 36, n° 9, pp. 1017-1027.
- Isakesen, A. (2001). “Building Regional Innovation Systems: Is Endogenous Industrial Development Possible in the Global Economy?”. *Canadian Journal of Regional Science*, vol. xxiv, n° 1, pp. 101-120.
- Isaksen, A. y Hauge, E. (2002). “Regional Clusters in Europe”. *Observatory of European SMEs Report 2002*, n° 3. European Community, Luxembourg.
- Jiménez, F.; Fernández de Lucio, I. y Menéndez, A. (2011). “Los Sistemas Regionales de Innovación: revisión conceptual e implicaciones en América Latina”. En Llisterri, J. J. y Pietrobelli, C. (eds.), *Los sistemas regionales de innovación en América Latina*. Nueva York: IADB.
- Kaplinsky, R. (2000). “Globalisation and Unequalisation: What Can be Learned from Value Chain Analysis?” *Journal of Development Studies*, vol. 37, n° 2, pp. 117-146.
- Krugman, P. (1992). *Geografía y comercio*. Barcelona: Antoni Bosch.
- (1995). *Development, Geography, and Economic Theory*. Cambridge-Massachusetts: The MIT Press.
- Kumaresan, N. y Miyazaki, K. (1999). “An Integrated Network Approach to Systems of Innovation--the Case of Robotics in Japan”. *Research Policy*, vol. 28, n° 6, pp. 563-585.
- Lam, A. (1999). “Tacit Knowledge, Organisational Learning and Societal Institutions: An Integrated Framework”. Ponencia presentada en Conference on National Innovation System, Industrial Dynamics and Innovation Policy, Danish Research Unit for Industrial Dynamics (DRUID), June 9-12 Rebild, Denmark.
- Lastres, H. (1993). “New Trends of Cooperative R&D Agreements Opportunities and Challenges for Third World Countries”. Paper of the project Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira, IE/UNICAMP & IEI/UFRJ, Campinas & Rio de Janeiro.

- Lorentzen, A. (2007). "The Geography of Knowledge Sourcing - A Case Study of Polish Manufacturing Enterprises". *European Planning Studies*, vol. 15, n° 4, pp. 467-486.
- (2008). "The scales of innovation spaces". En Querejeta, M. J.; Landart, C. y Wilson, J. (eds.), *Networks, Governance and Economic Development. Bridging Disciplinary Frontiers*. Cheltenham: Edward Elgar.
- (2009). "Las redes de conocimiento en el espacio. Reflexiones de una geógrafa sobre la literatura de los sistemas regionales de innovación". *Ekonomiaz*, vol. 69, pp. 170-183.
- Lundquist, K.-J. y Tripl, M. (2009). "Towards cross-border innovation spaces: a theoretical analysis and empirical comparison of the Öresundregion and the Centroperearea". *SRE-Discussion*, n° 05, Viena: Vienna University of Economics and Business.
- Lundvall, B-Å. (1992). *National System of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- Lundvall, B-Å.; Johnson, B.; Andersen, E. S. y Dalum, B. (2001). "National systems of production, innovation and competence-building". Ponencia presentada en Nelson and Winter DRUID Summer Conference, Aalborg Denmark.
- Lundvall, B-Å.; Joseph, K. J.; Chaminade, C. y Vang, J. (2009). *Handbook On Innovation Systems And Developing Countries*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Malerba, F. (2002). "Sectoral systems of innovation and production". *Research Policy*, vol. 31, pp. 247-264.
- Malerba, F. y Mani, S. (2009). *Sectoral Systems of Innovation and Developing Countries: Actors, Structure and Evolution*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Malmberg, A. y Maskell, P. (1997). "Towards an explanation of regional specialization and industrial agglomeration". *European Planning Studies*, vol. 5, n° 1, pp. 25-41.
- (2006). "Localized Learning Revisited". *Growth and Change*, vol. 37, n° 1, pp. 1-18.
- Markusen, A. (1996). "Sticky places in slippery space: a typology of industrial districts". *Economic Geography*, vol. 72, n° 3, pp. 293-313.

- Maskell, P. y Malmberg, A. (1999). "Localised learning and industrial competitiveness". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 23, n° 2, pp. 167-185.
- Moodysson, J. y Jonsson, O. (2007). "Knowledge collaboration and proximity: the spatial organization of biotech innovation projects". *European Urban Regional Studies*, vol. 14, n° 2, pp. 115-131.
- Morgan, K. (2004). "The exaggerated death of geography: learning, proximity and territorial innovation systems". *Journal of Economic Geography*, vol. 4, pp. 3-21.
- Morrison, A.; Petrobelli, C.; Rabellotti, R. (2010). "Global Value Chains and technological capabilities: a framework to study industrial innovation in developing countries". Ponencia presentada en PRIN Dynamic Capabilities between Firm organization and Local Systems of Production, Bologna and SPRU, Universidad de Sussex.
- Nadvi, K. y Schmitz, H. (1999). "Industrial Clusters in Developing Countries". *Special Issue of World Development*, vol. 27, n° 9.
- Narula, R. (2003). *Globalization and Technology: Interdependence, Innovation Systems and Industrial Policy*. Cambridge: Polity.
- Navarro, M. (2001). "El análisis y la política de *clusters*". Documento de trabajo del Instituto de Análisis Industrial y Financiero, n° 28, Universidad Complutense de Madrid.
- (2003). "Análisis y políticas de *clusters*: teoría y realidad". *Ekonomiaz*, vol. 53, pp. 14-49.
- (2009). "Los sistemas regionales de innovación. Una revisión crítica". *Ekonomiaz*, vol. 70, pp. 24-59.
- Navarro, M.; Aranguren, M. J. y Magro, E. (2011). "Estrategias de especialización inteligente: el caso del País Vasco". *Orchestra Working Paper Series in Territorial Competitiveness*, n° 2011-R06 (CAS), 1-21.
- Navarro, M. y Magro, E. (2013). "Complejidad y coordinación en las estrategias territoriales. Reflexiones desde el caso vasco". *Ekonomiaz*, vol. 83, n° 2, pp. 235-272.
- Nelson, R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.

- (1994). “The Co-evolution of Technology, Industrial Structure, and Supporting Institutions”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, n° 1, pp. 47-63.
- North, D. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Nueva York: Cambridge University Press.
- (1993). “Institutions and economic performance”. En Miki, U.; Gustafsson, B. y Knudsen, C. (eds.), *Rationality, Institutions and Economic Methodology*. Londres: Routledge.
- OCDE (1999). *Managing National Innovation Systems*. París: OCDE.
- Orozco, J. (2004). “Innovation and performance improvements in the cooperative sector, Costa Rica”. *Documentos de investigación SUDESCA*, n° 38, CINPE y Universidad de Aalborg.
- (2010). *Innovation and Performance Improvements: experiences in Costa Rica*. Saarbrücken: LAMBERT Academic Publishing.
- (2013). “Innovación institucional y crecimiento inclusivo: lecciones del sector cafetalero y el sector de aceite de palma en Costa Rica”. En Dutrénit, G. y Sutz, J. (eds.), *Sistemas de Innovación para un desarrollo inclusivo, la experiencia Latinoamericana*. México: LALICS y Foro Científico y Tecnológico.
- Padilla, R.; Yannick, G. y Rodríguez, P. (2013). “Sistemas de innovación”. En Padilla, R. (ed.), *Sistemas de Innovación en Centroamérica, fortalecimiento a través de la integración regional*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Pavitt, K. (1984). “Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory”. *Research Policy*, vol. 13, n° 6, pp. 343-373.
- Perkmann, M. (2003). “Transnational regions in Europe: significance and drivers of regional transnational co-operation”. *European Urban and Regional Studies*, vol. 10, n° 2, pp. 153-171.
- Polany, M. (1966). *The tacit dimension*. Nueva York: Doubleday.
- Porter, M. (1990). *La ventaja competitiva de las naciones*. Buenos Aires: Vergara.
- (1998). *On competition*. Boston: Harvard Business School.
- Rosenberg, N. (1976). *Perspectives on Technology*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Rosenthal, S. S. y Strange, W. C. (2004). "Evidence on the Nature and Sources of Agglomeration Economies". En Henderson, J. V. y Thisse, J. F. (eds.), *Handbook of Urban and Regional Economics*. Filadelfia: Elsevier.
- Schmitz, H. y Knorriga, P. (2001). "Learning from Global Buyers". *Journal of Development Studies*, vol. 37, n° 2, pp. 177-205.
- Setterfield, M. (1993). "A Model of Institutional Hysteresis". *Journal of Economic Issues*, vol. 27, n° 3, pp. 755-775.
- Storper, M. (1997). *The Regional World*. Nueva York: The Guilford Press.
- Torre, A. y Gilly, J.-P. (2000). "On the analytical dimension of proximity dynamics". *Regional Studies*, vol. 34, pp. 169-180.
- Trippel, M. y Tödtling, F. (2007). "Developing Biotechnology Clusters in Non-High Technology Regions. The Case of Austria". *Industry and Innovation*, vol. 14, n° 1, pp. 47-67.

Sección II
Sistemas de innovación, desarrollo
y política pública

Capítulo 7

Sistemas de innovación y lo macro y micro de crecer con base en recursos naturales*

Jorge Katz

Introducción

Durante los años ochenta, el comportamiento de la economía se expresó en dramáticas caídas del PIB tras la moratoria mexicana de 1982, una fuerte contracción del empleo y de la equidad social, y episodios relevantes que destruyeron capacidades productivas y tecnológicas locales resultantes de la manera irreflexiva en que distintos elencos de gobierno llevaron a cabo la apertura y desregulación de la economía siguiendo los lineamientos del Consenso de Washington. Tras este magro comportamiento, los países de América Latina han experimentado un heterogéneo, pero alentador, repunte en los noventa y en la primera década del tercer milenio.

Este reinicio del crecimiento ha estado en buena medida impulsado por la expansión de las exportaciones, la mejora de términos de intercambio y un importante episodio de transformación estructural asociado a que nuevos sectores –muchos de ellos productores de *commodities* industriales de uso difundido, como petróleo y gas, minerales, celulosa y papel, soja y sus derivados, y también flores y alimentos de distinto tipo– crecieran a tasas de dos dígitos durante períodos de tiempo relativamente largos, generando empleo, mejores salarios y mayores ingresos fiscales. El más rápido crecimiento del producto, los salarios y el empleo, así como

* El presente trabajo está basado en la presentación oral que realizó el autor en el Seminario sobre Neoestructuralismo, organizado por la CEPAL en Santiago de Chile a mediados de 2013. Se agradece la invitación a participar en dicho Seminario, así como los comentarios allí recibidos. Las opiniones aquí vertidas son de entera responsabilidad del autor y en nada comprometen a las agencias previamente mencionadas.

de los subsidios fiscales, se manifestó en reducciones de los indicadores de pobreza, aunque no necesariamente de las desigualdades relativas en la distribución del ingreso. Retomaremos este tema más adelante.

La expansión de la demanda por *commodities* industriales por parte de China, India y otros países asiáticos, y el aumento de sus precios, constituye una parte importante de la explicación de lo ocurrido. En un mundo crecientemente globalizado, la expansión de la demanda externa por insumos industriales basados en recursos naturales, como los mencionados con anterioridad, acaba indefectiblemente influyendo sobre el otro extremo de la cadena de valor de dichos *commodities*, en este caso muchos países de América Latina son productores de ellos.

En esos países, el fenómeno se manifiesta como una mayor tasa de explotación de los recursos naturales junto con la apertura de nuevas plantas fabriles de procesamiento, portadoras de tecnologías modernas y productividad cercana a la frontera técnica internacional. Ello trajo consigo la formación de nuevas comunidades empresarias y profesionales, nuevas instituciones sectoriales y nuevas formas de organización y comportamiento de los mercados, en el marco de un proceso de notable transformación de la estructura productiva. Lo ocurrido refleja un episodio coevolutivo entre cambios tecnológicos, nuevas formas de organización industrial y transformación de las instituciones sectoriales de soporte –escuelas técnicas, cámaras empresarias y demás– en distintos ámbitos de la vida comunitaria (Nelson, 1994).

Al mismo tiempo, se fue experimentando un gran cambio organizacional, tecnológico e institucional en el sector de servicios, como el bancario, las telecomunicaciones y la industria financiera. La brecha entre productores de alta y baja productividad de cada sector productivo ha crecido significativamente, haciendo que los cálculos agregados de productividad total de factores (PTF) y la contabilidad del crecimiento efectuada en la economía en su conjunto oculten una realidad de profunda de heterogeneidad estructural que los convierte en poco convincentes.

Este vasto proceso de transformación estructural, tanto en la esfera productiva como en la institucional, no ha sido suficientemente estudiado hasta el presente. Podríamos decir, sin temor a equivocarnos, que han ido emergiendo distintas formas de capitalismo en la región, algunas más exitosas que otras, pero todas sin excepción diferentes del modelo de organización social y económica de la posguerra, en que el Estado adoptaba un papel central guiando el proceso de crecimiento mediante incentivos especiales a la producción de manufacturas para el mercado

doméstico. En esta oportunidad, el mundo de los *commodities* industriales de uso difundido, por un lado, y de los servicios por otro, son los que han tomado la delantera como inductores del crecimiento, a diferencia de la manufactura que lo fuera décadas atrás. Visto desde la demanda, el proceso aparece asociado a la gradual gestación de una nueva clase media –primordialmente en el tercer quintil de la distribución–, cuyo acceso masivo al consumo también revela una nueva realidad del mundo latinoamericano: la transición hacia una nueva sociedad de masas, acerca de cuyas características también sabemos bastante poco.

El propósito de esta nota es reflexionar acerca de algunos aspectos –macro y microeconómicos– de esta nueva fase del desarrollo de la región y de las nuevas preguntas que nos plantea de cara al futuro.

Si bien no hay duda acerca de que en la actualidad diversos sectores de la sociedad viven mejor que en el pasado, no todo lo que reluce es oro. Junto al hecho cierto de que una fracción del PIB –mayor o menor dependiendo del país que se considere– se posiciona hoy mucho más cerca de la frontera internacional de productividad, y que los empresarios y operarios de esos sectores productivos reciben remuneraciones significativamente más altas que la media nacional, se observa también una mayor concentración del ingreso en el decil más alto de la comunidad, es decir, una mayor brecha entre pobres y ricos. La brecha relativa entre la media del quintil más alto y el más bajo de la distribución es de veinte a veinticinco veces, claramente mayor que la observable, por ejemplo, en Europa, en Corea o en Taiwán, donde el coeficiente ronda las seis a ocho veces.

Como decíamos, es notable la aparición de una nueva clase media, cuyo tamaño varía entre países. El caso más notorio es Brasil, donde entre treinta y cuarenta millones de personas conforman estos nuevos estratos sociales en ascenso, pero el tema es también visible en Colombia, Chile, México o Bolivia. Esta nueva clase media reclama mayor provisión, tanto en cantidad como en calidad, de bienes y servicios públicos (como salud, educación, seguridad social y demás, así como vivienda, durables de consumidor, vehículos); sin embargo, no necesariamente los está recibiendo al ritmo de sus expectativas, y esto se refleja en los movimientos de protesta que surgen en diversos países de la región.

Esta nueva clase media emergente se concentra en los niveles medios de la distribución (el tercer quintil) y se caracteriza por operar fuertemente endeudada con el sistema bancario. Además, exhibe signos de fragilidad de largo plazo que no pueden ser ignorados en la medida en que la escasa transparencia con que funcionan los mercados de crédito puede llevar a

“burbujas” riesgosas en los mercados inmobiliarios y de créditos de consumo, como ha ocurrido en diversos países del mundo desarrollado. Se está transitando hacia una nueva sociedad de masas cuya estructura y comportamiento no deberían ser dejados exclusivamente al arbitrio del mercado. Por eso, se requiere más transparencia informativa y regulación precautoria *ex ante*, y una más rigurosa aplicación de la legislación de competencia, que hasta el momento exhibe signos de gran debilidad. La falta de ello constituye un importante flanco de fragilidad del nuevo modelo de capitalismo hoy en proceso de consolidación en la región.

Junto a los signos positivos también es cierto que ha crecido la exclusión social, la marginación y la no empleabilidad de tramos de población que por diversos motivos, como escasez de bienes públicos, mal funcionamiento de los mercados de crédito, falta de niveles adecuados de capital humano –*initial entitlements* en el lenguaje de A. Sen– han ido quedando marginados del sistema, al costado del camino, y constituyen prueba fehaciente de que las reglas puras de mercado son insuficientes para generar desarrollo con equidad e inclusión social. Estos núcleos excluidos –eufemísticamente caracterizados como “terrorismo” por la ideología dominante– engrosan los sectores sociales que viven de ilícitos y reclaman una reflexión más profunda acerca del tipo de instituciones y formas de organización social que se desea tener a futuro.

En el proceso de avanzar en la senda mencionada, las economías latinoamericanas han experimentado un claro retorno a sus ventajas comparativas tradicionales, abandonando el sendero de desarrollo de la época de posguerra. Han vuelto a priorizar sus recursos naturales de alta calidad y su mano de obra barata. En otros términos, han dejado de lado la idea del *catching-up* con la frontera tecnológica universal en el ámbito de las manufacturas y se han concentrado en sostener la estabilidad financiera de corto plazo y el equilibrio de los fundamentos.

La abundancia relativa de gas y petróleo, de bosques de más rápida maduración que los del hemisferio norte, de tierras agrícolas y riqueza pecuaria de insuperable calidad, de franjas costeras y lacustres capaces de albergar la mejor acuicultura del mundo y mucho más, ha prevalecido en este vasto episodio de destrucción creativa que la región ha experimentado tras abrir, privatizar y desregular la actividad económica como lo aconsejaba el ideario del Consenso de Washington, sin respetar la historia idiosincrática de cada estructura productiva y cada sociedad. La idea de que *one size fits all* ha prevalecido entre los *policy makers* de la región.

Los programas de política pública inspirados en reglas puras de mercado, y en regímenes de política macroeconómica que otorgan prioridad al control de la inflación y al equilibrio de los fundamentos de corto plazo en lugar de pensar en el *catching-up* con el mundo desarrollado y en el cierre de la brecha relativa de productividad con los países maduros, marcan la dirección del proceso en marcha prácticamente en todo el mundo latinoamericano. No se observa actualmente en la región un pensamiento de política pública de largo plazo que trascienda el mantenimiento de los fundamentos financieros de corto plazo y piense en la brecha relativa de productividad con el mundo desarrollado.

La idea de un Estado subsidiario, de neutralidad de la acción gubernamental y de libre juego del mercado en la determinación del sendero de crecimiento de la economía han predominado por sobre las enseñanzas que la historia nos brinda con ejemplos notorios de *catch-up* –tanto en el siglo XIX como más recientemente el caso de Corea y contemporáneamente China– producidos en el marco de un rol proactivo del Estado diseñando, financiando y regulando el proceso de crecimiento, la provisión de bienes públicos y la distribución de los beneficios del crecimiento de la sociedad.

En este trabajo reflexionaremos sobre el impacto macro y micro de esta vuelta a las ventajas comparativas naturales, hacia los tramos de menor valor agregado intensivos de las cadenas productivas que explotan los ricos recursos naturales de la región, y al impacto último que todo esto tiene sobre la estructura productiva, por un lado, sobre el uso de los recursos naturales y la sustentabilidad ambiental y ecológica, por otro, y sobre la equidad e inclusión social como corolario final del proceso. Estas cuestiones se discuten en la literatura recibida haciendo referencia a los exóticos nombres de “enfermedad holandesa”, en lo macro, y “tragedia de los comunes”, en lo micro, y es a ambas cuestiones que aquí habremos de referirnos. Por fuerza pintaremos el cuadro con brocha gruesa, ya que estos temas trascienden lo que se puede abarcar en el marco de un trabajo de esta índole.

La mirada desde lo macro: estabilidad de los fundamentos versus cambio estructural y cierre de la brecha de productividad

La literatura de la última década refleja con claridad las preocupaciones centrales de los macroeconomistas latinoamericanos con temas como la enorme volatilidad macroeconómica que exhiben los países de la región

(French Davis, 2005), incluso aquellos que parecen administrar con gran cautela y prolijidad el balance estructural de largo plazo de las cuentas fiscales y la apertura de la cuenta de capitales (en un contexto en el que las autoridades de los países desarrollados han mantenido tasas de interés cercanas a cero en un intento por revitalizar sus alicaídas economías). Al mismo tiempo, se ha admitido la necesidad de un cierto grado (no menor) de apreciación cambiaria, a fin de mantener baja la inflación.

Un impacto importante en el mundo latinoamericano ha sido la combinación de: 1) volatilidad macroeconómica, que afecta el *animal spirit* empresario y favorece las conductas defensivas reduciendo el horizonte de planeamiento de la firma y discriminando contra la inversión productiva y el gasto en I+D; 2) apreciación cambiaria; 3) altos precios internacionales de los *commodities* industriales de uso difundido, y 4) falta de un pensamiento estructural de largo plazo que otorgue importancia al tema del cierre de la brecha internacional de productividad que afecta a nuestras economías. Han mejorado algunas cosas y empeorado otras, pero ha subsistido un extremo grado de volatilidad macroeconómica, escasa competitividad internacional en rubros de alto valor agregado doméstico y gran heterogeneidad en la estructura productiva y social, con su secuela esperable en términos de exclusión social.

La primera respuesta ha sido la caída generalizada de la tasa de formación de capital. En promedio, la región exhibe una tasa de acumulación de capital menor que la de la década de 1970, y que, pese a su recuperación parcial en los años noventa, nunca se ha vuelto a los ritmos de ahorro e inversión de veinte años atrás. Los gastos de investigación y desarrollo nunca han alcanzado las expectativas de quienes esperaban que la desregulación de los mercados, la mayor competencia y la apertura externa llevarían a que fueran comparables con los observados en países desarrollados (entre 2 y 4% del PIB), con lo que habría mejorado el nivel relativo de la productividad doméstica. Esta se ha mantenido, en promedio, no mucho más que 30 o 40% de la que exhiben los países desarrollados, aun cuando una fracción (mayor o menor, según el país) del PIB se produce hoy con una productividad cercana a la internacional.

Por su parte, la apreciación cambiaria ha empujado, por un lado, a la comoditización del patrón productivo y de las exportaciones y, por otro, a una creciente propensión a importar maquinaria y durables de consumidor, en lugar de producirlos internamente. Esto aún es así en los casos de Brasil y Argentina, que en su oportunidad contaron con una industria razonable de máquinas herramienta y bienes de capital.

Las plantas locales han avanzado gradualmente hacia un mayor contenido unitario de importaciones reduciendo el grado de utilización de partes y componentes de fabricación doméstica. El saldo negativo del balance comercial externo, incluso en áreas fuertemente volcadas a la exportación (vehículos, por ejemplo), constituye un indicador fehaciente de ello. Las PYME locales productoras de componentes intermedios han perdido terreno ante el aumento de la preferencia por producir ensamblando partes y componentes importados. La estructura productiva y las exportaciones han ido perdiendo diversidad y complejidad, la actividad productiva ha tendido a concentrarse en bienes no comerciables y en pocas ramas productoras de *commodities* –generalmente muy intensivas en capital–, cubriendo los tramos de menor valor agregado doméstico y menos conocimientos intensivos de cada cadena productiva. Esto ha conspirado contra la generación de empleos de alta calificación, bien remunerados. El empleo ha crecido *pari passu* con la expansión de la economía, pero mayoritariamente lo ha hecho en actividades de servicios personales de bajo valor agregado, sin formas adecuadas de protección social, y con altas tasas de rotación entre tareas.

Salvo en áreas muy puntuales, el sistema nacional de innovación no ha jugado un rol importante durante estos años, más bien, la importación de máquinas y la toma de licencias internacionales fue la fuente principal del proceso de modernización que exhiben diversos núcleos del aparato productivo. Las encuestas de innovación de todos los países de la región marcan este hecho con total claridad.

En parte, la explicación de este fenómeno debe buscarse en el marco teórico en el que la economía neoclásica concibe el desarrollo en un marco de equilibrio de los fundamentos. El Teorema de Mundell-Fleming (que es una extensión a la macro de una economía abierta del modelo IS/LM de Hicks) muestra un algoritmo agregado en el que la estructura del aparato productivo –y su heterogeneidad expresada a través de la distinta distancia relativa que diferentes industrias exhiben respecto de la frontera internacional de productividad– está ausente y, por lo tanto, nos impide discutir temas del *catching-up* de la industria doméstica con la frontera mundial de productividad (Bresser Pereira, 2010). La mayor afluencia de divisas producto de la exportación de *commodities* y los flujos de capital de corto plazo motivados por el diferencial de la tasa de interés *vis à vis* del mundo desarrollado llevan a la apreciación cambiaria y desincentivan la producción doméstica de bienes relativamente más

intensivos en ingeniería y conocimientos técnicos locales. Esto es lo que se ha dado en llamar *enfermedad holandesa* (Krugman, 1995).

Ese marco teórico inspira buena parte del *policy making* contemporáneo en América Latina. Si la heterogeneidad estructural es muy marcada el tipo de cambio puede no proporcionar incentivos suficientes como para inducir a aquellas ramas productivas que están relativamente más lejos de la frontera internacional de productividad a invertir en nueva capacidad instalada y en I+D para competir con las importaciones (Rapetti, 2011). En estos casos la apreciación cambiaria –que no impide a los sectores más eficientes de la economía, productores de *commodities* industriales, que operen con comodidad– genera considerables desincentivos para inducir la inversión y la innovación en ramas industriales, que en el mediano plazo podrían operar competitivamente en los mercados mundiales tras su etapa de aprendizaje. Japón jamás habría sido el eficiente productor de automóviles que es hoy en día si en los años cincuenta se hubiera concentrado en la seda y en las industrias textiles que en ese momento constituían sus ventajas comparativas naturales. Lo mismo puede decirse del caso coreano en los años ochenta (Kim, 1997), de Finlandia luego de la caída del mercado soviético, y de China contemporáneamente en múltiples sectores, como automóviles, computadoras, equipos de video o generadores de energía eólica, por mencionar algunos (F. Lu y L. Mu, 2011).

Es más, y tal como han argumentado diversos economistas en años recientes, si la apreciación cambiaria y la falta de incentivos se mantiene por lapsos relativamente largos de tiempo, bien pueden crearse situaciones irreversibles en las que la alta propensión a importar y el escaso *animal spirits* empresario se perpetúen en el tiempo, reflejando el desaliento que proviene de un régimen de política macroeconómica “poco amigable” con el desarrollo industrial (Frenkel y Rapetti, 2011). Apreciaciones cambiarias de 20, 30 o 40% sin duda borran toda posibilidad de que mejoras anuales de productividad del orden del 3, 4 o 5%, originadas en esfuerzos tecnológicos domésticos, constituyan incentivo suficiente como para alentar la opción de competir en un mundo globalizado muy signado por la presencia de firmas chinas que exhiben un ritmo acelerado de aprendizaje y penetración en los mercados mundiales. La importación se transforma en la respuesta empresarial más simple y esto desplaza gradualmente la producción doméstica y genera un creciente déficit comercial externo, que tendería a agravarse si el ciclo de altos precios internacionales de los *commodities* industriales llegara a su fin, como diversos analistas pronostican.

Nuestra impresión es que esto se observa hoy en la región y que ello refleja la prioridad que los gobiernos otorgan a metas de baja inflación, fundamentos de corto plazo de equilibrio capaces de asegurar credibilidad en la escena internacional, y en consecuencia acceso a IED, en tanto postergan la implementación de estrategias alternativas que se plantearían el desarrollo productivo y tecnológico y el *catch-up* con la frontera internacional de productividad, avanzando hacia un mayor contenido tecnológico doméstico en la producción de manufacturas de exportación e incluso en la esfera de los *commodities* industriales, en que la I+D local permitiría mejor manejo ambiental, búsqueda de nuevas opciones tecnológicas de futuro (energía eólica, desalinización del agua marina, procesos biotecnológicos novedosos para encarar la explotación de los recursos naturales y la diversificación del mix productivo ofrecido, aun en el ámbito de los bienes intensivos de recursos naturales. La pregunta sin responder, sin embargo, es cómo lograr una macro bien manejada, que logre sostener niveles bajos de inflación, un tipo de cambio alto y estable (SCRER) que incentive las exportaciones de mayor valor agregado doméstico y un conjunto de instituciones de soporte y formas de política industrial, que se hagan cargo de la alta heterogeneidad estructural que exhibe el aparato productivo así como de la dificultad que tiene para mejorar en materia de productividad, innovación basada en esfuerzos tecnológicos domésticos, mejores empleos y más inclusión social. La gran asignatura pendiente, que la ortodoxia profesional simplemente ha dejado de lado, parece ser cómo lograr un paquete razonable de intervenciones fiscales, monetarias y de política cambiaria que, junto a políticas industriales y de desarrollo productivo –como las que en su oportunidad aplicaron países como Corea o Taiwán, pero también Finlandia, Nueva Zelanda, Irlanda u otros– para avanzar en el objetivo de cerrar la brecha relativa de productividad que hoy exhibe el mundo latinoamericano. En lugar de ello se ha priorizado el equilibrio de los fundamentos de corto plazo dejando para más adelante las cuestiones del *catching-up* con la productividad internacional y el logro de mayor equidad e inclusión social. Esta última se maneja mediante programas asistenciales y subsidios fiscales y no a partir de políticas de desarrollo productivo que darían por resultado mejores puestos de trabajo y mejores remuneraciones.

Dentro del cuadro general hasta aquí descripto obviamente se observan diferencias entre países. Consideremos, por ejemplo, las que son observables entre Brasil y Chile, por un lado, que han optado por un régimen de política macroeconómica de metas de inflación, y Argentina,

por otro, que hasta finales de la década de 2000 lo hiciera por medio de un régimen de tipo de cambio administrado.

Sustentabilidad de largo plazo de los recursos naturales, otra asignatura pendiente

Pasemos ahora a referirnos a aspectos micro de crecer sobre la base de recursos naturales. El aumento de la demanda externa por *commodities* industriales de uso difundido, alimentos, etcétera, induce a una mayor explotación de los recursos naturales domésticos (gas y petróleo, celulosa y papel, soja y sus derivados y demás). Esto abre una extensa lista de nuevas preguntas micro relacionadas con la sustentabilidad ambiental, con la gobernanza de mercados basados en la explotación de recursos de uso compartido, con el origen y naturaleza del cambio tecnológico en esas ramas productivas, con su capacidad de generar empleos de alto valor agregado doméstico, con el tratamiento de los pueblos originarios, muchas veces asentados en zonas de alta riqueza gasífera o petrolera, así como también en distritos lacustres y forestales de alto potencial industrial o turístico. ¿Puede el crecimiento basado en recursos naturales darse en condiciones de buena sustentabilidad ambiental, mayor desarrollo de la capacidad tecnológica doméstica y mayor inclusión social y respeto de la historia precolonial? ¿Qué nuevas instituciones son necesarias en el mundo de los recursos naturales para que ello sea posible?

La experiencia de los países escandinavos, como la de Estados Unidos y Canadá en el siglo XIX, sugieren que es posible, pero que se requiere de un proceso coevolutivo no sencillo de lograr entre economía, instituciones y medio ambiente (Edquist y Lundvall, 1993). La protección de la biodiversidad, la sustentabilidad de largo plazo del cuadro ambiental y otras problemáticas reclaman instituciones específicas que la región latinoamericana escasamente tiene en la actualidad; o bien, si las tiene, escasamente logra respetarlas (*enforcement*) de manera adecuada, ante la prioridad que otorga al crecimiento y a la atracción de capital extranjero.

Este es un tema central del debate latinoamericano actual. A efectos de examinarlo en detalle emplearemos como ejemplo el caso de la salmicultura chilena de las últimas dos décadas, que muestra, por un lado, un gran éxito expansivo y *catch-up* en términos de volumen físico de producción con los principales países del mundo productores de salmón y, por otro, de extraordinario fracaso al no haber logrado desarrollar al mismo

tiempo formas de acción colectiva, capacidades científico-tecnológicas propias e instituciones (capital social) que le permitieran evitar el episodio conocido como la “Tragedia de los comunes” que el país sufrió entre 2008 y 2009 por la difusión de un virus (ISA) que afectó seriamente a la industria y destruyó gran parte de la biomasa en cultivo.

Los precios internacionales de los *commodities* industriales han crecido significativamente durante la década de 2000. (Ahora están cayendo, y esto despierta la sospecha de que el ciclo originado en el ingreso de China a los mercados mundiales de *commodities* podría estar llegando a su fin, como ocurrió otras veces en el pasado).

Sin embargo, la mayor demanda mundial por *commodities* industriales y alimentos, y el aumento de sus precios, induce a los productores latinoamericanos a explotar más intensamente los recursos naturales. Esta realidad obliga a formular la pregunta acerca de qué impacto tiene sobre la sustentabilidad de largo plazo de los recursos naturales, sobre la capacidad tecnológica doméstica requerida para expandir la producción, sobre la gobernanza de estos sectores que, por lo general, tienen un fuerte componente de *publicness* (es decir, emplean recursos de uso compartido), con gran impacto sobre la biosfera y comprometiendo el pacto intergeneracional de mantener el valor del medio ambiente para las generaciones futuras.

Usar más intensamente los recursos naturales supone explotar más lo que ya estaban en uso e incorporar nuevas áreas de producción en otras localizaciones geográficas. Producir más usando más intensamente los recursos naturales no es lo mismo que producir más manufacturas. Cada localización geográfica tiene una constelación específica de factores ecológicos y formas de organización social altamente localistas y no es válido emplear aquí la metáfora del “agente representativo” de la microeconomía de libro de texto. Cada localización es un caso en sí mismo ya que la ecología y la organización social que rodea a la explotación del recurso son localidad-específicos, aun cuando se trate de regiones próximas y ecológicamente parecidas (Cárdenas, 2009; Ostrom, 2000).

Es más, los recursos naturales tienen un cierto componente de *publicness*, que hace que el modelo convencional de gobernanza de mercado no funcione adecuadamente. Cuando dos salmoneras cultivan salmón en la misma bahía o lago, no hay forma de impedir la *transmisión horizontal* de enfermedades, patógenos, depredadores marinos, etcétera. Lo que le ocurra a un centro de cultivo al poco tiempo le ocurrirá a un centro vecino que comparte la misma bahía o franja costera; lo mismo ocurre con la

difusión de plagas en la agricultura, la ganadería, la floricultura y otras actividades. Al analizar el mundo de los recursos naturales encontramos modelos de gobernanza de los mercados en los que la acción colectiva, la reciprocidad y la confianza (el capital social expresado en instituciones proactivas de cooperación) resultan más importantes que la maximización individual como regla de organización del mercado. Precisamente, la tensión entre uno y otro enfoque ha llevado a la literatura sobre estos temas a referirse a la Tragedia de los comunes como una manera expresiva de graficar el hecho de que la maximización individual de beneficios lleva a la sobreexplotación del recurso y al fracaso colectivo. Sin embargo, el fracaso colectivo no es la única opción posible como han demostrado E. Ostrom y E. Cárdenas y otros autores que argumentan que en muchos casos los usuarios del recurso consiguen generar formas de acción colectiva y diferentes instituciones y mecanismos de solidaridad destinados a preservar el recurso. Un marco legal y regulatorio fuerte y su adecuada implementación (*enforcement*) muchas veces son de gran importancia apoyando e induciendo la acción colectiva y los mecanismos de cooperación privados dirigidos a cuidar la sustentabilidad de largo plazo del recurso. En este plano los países son todos muy diferentes entre sí y la metáfora universalista de la microeconomía convencional es escasamente útil.

No solo la sobreexplotación del recurso es lo que preocupa cuando se trata de crecer con base en recursos naturales. Nuestra comprensión del comportamiento de la ecología aún no ha avanzado lo suficiente como para saber fehacientemente el costo de oportunidad que un mayor uso de los recursos naturales tiene en términos de impacto sobre la biodiversidad, la erosión de suelos y la desertificación, sobre el efecto invernadero y de cambio climático, usos del agua, etcétera. Tanto el mundo neoclásico, que trata estos temas en términos de impuestos y externalidades, como el evolucionista, que ha construido sus metáforas de comportamiento microeconómico basado en la experiencia de sectores industriales, han avanzado poco en la comprensión de la complejidad del vínculo entre economía y ecología, y resulta evidente la necesidad de más investigación en torno a lo que llamamos la *capacidad de carga* del recurso natural en distintas localizaciones, la diversidad institucional y de reglas del juego con que distintas regiones, países y culturas explotan los recursos naturales y las consecuencias que todo ello tiene sobre la sustentabilidad de largo plazo y sobre el funcionamiento macro de la economía, esto es, exportaciones, empleo, productividad. No es sencillo en este campo formular teorías universales. Sabemos, eso sí, que la acción colectiva, la reciprocidad y la

confianza juegan un papel crucial en relación con la preservación de largo plazo del recurso y la sustentabilidad ambiental. No sabemos mucho, sin embargo, sobre el carácter aleatorio del comportamiento de la biosfera, los patógenos, las plagas. Se ha llegado a suponer –erróneamente– que, por tratarse de sectores productores de *commodities*, los esfuerzos de investigación y desarrollo no son muy necesarios cuando en realidad el tema de la sustentabilidad ambiental y sanitaria de largo plazo supone una enorme necesidad de investigación biología, genética, de sanidad animal y medioambiental que recién hoy en día comienza a ser percibida (Katz *et al.*, 2011). La ecología, la genética y la biología tienen reglas de comportamiento que escasamente comprendemos y que reclaman un fuerte compromiso de investigación de cara al futuro. El espacio que aquí se abre para revalorizar los vínculos entre empresa y universidades en temas de biología, veterinaria, genética, salud animal y otros es realmente insospechado. Lo mismo puede decirse de la explotación minera por vía bacteriana, de la desalinización del agua marina, de la generación de energía por vía eólica, etcétera; temas que en las próximas décadas serán importantes para continuar por el camino de crecer con base en recursos naturales. Sin embargo, el tema no acaba aquí.

El uso más intensivo de los recursos naturales trae nuevas preguntas relacionadas con el costo de oportunidad de los servicios ambientales y su uso alternativo en distintas actividades productivas, y también como hábitat de nuestros pueblos originarios, normalmente radicados en cuencas de gran riqueza petrolera, en bosques naturales o en la franja costera de distritos lacustres o marítimos. Estas cuestiones abren preguntas sobre derechos de propiedad, precios sombra de los servicios ambientales, regalías y cánones por su uso, rol y participación de las comunidades locales en la explotación del recurso, entre otros. La coevolución de los esfuerzos de desarrollo productivo y las instituciones de soporte y de regulación encargadas de velar por estos temas muestra el enorme campo que los *policy makers* de la región deberán enfrentar a futuro.

Por otro lado, crecer con base en recursos naturales no debe verse como antagónico a desarrollar industria. La experiencia de la región escandinava muestra cómo la industria de maquinarias para los sectores lácteos o forestales, las ramas de agroquímicos, vacunas y fertilizantes, los productores de equipos de transporte e infraestructura portuaria, y mucho más, han crecido junto a la expansión de las ramas primarias. La vieja disyuntiva entre el agro o industria parece superada cuando uno mira al mundo desde esta perspectiva. Sin embargo, en todos estos casos

también puede observarse que el Estado ha estado lejos de ser un actor subsidiario, que limitara su acción a regular derechos de propiedad y dejar que las fuerzas de mercado actuaran libremente. El cuadro institucional y de gobernanza de sectores basados en recursos de uso compartido reclama una institucionalidad y un conjunto de regla del juego que no son las del mundo industrial. En el mundo de los recursos naturales la acción colectiva y la cooperación adquieren un papel protagónico.

Lo que sí es obvio, sin embargo, es que los mecanismos de mercado tienen poca ductilidad para llevar al cambio estructural que imagina nuestra argumentación anterior. Hay demasiadas incertidumbres, fallas de mercado, ausencia de capacidades iniciales, falta de bienes públicos de diverso tipo, fragilidad en los vínculos entre el pensamiento agregado de equilibrio y la realidad local de gran escasez de instituciones, proyectos y capacidades sobre estos temas como para que resulte sencillo imaginar escenarios de mercado en este ámbito. Es el Estado el que deberá generar los incentivos y las instituciones para que el desarrollo basado en recursos naturales sea ambientalmente sustentable y más equitativo con las comunidades locales. Son muchos los bienes públicos necesarios en las diversas fases de la cadena productiva de cada uno de estos sectores como para imaginar que los mercados habrán de actuar de manera adecuada. Se requiere apoyo a la investigación y desarrollo que lleve a establecer la “carga optima” aceptable de los recursos en sus distintas localizaciones, apoyo financiero para la instalación de nueva capacidad productiva del ámbito PYME local, apoyo legal y logístico en la apertura de nuevos mercados internacionales, reglas de respeto por los derechos de los pueblos originarios, etcétera. Crecer con base en recursos naturales supone no solo programas de gobernanza y regulación de sectores productivos con reglas del juego distintas de las del ámbito manufacturero sino también una adecuada provisión de bienes públicos e instituciones de soporte a lo largo de toda la cadena productiva. Ello reclama una Estrategia Nacional de largo plazo que trascienda los límites de una gestión de gobierno e involucre una decisión en la que toda la comunidad deberá tener que involucrarse.

Hacia un nuevo modelo de organización social

El cuadro macro y micro descripto hasta aquí detalla una parte importante de la actual realidad de los nuevos escenarios de capitalismo en franca consolidación en América Latina, pero ciertamente esto no es

todo. El éxito expansivo de las últimas dos décadas, pese a no haber sido espectacular, más el aumento del gasto público social por vía de subsidios a los tramos de menores ingresos de la comunidad –que insumen entre medio y un punto porcentual del PIB según el país considerado– han ido dando paso a una nueva clase social en ascenso ubicada primordialmente en el tercer quintil de la distribución. Cerca de once millones de familias (entre treinta y cuarenta millones de habitantes) acceden a subsidios del programa Bolsa Familia en el caso de Brasil, y cifras menores pero también significativas pueden observarse en los casos de Chile, Argentina y otros países de la región que han implantado esquemas parecidos. Esto impacta de manera notable en lo que hace al comportamiento y gasto de los hogares que reflejan fuerte avance en sus demandas por infraestructura habitacional y durables del hogar asociados a ello. También, la demanda por servicios –educativos, de salud y demás– ha experimentado una considerable expansión. La desregulación de los mercados de esos servicios ha redundado en que una creciente proporción del gasto en servicios se cubra ahora “de bolsillo”, ante la desaparición de los “modelos de reparto” y la prestación de estos por parte de proveedores privados *for profit* en mercados muy imperfectos y poco transparentes. En consecuencia, falta protección del consumidor, regulación, acreditación por calidad de los servicios ofrecidos y demás.

Lo anterior sugiere que la nueva clase media en expansión arrastra consigo un grado importante de fragilidad cuando la miramos desde esta perspectiva. En otros términos, resulta evidente que una nueva institucionalidad regulatoria resulta aquí necesaria si hemos de asegurar transparencia, más competencia, más respeto por el individuo. Este cuadro de gran debilidad institucional deberá ser enfrentado a futuro si se desea alcanzar mejores formas de convivencia democrática.

Reflexiones finales

Hemos argumentado en este trabajo que América Latina tiene que enfrentar a futuro nuevos dilemas de política pública tanto en lo macro como en lo microeconómico dado el creciente peso que los *commodities* industriales y la producción de alimentos ha adquirido en años recientes en la estructura productiva y en las exportaciones. La expansión de la frontera agrícola, minera, acuícola o frutícola ha llevado a una aceleración del crecimiento, pero también ha planteado nuevas preguntas

relacionadas, por un lado, con la enfermedad holandesa y por otro con la Tragedia de los comunes, que los *policy makers* de la región deberán abordar con realismo –aunque sin gran teoría que los apoye– en el camino de buscar tanto estabilidad de los fundamentos macro, como el cierre de la brecha tecnológica y de productividad con los países desarrollados. La más intensa explotación de los recursos naturales ha puesto en cuestión la sustentabilidad medioambiental de largo plazo. Por otro lado, el grado extremo de desregulación de los mercados, en el que el proceso de transformación estructural ha tenido lugar, ha generado efectos de exclusión social que hoy son claramente percibidos en todos y cada uno de los escenarios nacionales. La reciente expansión de una nueva clase media en tramos intermedios de la distribución de ingresos, sin remuneraciones lo suficientemente altas como para cubrir sus crecientes demandas de educación, salud, vivienda y durables de consumidor acentúa la gama de temas de política pública que deberán ser enfrentados con creatividad a futuro.

Cada una de estas esferas del *policy making* –estabilidad macro, mejor desempeño tecnológico y de avance en materia de productividad, sustentabilidad ambiental y búsqueda de mayor equidad e inclusión social– es importante por sí misma, y condiciona el ritmo y la naturaleza de los logros que será factible alcanzar en las restantes esferas; por eso, todas deberían recibir atención en simultáneo. El peligro de una visión parcial del *policy making* (como hasta aquí ha ocurrido) conlleva la posibilidad de mayor inflación y deterioro de las cuentas fiscales si los equilibrios macroeconómicos no son adecuadamente respetados (caso argentino), la pérdida de terreno relativo en los mercados mundiales si el desarrollo productivo y tecnológico y la política industrial son olvidados (caso brasileño) o deterioro medioambiental si la institucionalidad y el *enforcement* de la ley en este campo resulta desoído (caso chileno) y la pérdida de gobernabilidad democrática si el crecimiento sigue concentrando la riqueza en los tramos más altos de la sociedad y la escasez de bienes públicos acentúa la exclusión social.

La región se ha posicionado en los últimos tiempos como la gran fuente de abastecimiento de *commodities* y alimentos a las potencias asiáticas en rápida expansión, y ello ha proporcionado una gran oportunidad de cara al futuro. Pero hasta el momento solo ha concentrado el *policy making* en sostener la estabilidad macro de corto plazo, sin prestar demasiada atención a las restantes esferas antes mencionadas. La brecha relativa de productividad, el deterioro medioambiental y el reclamo por

mayor equidad e inclusión social han permanecido relativamente desatendidos en el marco de una gran complacencia por el buen desempeño de los fundamentos macro, y hoy vuelven a emerger con gran fuerza en el debate regional. En otros términos, las nuevas oportunidades que el cambio de la economía mundial ha abierto para América Latina no han sido suficientemente aprovechadas hasta el momento para avanzar en las otras dimensiones antes mencionadas, buscando el *catch-up* con la frontera tecnológica mundial, un mejor manejo medioambiental y avances más notorios en equidad e inclusión social. Una mirada heterodoxa –neoestructuralista– sobre estas cuestiones muestra con claridad los flancos débiles que los nuevos modelos de capitalismo latinoamericano deberán enfrentar a futuro (Feinstein, 1984).

Bibliografía

- Bernat, G. y Katz, J. (2013). “Macroeconomic adjustment and structural change: the experience of Argentina, Brazil and Chile in 2000-2010”. *Journal of Economics and Institutions*, vol. 5, n° 2, pp. 37-58.
- Bisang, R. (2012). “Agro y recursos naturales en Argentina: ¿enfermedad maldita o desafío a la inteligencia colectiva?”. Mimeo. Buenos Aires: UBA-UNTREF.
- Bresser Pereira, C. L. (2010). *Globalization and competition. Why some emerging countries succeed while others fall behind*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cárdenas, J. E. (2009). *Dilemas de lo colectivo. Instituciones, pobreza y cooperación en el manejo local de los recursos de uso común*. Bogotá: CEDE, Universidad de Los Andes.
- Edquist, C. y Lundvall, B-Å. (1993). “Comparing the Danish and Swedish systems of innovation”. En Nelson, R. (ed.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Feinstein, O. (1984). “Neoestructuralismo y paradigmas de política económica”. *El trimestre económico*, pp. 99-130.
- French Davis, R. (2005). *Entre el neoliberalismo y el crecimiento con equidad*. Santiago de Chile: LOM Ediciones.

- Frenkel, R. y Rapetti, M. (2011). *Fragilidad externa o desindustrialización: ¿Cuál es la principal amenaza de América Latina en la próxima década?* Santiago de Chile: CEPAL, Serie macroeconomía del desarrollo 116.
- Iizuka, M. y Katz, J. (2015). "Globalization, sustainability and the role of institution". *Journal of Economics and Social Geography* (TESG).
- Katz, J.; Iizuka, M. y Muñoz, S. (2011). *Creciendo en base a recursos naturales, "Tragedia de los Comunes" y el futuro de la industria salmonera chilena*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Kim, L. (1997). *From Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*. Boston: Harvard Business School Press.
- Krugman, P. (1995). "Dutch Tulips and emerging markets". *Foreign affairs*, julio/agosto.
- Lu, F. y Mu, L. (2011). "Learning by innovating: lessons from China's digital video player industry". *Journal of Science and Technology Policy in China*, vol. 2 n° 1.
- Nelson, R. (1994). "The Co-evolution of Technology, Industrial Structure, and Supporting Institutions". *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, n° 1, pp. 47-63.
- Ostrom, E. (2000). *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Rapetti, M. (2011). "Macroeconomic policy coordination in a competitive real exchange rate strategy for development". Working Paper 2011-09 University of Massachusetts, Amherst MA.

Capítulo 8

Sistemas de innovación y desarrollo*

Björn Johnson y Mario López

Introducción

En este capítulo, se examina el concepto de sistemas de innovación en relación con las teorías y las políticas del desarrollo económico. Demostremos aquí que esto enriquece nuestra comprensión de las fuerzas motoras que subyacen al desarrollo económico y sirve de dispositivo focalizador en la política del desarrollo. En concreto, argumentamos que los sistemas de innovación pueden integrar tres tendencias recientes en el pensamiento del desarrollo: la ampliación de las premisas de la economía del desarrollo, el aumento en el énfasis en el conocimiento como un factor del desarrollo y la inclinación a considerar a las instituciones como “factor raíz” que ejercen su influencia todos los otros factores del desarrollo.

Valores

La valoración ha cambiado. El desarrollo ya no se define y valora solo en términos de mejora de los objetos de conveniencia como son los ingresos nacionales, los stocks de riqueza, la infraestructura y otros, sino que, en líneas más generales, también incluye la economía no monetaria, los factores sociales y políticos y en los últimos tiempos, también los factores ecológicos y de medio ambiente.

De varias maneras, Gunnar Myrdal fue un pionero en el proceso de liberar la economía del desarrollo de las estrechas premisas ocultas de

* Traducción: Mg. María Gabriela Di Gesú.

valor. No solo atacó la tendencia a equiparar el desarrollo con el crecimiento económico, sino que también amplió el concepto en forma fundamental y subrayó el carácter sistémico de los diferentes factores del desarrollo. El famoso requisito de Myrdal de explicitar las premisas de valor en el análisis del desarrollo fue formulado con mucha claridad en su estudio colosal sobre el desarrollo “Asian Drama” (Myrdal, 1968).

Sostuvo que los intentos de erradicar las valoraciones no resolvería el problema de la objetividad en la investigación social:

Por el contrario, cada estudio de un problema social, aunque sea de alcance limitado, es y debe determinarse por las valoraciones. Una ciencia social desinteresada nunca ha existido, y nunca existirá [...] Las valoraciones ingresan al elegir el enfoque, al seleccionar los problemas, al definir los conceptos y recolectar los datos y de ningún modo están confinadas a las inferencias políticas o prácticas inspiradas en los hallazgos teóricos (Myrdal, 1968: 32).

Pero aun cuando las valoraciones están siempre presentes, no pueden elegirse con libertad y deberían conservarse abiertas y explícitas. En los estudios sobre el desarrollo, la importancia de las premisas de valor bien elegidas y explícitas es particularmente esencial porque tienden a ser implícitas y determinadas por los intereses políticos, económicos y estratégicos de los actores dominantes en la escena internacional.

Myrdal discutió que la heterogeneidad, la distribución de la ganancia inequitativa y los altos niveles de conflicto social en muchos países subdesarrollados hacen que el problema de las premisas de valor sea difícil e importante. Etiquetó sus propias elecciones en su estudio del desarrollo en Asia como “los ideales de modernización” que representaron una ampliación considerable de los valores comparados con lo considerado normal en ese momento.¹

También aclaró que las premisas de valor explican el desarrollo como un proceso en el tiempo y no como un estado final de la economía. No

¹ Myrdal trabajó con las siguientes premisas de valor (Myrdal, 1968): a) racionalidad, b) desarrollo y planificación para el desarrollo, c) aumento en la productividad, d) aumento del estándar de vida, e) equidad económica y social, f) instituciones y actitudes mejoradas, g) consolidación nacional y h) independencia nacional, i) democracia política, en sentido estricto, j) democracia en las bases, y k) disciplina social versus “planificación democrática”. Es claro que este conjunto de valores reflejaba el tiempo en el que se formularon. Hoy esta lista sería algo diferente. La sustentabilidad medioambiental, por ejemplo, estaría probablemente incluida.

es suficiente caracterizar a los países como desarrollados o subdesarrollados; todos están en desarrollo y es razonable suponer que seguirán así. El concepto del desarrollo se refiere, en este contexto, al proceso de cambio social, político y económico “que realmente existe” por el que pasa cada sociedad en el tiempo. No se refiere en sí mismo a las ideas de lo que es bueno y lo que es malo para la sociedad. Sin embargo, no es posible pensar y teorizar sobre el desarrollo sin invocar las valoraciones o verse afectado por ellas.

El trabajo pionero de Myrdal en ampliar y calificar las premisas de valor de la teoría y la política del desarrollo se ve reflejado hoy en los manuales de texto estándares del campo, por ejemplo, en las maneras de definir el desarrollo y describir los países en desarrollo. También se refleja en las estadísticas del índice de desarrollo humano del Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD) y la lista del Instituto de Investigación de las Naciones Unidas para el Desarrollo Social (UNRISD) de indicadores centrales de desarrollo socioeconómico.

Capacidades

Un aspecto reciente y crucial que surge al ampliar el concepto de valor es que las capacidades humanas se destacan en mayor medida en lugar de ser consideradas como stocks de posesiones humanas. Por ejemplo, en el Informe de Desarrollo Humano de la ONU de 1994, se establece que “el propósito del desarrollo es crear un ambiente en el que todas las personas puedan expandir sus capacidades y en el que existan oportunidades mayores tanto para las generaciones presentes como para las futuras” (UNDP, 1994: 13). Esta perspectiva que considera a las personas como recipientes pasivos de los frutos económicos y sociales del desarrollo (como consumidores) se cambia por una perspectiva en la que están activamente involucrados en modelar su propio futuro (como productores). Esto puede describirse como un cambio en el concepto de desarrollo basado en la utilidad por un concepto basado en la capacidad. La capacidad de elegir entre distintas posibilidades y de participar en los procesos de cambio suele ahora apreciarse como más importante que poseer gran cantidad de bienes. Desde esta perspectiva, por ejemplo, la pobreza se considera más como una depravación de las capacidades básicas que como solo bajos ingresos. Las capacidades humanas son factores fundamentales del desarrollo en vez de las dotes de recursos.

Un elemento importante del concepto basado en la capacidad puede encontrarse en el libro de Amartya Sen *Development as Freedom* (Sen, 1999). Allí, el desarrollo se considera como una expansión de las *libertades sustantivas* que la gente goza. Las libertades sustantivas se definen como las capacidades que las personas poseen para vivir la clase de vida que estiman valiosa. Incluyen la capacidad de evitar el hambre y la desnutrición, las enfermedades incurables y la mortalidad prematura. También suponen las libertades de ser alfabetizado, capaz de participar en la vida pública y en los procesos políticos, de tener la habilidad y la posibilidad de trabajar e influir en las propias condiciones laborales, de tener libertad de ser emprendedor y las posibilidades de tomar decisiones económicas de diferente tipo y demás.

En verdad, es un conjunto amplio de valores. Implica los aspectos negativos (la libertad de evitar interferencias dolorosas y los mandatos de otros, incluido el Estado) así como también los aspectos positivos (la libertad de ser capaz, verdaderamente, de realizar cosas diferentes). La libertad de la iniciativa económica y del emprendedorismo constituye, con claridad, una parte de esto, pero solo una parte.

La mejora de esas libertades es el fin último del desarrollo, pero, a la vez, es el medio. Las libertades son los elementos constitutivos del desarrollo y son las fuerzas motoras que lo subyacen. Como medios, Sen considera un número de fuerzas motoras a las que denomina *libertades instrumentales*: libertades políticas, facilidades económicas, oportunidades sociales, garantías de transparencia y *medidas de protección*.²

Es importante tener en cuenta que las capacidades son tanto los medios como los fines del desarrollo. Las dimensiones instrumentales y constitutivas se amalgaman. Esto enfatiza la posición de que las personas, al menos en forma potencial, desean y son capaces de moldear su propio destino y definir la clase de vida que valoran. Las cosas buenas de la vida y de la sociedad se definen por las capacidades de hacer algo

² En forma breve, las libertades políticas se refieren a “los derechos políticos asociados con las democracias en el sentido más amplio al abarcar las oportunidades del diálogo político, el disenso y la crítica como así también los derechos al voto y la selección participativa de los legisladores y ejecutivos” (Sen, 1999). Las facilidades económicas se refieren a las oportunidades que los individuos tienen para consumir, producir negociar. Las oportunidades sociales se refieren a los arreglos que hacen las sociedades para educar, capacitar, cuidar la salud, etcétera. Las garantías de transparencia tienen que ver con la confianza y la libertad de comunicar e interactuar bajo la garantía de divulgación y claridad. Las medidas de protección, finalmente, se refieren a las redes de seguridad económica y social tales como los beneficios de desempleo y las distintas clases de apoyo de seguridad social.

en lugar de resultados específicos. Que la gente intrínsecamente posea dichas capacidades es un juicio de valor básico del análisis que afirma validez objetiva.³

Al realizar una distinción entre los aspectos sustantivos e instrumentales de las libertades, Sen subraya y clarifica el papel de los valores en el pensamiento del desarrollo. Las libertades sustantivas (las que también suelen tener valores instrumentales) son valores fundacionales centrales que deberían explicitarse, discutirse y motivarse. Las libertades instrumentales no solo son consideradas como medios más o menos útiles sino que también deberían examinarse por sus valores intrínsecos (la democracia, por ejemplo, puede no solo considerarse como un instrumento posible de crecimiento económico acentuado. También puede ser vista como una parte fundacional del desarrollo conectado e interdependiente entre sus partes).

La manera en que se consideran los valores en el enfoque basado en las capacidades propuestas por Sen pone de manifiesto el cambio considerable de los valores de la teoría del desarrollo que tomaron forma como cuerpo teórico luego de la Segunda Guerra Mundial.

Conocimiento

Un supuesto común a los modelos económicos estándares es que la información y el conocimiento son bienes públicos que flotan libremente entre países. La idea de que los costos de la transferencia de conocimientos son bajos y que se reducen aún más gracias a la tecnología de la información e Internet es una visión todavía vigente tanto entre los investigadores como entre los hacedores de políticas. Refleja la opinión de muchos economistas de que es justificable reducir el conocimiento a la información.

Sin embargo, esto ha ido cambiando. Ahora se reconoce que tanto el papel de la tecnología como los problemas de la transferencia del conocimiento se han subestimado en la teoría y la política del desarrollo.⁴ Esto

³ El enfoque en un rango amplio de capacidades también puede ser una manera de abordar los aspectos de la teoría del desarrollo del etnocentrismo tradicional (mayoritariamente eurocéntrico).

⁴ Por supuesto, no todos los primeros escritos tenían esa visión simplista. Al comentar sobre la disponibilidad de la tecnología moderna en los países subdesarrollados, Myrdal (1968) establecía: "Por supuesto, implica algo más que el préstamo. La tecnología tiene que

se ha visto reflejado, por ejemplo, en el *Informe sobre el Desarrollo Mundial (World Development Report)* desde 1998/99: “Este Informe sobre el Desarrollo Mundial propone que miremos de manera nueva a los problemas del desarrollo— desde la perspectiva del conocimiento” (World Bank, 1999: 1). Subraya que no será fácil cerrar las brechas de conocimiento (“aproveche el conocimiento global y cree conocimiento local”) y que los gobiernos tienen que formular estrategias nacionales que incluyan políticas de adquisición, absorción y comunicación del conocimiento.

Las expresiones tales como “brecha de información”, “brecha tecnológica” y “brecha de conocimiento” se han convertido en frases usadas por los actores políticos dominantes en el Banco Mundial al describir las relaciones entre el Norte y el Sur.⁵ Este nuevo foco en las diferencias de conocimiento entre países es importante porque admite que el conocimiento es, de una forma u otra, el requisito básico para toda acción humana.

Ciertamente, este enfoque no es nuevo. En realidad, siempre ha sido el pensamiento básico en la economía evolucionista. Fue central para Veblen cuando describió a las instituciones como hábitats de pensamiento y el tema focal de la idea de Schumpeter de que el desarrollo desigual del conocimiento es el motor del proceso de “destrucción creativa”. Otro padre fundador de la economía evolucionista, Kenneth Boulding, expresó:

Como hemos visto, todos los procesos de producción implican la dirección de la energía por alguna estructura de *know-how* sobre la selección, el transporte y la transformación de los materiales en productos [...] No es el “trabajo” el que produce una *commodity* o un producto como pensaron Marx y de hecho Adam, Smith y Ricardo, sino son el conocimiento humano y el *know-how* que operan a través de las instituciones los que permiten que este *know-how* capture la energía y reacomode los materiales (Boulding, 1981: 27 y 186).

adaptarse a las condiciones del Sur de Asia. Más aún, la introducción de cualquier proceso nuevo de producción inevitablemente necesita de un período de aprendizaje y uno más extenso e intenso si sus usuarios no han sido instrumentales en su creación”.

⁵ Si releemos las primeras teorías del desarrollo, en las que prevalecieron las ideas sobre “industria naciente”, “importación – sustitución”, “centro – periferia”, “apropiación de tecnología”, y “dependencia” podemos argumentar que la importancia del conocimiento, de la construcción de la capacidad y el aprendizaje también estuvieron presentes como elementos en esas teorías. Sin embargo, el conocimiento y los procesos de aprendizaje no fueron centrales a las teorías, en su lugar, fueron vistos como requisitos simples para asegurar la producción local y la acumulación del capital.

La reflexión de que el conocimiento es importante en el desarrollo no es tan obvia ni tan inocente como puede parecer. Por el contrario, puede ser bastante revolucionaria ya que posibilita, de hecho insta, a replantear muchas de las teorías del desarrollo existentes. El proceso de desarrollo está ligado en forma intrínseca al conocimiento y al cambio del conocimiento. Las economías del Sur como también las del Norte nunca están en equilibrio porque el conocimiento nunca está en equilibrio; y de este modo, toda teoría del desarrollo basada en el concepto del equilibrio tiene que desestimarse.

La economía evolucionista implica que las dinámicas del conocimiento, es decir, cómo el conocimiento se crea, se distribuye, se utiliza y se destruye deben situarse en el centro de la teoría del desarrollo. Esto también significa que, como un aspecto del concepto del desarrollo basado en las capacidades, puede ser más importante identificar y analizar “la brecha de aprendizaje” entre el Norte y el Sur que la brecha de conocimiento o la brecha tecnológica.⁶ La brecha de aprendizaje es *el* factor crucial en la relación Norte/Sur que tienen que tener en cuenta las políticas del desarrollo (Arocena y Sutz, 2000).

Aprendizaje e innovación

Podemos ahora brevemente regresar a la lista de capacidades y libertades de Sen. Parece que está lejos de estar completa. Una libertad importante y de hecho central es la *capacidad de aprendizaje*. El aprendizaje en el sentido amplio de crear, distribuir y utilizar el conocimiento es una de las fuerzas motoras básicas del cambio social y económico. Sin embargo, las capacidades de aprendizaje están ausentes en la lista de Sen.⁷

El valor instrumental de las capacidades de aprendizaje se relaciona de manera intrínseca con la conexión entre aprendizaje e innovación. El desarrollo económico depende del cambio organizacional y técnico que trae aparejado el proceso continuo de innovación. En este trabajo,

⁶ La brecha de aprendizaje se refiere a la diferencia sustancial en la creación, difusión, utilización y destrucción del conocimiento entre países. Es la diferencia en los procesos de aprendizaje en lugar de los stocks de conocimiento.

⁷ En este capítulo, “aprendizaje” se utiliza con el significado amplio “cambio en el conocimiento”. Puede incluir la pérdida de conocimiento (olvido, *desaprendizaje*). Implica, por supuesto, que existen muchas clases de aprendizaje así como también muchas clases de conocimiento.

se define la innovación en forma más amplia para incluir a las innovaciones de producto (tanto en bienes materiales como en servicios intangibles) así como también las innovaciones de procesos (tanto tecnológicas como organizacionales) y las innovaciones institucionales. Los estudios de innovación han tenido, por tradición, la tendencia a focalizarse mucho más en las innovaciones tecnológicas y materiales que en las no tecnológicas. Las innovaciones en productos de servicios y las innovaciones en procesos organizacionales han sido relativamente desatendidas. Sin embargo, existen razones sólidas para utilizar un concepto amplio de innovación y prestar mayor atención a las clases no tecnológicas de innovación cuando se discute el papel de la innovación en el desarrollo.

Las innovaciones introducen el conocimiento técnico y organizacional en la economía. Son, así, medios importantes en el proceso del desarrollo. Podemos considerarlas como los resultados de los procesos de aprendizaje que contribuyen a la remoción de las “no libertades” como la ignorancia, la pobreza, la falta de oportunidades económicas y demás. Podemos también pensarlas como contribuidoras a la mejora de las libertades sustantivas como la capacidad de trabajar, comunicar, aprender y participar democráticamente en los procesos políticos.

Más aún, podemos considerar a los procesos de aprendizaje como formadores de precondiciones para la innovación: el aprendizaje no siempre da como resultado la innovación, lejos de esto; pero sin el aprendizaje no habría nuevo conocimiento para introducir en la economía como innovación a excepción de las innovaciones accidentales. Las capacidades tecnológicas de las firmas, por ejemplo, se desarrollan en el tiempo como resultado del aprendizaje: no solo el aprendizaje específico de la firma sino también las clases diferentes de aprendizaje interactivo, cooperativo y también competitivo, entre las firmas y las organizaciones. La construcción de las capacidades requiere de aprendizajes interactivos de los individuos y las organizaciones que forman parte del proceso de innovación de distintas clases. El aprendizaje puede pensarse como respuesta a los problemas y a los conflictos críticos que generan procesos de búsqueda extendidos y con final abierto. En los procesos de innovación eficientes es necesario un espectro amplio de capacidades de aprendizajes entrelazadas y basadas en lo social.

Pero las capacidades de aprendizaje no solo tienen un papel instrumental en el desarrollo. También tienen un valor sustantivo que contribuye directamente al bienestar humano. Poder participar en el aprendi-

zaje y las innovaciones en los lugares de trabajo puede ser “algo bueno” porque contribuye al sentimiento de pertenencia y significación. Esto es el caso de las posibilidades de educación y participación en los procesos democráticos. Son sin duda (a menudo) instrumentos importantes para muchas clases de aprendizaje e innovación pero también son parte de una vida buena y valorada como tal. Muchos de los factores que hacen que las personas sean aprendientes eficaces y participantes activos de las actividades de innovación pueden verse también como partes constitutivas del desarrollo.

Ver las capacidades de aprendizaje como un valor básico no es, por supuesto, del todo nuevo en la teoría económica. Es un tema que ya se ha discutido. Asimismo, se lo ha descrito como una necesidad humana íntimamente infundida. Scitovsky (1976), por ejemplo, identificó dos clases de utilidades: el confort y la estimulación. La estimulación se conectaba con el aprendizaje, la exploración y el descubrimiento. Consideraba que era imposible saturar la necesidad de estimulación. Por el contrario, se suponía que la necesidad de confort era bastante fácil de saturar. Según Scitovsky, tanto la necesidad de confort (cobijo, alimento y otras necesidades básicas) como la necesidad de estimulación (experimentar cosas nuevas, situaciones, procesos e ideas, aprender competencias nuevas, etcétera) tienen sus orígenes en nuestros genes, pero por sus características de saturación, el proceso de desarrollo presumiblemente conducirá a un aumento en el valor relativo de la estimulación comparado con el confort. Sin embargo, algunas sociedades parecen ser incapaces de reasignar sus recursos para que conduzcan suficientemente a la estimulación (Scitovsky toma a los Estados Unidos como ejemplo de esto) y esto constituye una clase específica de subdesarrollo que caracteriza a algunos países de altos ingresos.

Mucho antes, sin embargo, Veblen (1914) argumentó que los seres humanos estaban dotados por la naturaleza de instintos y propensiones negativas y positivas. Existían propensiones hacia la depredación y propensiones a emular la conducta de las personas que pertenecen a estratos sociales altos. Ambas eran consideradas negativas. Las positivas eran los instintos de lazo parental, el trabajo profesional y la curiosidad ociosa. El trabajo profesional y la curiosidad ociosa empujaban a los individuos a ser industriosos y creativos y a buscar las mejoras económicas y sociales. Estos instintos colocan al aprendizaje en el centro de la evolución económica.

Las instituciones

La tercera tendencia en la teoría del desarrollo a la que ya nos referimos es considerar en mayor medida a las instituciones como “una causa raíz” (Acemoglu, 2003) del desarrollo eclipsando a todos los otros factores. Al igual que el foco en el conocimiento y en la ampliación de las premisas de valor, el foco en las instituciones no es, a decir verdad, tan nuevo. Los economistas del desarrollo siempre supieron que las instituciones eran importantes y los economistas institucionales, como Myrdal, con frecuencia se han interesado en los problemas del desarrollo.

No es sorprendente. Las instituciones en el sentido de reglas de juego de la conducta económica y para las interacciones entre personas, grupos de personas y organizaciones afectan toda clase de acción humana y toda clase de cambio social. No puede comprenderse el proceso del desarrollo sin pensar en las instituciones.

A pesar del reconocimiento anterior, una razón para que se lo denomine como una nueva tendencia es por su diseminación e influencia profunda en los diseñadores importantes de políticas como el Banco Mundial y el FMI. Esta tendencia es claramente observable en, por ejemplo, los Informes del Desarrollo Mundial a partir de mediados de la década de los noventa. La importancia tanto de las instituciones del mercado como las estatales, así como también las relaciones entre ellas, se ha ido acentuando. Aún más, no solo las instituciones en su sentido ordinario de oficinas de gobierno, bancos, universidades y otras organizaciones, sino también las instituciones en el sentido de los patrones de conducta, es decir, las normas y las reglas formales e informales que regulan cómo la gente actúa e interactúa, que hoy se considera las fuerzas motoras del desarrollo.

Otra razón para mencionar estas tendencias en este trabajo es el peso fundamental que se estima que tienen las instituciones en el desarrollo y el crecimiento. En una publicación reciente, el FMI (2003) ha tratado de medir el impacto institucional en el crecimiento y llega a resultados bastantes sorprendentes.⁸

Sin embargo, debería observarse que a pesar de la fuerza del énfasis en las instituciones, existe también una extraña limitación del foco. Las instituciones se consideran principalmente en la perspectiva de su

⁸ El informe establece que, si la calidad de las instituciones de África Sub-Sahara mejoraran al nivel de promedio mundial, sus tasas de crecimiento serían superiores al 2%.

influencia en los costos de transacción. Desde esta visión, los costos de transacción altos reducen las oportunidades de mercado y las iniciativas. También reducen la eficiencia de las actividades gubernamentales y desbalancean las relaciones entre el sector público y privado. Esta mirada ha llevado a una concentración en la creación y ejecución de los derechos de propiedad y los problemas relativos, como los incentivos pecuniarios y las barreras al ingreso. En esta perspectiva, también se discute el peso de la corrupción en los países en desarrollo.

Es necesario admitir, que el Banco Mundial ha intentado delinear un rango más amplio de instituciones en esta escena. Por ejemplo, en el *Informe de Desarrollo Mundial* de 2003 se argumenta cómo las instituciones con injerencia en la transparencia, en la voz y en los foros para la negociación afectan el balance de los distintos intereses (World Bank, 2003). También se discute la conformación de las instituciones. Se examina, en particular, cómo las instituciones y las políticas se afectan mutuamente. Se reconoce que el *set-up* institucional es específico de cada país en muy alto grado. Empero, el foco principal yace en los costos y los mercados de transacción.

Por supuesto, es correcto que todos los mercados que funcionan bien, los servidores públicos no corruptos y los procesos de regulación eficientes en la economía son importantes en el desarrollo. Existe, por ejemplo, la evidencia de que el emprendedorismo y la innovación en muchos países en desarrollo están severamente dañados por la burocracia y las regulaciones costosas y lentas. A menudo, las regulaciones sobre las empresas son el legado del colonialismo en vez de ser un reflejo de las necesidades actuales de un país dado. Más aún, de Soto (2000) ha argumentado que la falta de derechos de propiedad ejecutables evita la inversión y el emprendedorismo ya que el equipamiento físico, los edificios, las tierras, etcétera no pueden utilizarse como colaterales para préstamos. Los mercados de capital eficientes requieren de derechos de propiedad bien definidos e implementados.

Empero, la perspectiva de los costos de transacción es demasiado estrecha. Las relaciones entre las instituciones y el conocimiento no se discuten y no se ha formulado la pregunta crucial sobre cómo las instituciones pueden apoyar o sumarse al aprendizaje y la innovación.⁹ Sin

⁹ Existe una excepción, empero, a los roles de los sistemas escolares formales y los sistemas de I+D que es demasiado obvia para ser desatendida y que pertenece a los factores de crecimiento tradicionales.

embargo, no se analiza el impacto en el aprendizaje y la innovación que proviene de las instituciones del mercado laboral, las instituciones financieras, la seguridad social, los regímenes políticos económicos y un gran número de normas sociales que apoyan (o socaban) la cultura flexible y robusta de aprendizaje.

Repensar el desarrollo

Las tres tendencias discutidas en este capítulo representan contribuciones importantes a una mejor comprensión de los problemas del desarrollo. Sin embargo, hasta tanto sus vínculos con el aprendizaje y la innovación no sean totalmente tenidos en cuenta, su valor será limitado. Las premisas de valor tienen que incluir las capacidades de aprendizaje. El conocimiento tiene que asociarse con el aprendizaje y el aprendizaje con la innovación. Las instituciones tienen que verse como determinantes principales del aprendizaje y la innovación. Más aún, las relaciones mutuas entre los cambios en los valores, el conocimiento y las instituciones yacen en el corazón del proceso de desarrollo. Una manera de admitirlo sería comenzar a pensar el desarrollo desde la perspectiva de una “economía del aprendizaje”.

Por varias razones el término “economía del aprendizaje” es más adecuado que, por ejemplo, “la economía basada en el conocimiento” que caracteriza la fase actual del desarrollo socioeconómico (Archibugi y Lundvall, 2001; Lundvall y Johnson, 1994). Se debe a que todas las economías se basan en el conocimiento, sin el conocimiento sería imposible aún la mera supervivencia. Pero no todas las economías son economías del aprendizaje porque el término presupone una cierta velocidad de cambio en el conocimiento base. Es verdad que el conocimiento no está nunca en equilibrio, pero el cambio puede ser lento o rápido.

El argumento básico es que junto con los desarrollos tecnológicos, el cambio institucional y la globalización han conducido a una aceleración del cambio económico y técnico. Como consecuencia, es más importante tener acceso a cantidades crecientes de información existente y al conocimiento. Gran parte de estos nuevos saberes están protegido por patentes o se guardan en secreto. Con frecuencia, para poder acceder a ellos es una precondition la participación en las redes y las “cadenas de valor”. Así las firmas del Sur tendrán con frecuencia serias desventajas competitivas.

Asimismo, la habilidad de las firmas y de los individuos para aprender con rapidez y adquirir nuevas competencias cuando se enfrentan a nuevos tipos de problemas puede ser aún más importante para su éxito económico que su acceso a una determinada base de conocimiento. En la economía del aprendizaje, se crea nuevo conocimiento a una tasa elevada y probablemente creciente. Al mismo tiempo, la cantidad de conocimiento relevante se reduce cuando el conocimiento se torna obsoleto a una tasa creciente de velocidad. A menudo, esto implica el “desaprendizaje” de viejas competencias que podrían de otra manera dilatar o bloquear el desarrollo de las nuevas.

Esta aceleración del cambio económico se refleja de distintas maneras. El ciclo de vida de los nuevos productos se acorta y los nuevos procesos de producción se diluyen con mayor rapidez que antes. Para los empleados, las tareas laborales cambian de carácter y muchos cambian de empleador con mayor frecuencia. La distinción entre la labor calificada y no calificada es menos clara en períodos o situaciones en las que las antiguas habilidades se convierten rápidamente en menos útiles y se necesitan constantemente de nuevas. En su lugar, surge la distinción entre aprendices lentos y rápidos como más importante.

Una razón significativa de la causa por la que el aprendizaje ha adquirido mayor importancia puede hallarse en la relación entre el aprendizaje y el cambio. El cambio rápido implica la necesidad de aprender con rapidez y que quienes están implicados en este aprendizaje rápido impongan cambios en el entorno y en las otras personas. El cambio rápido presenta ventajas al aprendiente rápido. Se refleja en cómo las firmas se organizan y administran así como también en las nuevas mixturas y formas de cooperación y competencia entre firmas. También se refleja en el sector público, por ejemplo, en la infraestructura de conocimiento y en la relación entre los sectores públicos y privados.

Esta descripción general de economía del aprendizaje como la fase actual en el proceso del desarrollo socioeconómico está emergiendo en algunos países del Norte, diseminándose a otros países y afectando al mundo entero por el proceso de globalización. No debería esconder el hecho de que las economías de aprendizaje concretas pueden diferir entre sí. La infraestructura del conocimiento, la organización de las firmas, los modelos de comunicación e interacción dentro de la firma, la distribución de los costos de cambio, etcétera pueden todos ser distintos entre economías concretas de aprendizaje.

El aprendizaje es una actividad que puede producirse en todas los ámbitos de la economía, incluye los sectores tradicionales y de baja tecnología, implica que la economía del aprendizaje no es necesariamente economía de alta tecnología. También los países y las regiones con bajos ingresos se ven muy afectados por las economías de aprendizaje y experimentan la necesidad de aprender y de construir capacidad, tal vez aún en mayor medida que los países y regiones con altos ingresos. Con frecuencia, el subdesarrollo refleja la falta de las capacidades de aprendizaje específicas y necesarias en una economía abierta. También refleja que el *set-up* institucional no promueve el aprendizaje relevante.

La globalización y la interdependencia internacional creciente tienden a imponer una agenda aún más compleja y ambiciosa de desarrollo en los países con bajos ingresos. No solo se espera que ingresen en trayectorias de crecimiento que les permitan ponerse a la par de los países de la OECD en términos de ingresos. De la misma manera, se espera que también sea así con respecto a los derechos básicos sociales y políticos y con algunas restricciones a los impactos medioambientales negativos.¹⁰ Así, se enfrentan al desafío de diseñar formas de aumentar la competitividad internacional sostenibles social y ecológicamente. En la perspectiva de la economía del aprendizaje, el desarrollo no es un proceso de crecimiento unidireccional movido principalmente por la acumulación de capital en el que los países en desarrollo más o menos repiten las experiencias de los países ya desarrollados.¹¹

En cambio, es un proceso específico de cada país, de cambio institucional, organizacional y técnico movido por las interacciones entre los cambios en las instituciones, el conocimiento y los valores. Los diferentes tipos de aprendizajes¹² y la innovación juegan un papel fundamental en este proceso.

10 En realidad, se asume que las trayectorias de crecimiento son solo económicamente viables si al mismo tiempo son sostenibles socialmente y en el medio ambiente. Esta visión se ha nutrido de una conciencia creciente de que tanto la degradación del medio ambiente como la inestabilidad social amenazan, en muchos casos, al crecimiento económico.

11 Los fundamentos económicos neoclásicos (recursos, tecnologías y preferencias) no han sido suficientes para explicar el desarrollo, incluso cuando se los complementa con los argumentos sobre fallas de Estado que empeoran las situaciones y con la intensificación de la búsqueda de enfoques interdisciplinarios (Hoff y Stiglitz, 2001).

12 No hay lugar aquí para una discusión conceptual pero suele ser útil distinguir entre aprendizaje técnico, aprendizaje organizacional, aprendizaje de políticas y aprendizaje institucional. También puede ser útil distinguir entre el aprendizaje en la práctica, el uso y la investigación. Todos estos son aspectos de la economía de aprendizaje.

Promoción de sistemas de innovación como estrategia del desarrollo

Una característica de la economía del aprendizaje es que el aprendizaje es ubicuo y diversificado. Penetra todas las partes fundamentales de la economía, los productos, los procesos de producción, las organizaciones y el diseño de las políticas y el cambio de las instituciones. El nuevo contexto de la economía globalizante de aprendizaje puja a los países del Sur a la transformación y prioriza en forma crucial las mejoras en las capacidades de innovación y aprendizaje, en la planificación y diseño de políticas del desarrollo. En una perspectiva de la política del desarrollo es entonces esencial conocer cómo se construyen las capacidades de innovación y aprendizaje. ¿Qué factores son importantes y cómo se modelan? Para contestar estas preguntas puede resultar útil el enfoque de sistema de innovación.

El concepto de sistema de innovación se introdujo en la década de los ochenta para enfatizar la interdependencia entre el cambio institucional y técnico. Desde ese entonces, se ha desarrollado en forma progresiva y se ha difundido muy rápido de manera sorprendente. En la actualidad se lo utiliza de manera considerable en los círculos académicos y encuentra amplias aplicaciones en el contexto de las políticas por las autoridades regionales, los gobiernos nacionales y las organizaciones como la OCDE, la Unión Europea, la Conferencia de las Naciones Unidas para la Cooperación y el Desarrollo (UNCTAD) y Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).¹³

La versión moderna del concepto de sistemas nacionales de innovación se desarrolló principalmente en el Norte (Edquist, 1997; Lundvall, 1992a; Nelson, 1993). Se la utilizó para describir las dinámicas del cambio organizacional y técnico en los países de altos ingresos con sectores de alta tecnología y soporte institucional bien desarrollado tanto para la educación como para la investigación.

A pesar de esto, algunos de los elementos más importantes del enfoque del sistema de innovación provienen en realidad de la literatura sobre temas del desarrollo en el Tercer Mundo. Por ejemplo, mucho de la inspiración relativa a la interdependencia entre los distintos sectores en la economía provino de Hirschman (1958) y Stewart (1977).

¹³ En Suecia, la agencia pública incluso ha sido denominada como el enfoque, es decir, Agencia Sueca para los Sistemas de Innovación (VINNOVA). La práctica de VINNOVA también está fuertemente influida por el enfoque del sistema de innovación.

La idea de que el carácter de las instituciones es crucial para el desempeño de la economía, lo que a su vez es central en el enfoque del sistema de innovación (Johnson, 1988), fue, en sus orígenes, más generalmente aceptada por “los países menos desarrollados” que por las economías industrializadas de altos ingresos en las que se asume que el mercado resuelve la mayoría de los problemas en un mundo sin otra clase de instituciones.

De manera similar, la idea de que el desarrollo es un proceso histórico caracterizado por el *path-dependency*, los procesos de causación acumulativa y los círculos virtuosos y viciosos como se enfatiza en la mayoría de las variantes del enfoque del sistema de innovación remite a Veblen y fue desarrollada con mayor profundidad por Hirschman (1958) y Myrdal (1968), entre otros.

Debe decirse que gran parte de estas inspiraciones del enfoque del sistema de innovación provino de América Latina. La idea de que el crecimiento no está en equilibrio y es afectado por la estructura de la economía y los lazos entre los sectores domésticos así como también por los lazos entre el Norte y el Sur fue desarrollada en gran medida por los economistas asociados con la CEPAL en Santiago de Chile (“los CEPALinos”), en especial Raúl Prebisch (Prebisch, 1958). También las ideas de una “triple hélice” que describe los lazos fundamentales en los procesos de desarrollo entre la comunidad tecnológica y científica, el sector de negocios y el gobierno (el triángulo Sabato) pueden considerarse como una versión primera del pensamiento del sistema de innovación (Sabato y Botana, 1968).

Por lo tanto, el uso del concepto de sistema de innovación en los países en desarrollo parece ser algo natural. Es como remitir las ideas al lugar donde se desarrollaron. Sin embargo, a pesar de todas estas conexiones entre el concepto de sistema de innovación y el desarrollo económico, no es directamente aplicable en los países del Sur. Como veremos, se requieren adaptaciones importantes.

Diferentes tipos de sistemas de innovación

Los sistemas de innovación se delimitan en formas diversas: espacial / geográficamente, por sector y según la amplitud de las actividades que implican.

Los sistemas de innovación definidos por la geografía pueden ser locales, regionales, nacionales y hasta supranacionales. Esta clase de

delimitación presupone que el área en cuestión tiene cierto grado de “coherencia” o “de orientación hacia su interior” con respecto al proceso de innovación. Las interacciones dentro del área son de alguna manera importantes en los procesos de innovación si se las compara con las interacciones con el resto del mundo. Se supone que las distintas clases de proximidad entre las firmas, las organizaciones, las oficinas gubernamentales, etcétera afectan el aprendizaje interactivo y la innovación.¹⁴ Esto no significa que las interacciones orientadas hacia el exterior no cumplan también un papel importante. Por lo general, no se considera como cerrados a los sistemas definidos por el territorio.

Los sistemas de innovación delimitados por sector solo incluyen una parte de un sistema geográfico. Se los define según áreas específicas de tecnología y según áreas de producto específicas y algunas veces se restringen a un sector de la producción. Tanto “los sistemas tecnológicos” (Carlsson, 1995) como los “sistemas de innovación sectoriales” (Breschi y Malerba, 1997) pertenecen a esta categoría.

Por supuesto, no es claro qué es un sector. Ni tampoco es obvio cómo los sistemas definidos por territorio deberían definirse en la práctica. Además puede ser muy difícil dar un significado empírico a las nociones de “coherencia” y “orientación hacia el interior”. Si un sistema de innovación debería ser delimitado espacial o sectorialmente –o de ambas maneras– depende del objeto de estudio y de las preguntas de investigación. Por lo general, los diferentes enfoques sistema de innovación se complementan antes de excluirse.

Existen también distintas maneras de pensar a los sistemas de innovación en términos de las actividades e instituciones que se consideran. Algunas definiciones incluyen un conjunto estrecho mientras otras tienen un mayor alcance. Es obvio, por ejemplo, que diversos autores digan cosas distintas en este sentido cuando se refieren a los sistemas nacionales de innovación.

Los académicos de Estados Unidos, por ejemplo, tienden a enfocarse en “los sistemas de innovación en sentido estrecho”. El concepto sistema nacional de innovación (SNI) se utiliza para ampliar los primeros análisis de los sistemas de ciencias sociales (ver, por ejemplo, las definiciones dadas en Mowery y Oxley, 1995: 80). El foco está en las relaciones entre los esfuerzos de I+D en las firmas, organizaciones de CyT, incluso las uni-

¹⁴ Lundvall (1992b) menciona el espacio económico, el espacio organizacional, el espacio geográfico y el espacio cultural en esta conexión.

versidades y la política pública. En la economía de Estados Unidos, el crecimiento económico se conecta fuertemente con la expansión de las actividades basadas en la ciencia. Las áreas en las que la interacción con la ciencia es una clave para el éxito producen innovaciones radicales y son líderes internacionalmente.

Existe también una “versión Aalborg” del enfoque de los sistemas nacionales de innovación (Freeman, 1987; Freeman y Lundvall, 1988; Lundvall, 1992a). La definición de “innovación” es más amplia aquí que en otras versiones. La innovación se ve como un proceso acumulativo continuo que implica no solo la innovación radical e incremental sino también su difusión, absorción y uso. Asimismo, se tiene en cuenta un conjunto más amplio de fuentes de innovación. Así, la innovación es considerada como un reflejo, además de la ciencia y la I+D, del aprendizaje interactivo que se encuentra en conexión con las actividades continuas en compras, producción y ventas no solo en los sectores de alta tecnología sino también de manera más amplia en la economía.

De algún modo, las diferencias en foco están relacionadas con el tamaño del país que se analiza y el origen nacional del investigador. En países pequeños como Dinamarca y en los países en desarrollo, es bastante evidente que las actividades de innovación más importantes estén localizadas en los sectores basados en la ciencia. La cuota del total de la economía de estos sectores es muy pequeña. La innovación incremental ubicua es lo que más interesa. Refleja las habilidades y la motivación de los empleados, la organización de las firmas, las relaciones entre ellas, la fortaleza de las economías locales y su integración a la economía nacional y, por lo general, “la capacidad de absorción” de la economía nacional, su habilidad para utilizar innovaciones desarrolladas en el exterior.

La esencia de los sistemas de innovación

Existe un núcleo compartido a pesar de las distintas concepciones sobre la naturaleza fundamental de un sistema de innovación.

Una primera característica común es el supuesto de que los sistemas nacionales difieren en producción y comercio en términos de especialización. Tanto la estructura de producción como la estructura de comercio tienen características nacionales, que cambian solo muy lentamente. Tal cambio estructural trae consigo el aprendizaje, que modifica la estructura del conocimiento de la economía. Al mismo tiempo, las posibilidades

de aprendizaje e innovación varían según los sectores de la economía. En el Sur, es común que las capacidades de cambiar la estructura de la especialización se limiten a las regulaciones comerciales y las reglas que dan soporte a las posiciones competitivas del Norte.

En segundo lugar, el crecimiento económico y el desarrollo dependen de la innovación descrita como un proceso. A nivel micro, implica la creación, difusión y uso del nuevo conocimiento como también la retroalimentación de esas “fases” del proceso de innovación. A nivel macro, los procesos de innovación se caracterizan por la irreversibilidad y el *path-dependency*.

Una tercera idea central común a todos los enfoques de sistema de innovación es que la innovación es “sistémica”. Existe un foco en las interacciones y las relaciones. Las relaciones entre los departamentos en las firmas, entre las distintas firmas y las organizaciones, entre los sectores de negocio y los sectores de ciencia y entre las firmas privadas y las agencias de gobierno son repositorios de conocimiento, y las interacciones dentro del sistema forman procesos en los que se crea nuevo conocimiento. La gente, las firmas y las organizaciones no innovan solas por norma. Las firmas utilizan muchos recursos de innovación como la capacitación, los bienes de capital, los consultores, los contactos con el cliente, el desarrollo del diseño, además de I+D. El aprendizaje y la innovación son interactivas y la capacidad de innovación de un país o una región depende no solo de las capacidades de sus firmas individuales y organizaciones, sino también de su interacción entre ellas y con el sector gubernamental. De hecho, este puede ser la parte más esencial de la idea de los sistemas de innovación.

El supuesto interaccionista se relaciona estrechamente con la cuarta y última característica común de los distintos enfoques: la importancia adscrita a las instituciones y rutinas. “Los modelos de interacción” se acercan a la comprensión clásica de las “instituciones” como normas y reglas formales e informales que regulan la interacción de las personas (Edquist y Johnson, 1997; Johnson, 1992). El concepto de “rutinas” se enlaza con el concepto de “instituciones”. Las “rutinas” consideradas como procesos estandarizados seguidos por los agentes y organizaciones económicas al actuar e interactuar inciden en las instituciones y en su influencia en el proceso económico. Todas las conceptualizaciones de los sistemas de innovación suelen asumir que las actividades económicas en general y la innovación en particular se modelan por las instituciones y las rutinas de la economía.

Adaptar los sistemas de innovación al Sur

Se ha señalado que el enfoque de sistema de innovación tiene un número de debilidades. Se sostiene que algunos de sus conceptos básicos, como las instituciones, son bastante imprecisos, que no existe un acuerdo claro sobre qué debería incluirse en un sistema sectorial o geográfico de innovación o que la delimitación de un sistema de innovación suele ser indefinida y demás.

Cuando se aplica el enfoque de sistema de innovación a los países del Sur, es muy importante ser conscientes de sus debilidades. Algunas tienen que ver directamente con el hecho de que se ha aplicado por lo general en el Norte. Se lo ha utilizado principalmente como un concepto *ex post* en vez de *ex ante* (Arocena y Sutz, 2003). Se lo ha usado para describir y comparar sistemas relativamente diversificados y fuertes con apoyo para la innovación de infraestructura e instituciones bien desarrolladas. La innovación se ha considerado como un proceso evolucionista y *path-dependent*, en el que las políticas gubernamentales y la planificación tienen roles insignificantes.

Cuando el enfoque de sistemas de innovación se aplica al Sur, el foco tiende a cambiar hacia la construcción y promoción del sistema. Es necesario subrayar que la política de innovación es una actividad consciente que puede influir el desarrollo espontáneo de los sistemas de innovación. Necesitan enfatizarse las relaciones entre la globalización y los sistemas locales y nacionales de innovación. Es crucial saber más sobre cómo los procesos de globalización afectan las posibilidades de construir y dar apoyo a los sistemas de innovación local y nacional en los países en desarrollo. De igual modo, la cuestión de aprender del exterior (muchas veces llamado “transferencia o préstamo de conocimiento”) adquiere preeminencia.

Por lo general, se supone que importar el conocimiento tecnológico, por ejemplo, es más rápido y menos costoso que desarrollarlo. También habitualmente se reconoce que, aún si algunos aspectos del conocimiento pueden tener características de bienes públicos que los hacen accesibles en todo el mundo, la importación de conocimiento no es un proceso simple y directo. El conocimiento depende del contexto y su uso económico está afectado por las características infraestructurales, institucionales y organizacionales del país, su dotación factorial y su composición sectorial.

Esto significa que el conocimiento local, el aprendizaje local y las capacidades de innovación son cruciales no solo para el desarrollo domés-

tico de la nueva tecnología sino también para la importación y el uso de la tecnología extranjera. La interacción de la tecnología del exterior y el conocimiento doméstico es esencial y el *catch-up* en el crecimiento requiere de distintas clases de aprendizaje en las firmas y las organizaciones antes de que el conocimiento extranjero pueda utilizarse con eficiencia.

Existe un volumen rico de literatura que se enfoca al cambio tecnológico en el Sur, que sugiere que recibir, adaptar y mejorar el conocimiento del Norte no es una tarea no demandante. Se ha subrayado que suelen faltar las capacidades tecnológicas necesarias para hacer un buen uso de la tecnología importada. Más aún, estas capacidades a menudo incluyen elementos de conocimiento tácito, que dificulta que se trasladen de un país a otro, por ejemplo, Evenson y Westphal (1995), Katz (1987) y Lall (1992, 2000).

Estas complicaciones implican que las capacidades de aprendizaje e innovación son cruciales para el progreso técnico, ya sea importado o doméstico; en el Sur, la depuración local, la reparación, la resolución de problemas y la adaptación a las tecnologías extranjeras pueden así desarrollarse como capacidades de innovación y aprendizaje. En este contexto, cabe preguntarse si depende de estas clases de capacidades y, en las actividades de baja y media complejidad tecnológica, si son suficientes para los países en desarrollo o si también tienen que construir capacidades más formales de I+D y competencias tecnológicas de alta complejidad. Parece claro que la I+D activa es, por lo general, una necesidad de absorber y desarrollar la tecnología generada en el exterior. La construcción de capacidades tecnológicas demanda los esfuerzos en todos los niveles, desde el aprendizaje simple en la acción hasta la I+D formal (Lall, 2000; Pack, 2000).

También es una debilidad del enfoque de los sistemas de innovación no haber incluido los aspectos del poder. Se ha puesto el foco en el aprendizaje interactivo como un proceso de comunicación y, con frecuencia, de cooperación conducente a la creación y el uso de nuevo conocimiento económicamente útil. Esto ha implicado una subestimación de los conflictos sobre el ingreso y el poder en los procesos de innovación. La expresión “aprendizaje interactivo e innovación” le da un halo de armonía (suena como un juego de suma positivo en el que cada uno gana). Sin embargo, en realidad, hay poco aprendizaje sin olvido. El aprendizaje rápido y la innovación pueden no solo conducir a la productividad creciente sino también a la polarización en términos de ingresos y empleo. Puede ser más común en el Sur que en el Norte que las posibilidades de aprendizajes

interactivos se bloqueen y que existan competencias destruidas por razones políticas relacionadas con los conflictos por la distribución del poder.

Además, no es difícil pensar en los ejemplos de “aprendizaje dañino” o el aprendizaje en detrimento del desarrollo o el aprendizaje que conduce a situaciones estáticas. Tal vez, es especialmente importante en el Sur que se preste atención a estos costos, riesgos y lados negativos que también se conectan con el aprendizaje y la innovación. Son potencialmente más dañinos en los sistemas relativamente débiles y frágiles de innovación.

El enfoque del sistema de innovación necesita adaptarse a la situación en los países en desarrollo si se lo considera útil para la construcción del sistema. Empero, es razonable pensar que el carácter sistémico y holístico del enfoque y su foco en el conocimiento tácito ampliado y en el aprender-haciendo, aprender-usando y aprender-interactuando en conexión con las actividades económicas normales del día a día hace posible implementar esas adaptaciones.

El enfoque de sistema de innovación se centra en el análisis del papel del conocimiento, el aprendizaje y la innovación en el desarrollo y sugiere que ese foco sea crucialmente importante tanto en el Norte como en el Sur. El enfoque de sistema de innovación subraya los aspectos del desarrollo que son comunes para todas las economías y desafíos. Los países en desarrollo tienen que repensar qué ha funcionado antes y está funcionando hoy en otras partes del mundo y adaptarlo a sus propias situaciones concretas.

El enfoque de sistema de innovación es un marco de pensamiento antes que una teoría desarrollada. Ofrece una forma de pensar sobre el cambio económico. Puede atender distintos problemas de desarrollo y ser aplicado a situaciones diversas de distinto modo. Habilita distintas especificaciones y aplicaciones teóricas y empíricas.

Conclusión

El argumento principal en este capítulo es que las tres tendencias en el pensamiento del desarrollo –la ampliación de las premisas de valor, el énfasis creciente sobre el conocimiento, y el foco creciente en las instituciones como “factor raíz” detrás del desarrollo– son útiles, pero en cierto aspecto estrechos y limitados. Necesitan combinarse entre sí y ser enmarcados en la economía del aprendizaje. No es una tarea fácil. En realidad, implica repensar grandes partes de la teoría del desarrollo, lo que es, claramente, un programa de investigación a largo plazo. En este

sentido, puede ser útil repensar el concepto de sistema de innovación, como se describe en este capítulo. En realidad, la idea principal es que las distintas clases de sistemas de innovación son conceptos útiles para pensar el desarrollo y su política. Pensamos que los sistemas de promoción e innovación pueden servir como parte importante tanto en la construcción como en la implementación de estrategias de desarrollo.

Bibliografía

- Acemoglu, D. (2003). "Root Causes, a historical approach to assessing the role of institutions in economic development". *Finance and Development*, vol. June, pp. 27-30.
- Archibugi, D. y Lundvall, B-Å. (eds.) (2001). *The Globalising Learning Economy: Major Socio-Economic Trends and European Innovation Policy*. Oxford: Oxford University Press.
- Arocena, R. y Sutz, J. (2000). "Interactive Learning Spaces and Development Policies in Latin America". *DRUID working papers*, n° 00-13.
- (2003). "Knowledge, innovation and learning: Systems and policies in the north and in the south". En Cassiolato, J.; Lastres, H. y Maciel, M. (eds.), *Systems of Innovation and Development. Evidence from Brazil*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Boulding, K. (1981). *Evolutionary Economics*. Beverly Hills: SAGE.
- Breschi, S. y Malerba, F. (1997). "Sectorial Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics and Spatial Boundaries". En Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Londres: Pinter.
- Carlsson, B. (1995). *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*. Dordrecht: Kluwer.
- De Soto, H. (2000). *The Mystery of Capital: Why Capitalism Triumphs in the West and fails Everywhere Else*. Nueva York-Londres: Basic Books-Bantam Press-Random House.
- Edquist, C. (ed.) (1997). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. Londres: Pinter.
- Edquist, C. y Johnson, B. (1997). "Institutions and organizations in systems of innovation". En Edquist, C. (ed.), *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*. Londres: Pinter.

- Evenson, R. E. y Westphal, L. E. (1995). "Technological Change and technology Strategy". En Berhman, J. y Srinavasan, T. N. (eds.), *Handbook of Development Economics*, Vol IIIb. Amsterdam: North Holland.
- FMI (2003). *World Economic Outlook: Growth and Institutions*. Washington: International Monetary Fund.
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. Londres: Pinter.
- Freeman, C. y Lundvall, B-Å. (1988). *Small Countries Facing the Technological Revolution*. Londres: Pinter.
- Hirschman, A.O. (1958). *The Strategy of Economic Development*. Clinton: Yale University Press.
- Hoff, K., Stiglitz, J. (2001). "Modern Economic Theory and Development". En Meier, G. M. y Stiglitz, J. (eds.), *Frontiers of Development Economics*. Nueva York: World Bank and Oxford University Press.
- Johnson, B. (1988). "An Institutional Approach to the Small-Country Problem". En Freeman, C. y Lundvall, B-Å. (Eds.), *Small Countries Facing the technological Revolution*. Londres-Nueva York: Pinter Publishers.
- (1992). "Institutional Learning". En Lundvall, B-Å. (ed.), *National Systems of Innovation - Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- Katz, J. M. (ed.) (1987). *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries*. Londres: Macmillan.
- Lall, S. (1992). "Technological capabilities and industrialization". *World Development*, vol. 20, n° 2, pp. 165-186.
- (2000). "Technological Change and Industrialization in the Asian Newly Industrializing Economies: Achievements and Challenges". En Kim, L. y Nelson, R. (eds.), *Technology, learning and Innovation. Experiences of Newly Industrializing Economies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lundvall, B-Å. (ed.), (1992^a). *National System of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- (1992^b). "User-Producer Relationships, National Systems of Innovation and Internationalisation". En Lundvall, B-Å. (ed.), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.

- Lundvall, B-Å. y Johnson, B. (1994). "The Learning Economy". *Journal of Industry Studies*, vol. 1, n° 2, pp. 23-42.
- Mowery, D. C. y Oxley, J. E. (1995). "Inward technology transfer and competitiveness: the role of national innovation systems". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, n° 1, pp. 67-93.
- Myrdal, G. (1968). *Asian Drama, An Inquiry into the Poverty of Nations*. Nueva York: Penguin Books.
- Nelson, R. (ed.) (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Pack, H. (2000). "Research and development in the industrial development process". En Kim, L. y Nelson, R. (eds.), *Technology, learning and Innovation. Experiences of Newly Industrializing Economies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Prebisch, R. (1958). *The Economic Development of Latin America and its Principal Problems*. Nueva York: ECLA, UN Dept of Economic Affairs.
- Sabato, J. y Botana, N. (1968). "La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina". *Revista de la Integración*, vol. 3, pp. 15-36.
- Scitovsky, T. (1976). *The Joyless Economy: An inquiry into human satisfaction and consumer dissatisfaction*. Londres: Oxford University Press.
- Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. Oxford: Oxford University Press.
- Stewart, F. (1977). *Technology and Underdevelopment*. Londres: Macmillan.
- UNDP (1994). *Human Development Report. United Nations Development Programme*. Nueva York: Oxford University Press.
- Weblen, T. (1914). *The Instinct of Workmanship and the State of the Industrial Arts*. Nueva York: MacMillan.
- World Bank (1999). *World Development Report 1998/1999: Knowledge for Development*. Nueva York: Oxford University Press.
- (2003). *Sustainable Development in a Dynamic World: Transferring Institutions, Growth, and Quality of Life, World Development Report 2003*. Oxford: Oxford University Press.

Capítulo 9

Teoría y políticas de innovación como blanco móvil*

Carlota Pérez

Una mirada a la pregunta

Este trabajo surge como respuesta a una pregunta planteada por los organizadores del simposio en honor a Bengt-Åke Lundvall: ¿Son los sistemas y las políticas de innovación desarrollados solamente por y para los ricos? La implicación es clara: hasta hace poco se consideró que el empuje general de la innovación respondía a las necesidades e intereses de los países avanzados. ¿Pueden los sistemas y las políticas de innovación favorecer el avance de los países pobres? Está claro que hay razones para hacerse esa pregunta en este momento. ¿Sería la misma respuesta ahora que en los años sesenta y setenta? Con seguridad que no.

La propuesta de este artículo es que el sesgo observado entonces no era inherente ni a la innovación ni al capitalismo mismo sino la característica de un período específico. Esencialmente, sostendré que la dirección de la innovación cambia según las etapas de difusión de las revoluciones tecnológicas y según la naturaleza de sus paradigmas.

Tal interpretación tiene implicaciones para los estudios de innovación, la economía evolucionista y las políticas de innovación. Eso también será objeto de discusión en este trabajo.

* Una versión de este artículo fue publicada en inglés en Fagerberg, Martin y Andersen (2013). Preparado originalmente para el Simposio de Aalborg en honor a Bengt-Åke Lundvall, en mayo de 2012. Agradezco a Nydia Ruiz su traducción al castellano.

Avanzar en la confrontación con la economía neoclásica

En su búsqueda de un cambio radical en las recomendaciones de política, Lundvall (1992) insiste en la necesidad de confrontar más claramente a la economía neoclásica. Con seguridad, la batalla librada durante todos estos años por los estudios de innovación y la economía evolucionista podría dar frutos ahora, en estos tiempos turbulentos. La terquedad de las tendencias recesivas posteriores al colapso financiero de 2008 muestra cada vez más no solo que el libre mercado no es la respuesta a la crisis, sino también que la ciencia económica “pura” no es suficiente para analizarla. La sociedad no puede permitirse continuar buscando la llave solamente debajo del farol de la calle. En estos momentos inciertos necesitamos de la interdisciplinariedad.

Tal como Chris Freeman (1988: 2) sostuvo en la introducción al libro de Dosi *et al.* y en muchas otras ocasiones, la interacción entre la economía, (la ciencia), la tecnología y las instituciones es indispensable para entender el crecimiento y el desarrollo. Más aún, insistió en que esas interrelaciones pueden entenderse mejor mediante la incorporación de la historia (Freeman, 1984, 1995; Freeman y Pérez, 1988; Freeman y Louçã, 2001).

Sin duda, abriendo la puerta a la interdisciplinariedad, la economía evolucionista y particularmente los trabajos sobre sistemas de innovación han producido teorías mucho más ricas para explicar las incertidumbres de la economía real y su funcionamiento diversificado. Y, naturalmente, podemos estar orgullosos de los logros en esta área. Sin embargo, todavía hay un aspecto en el cual la batalla no ha ido suficientemente lejos. Para diseñar políticas efectivas, la sociedad necesita entender el cuadro general. Realmente, la visión de conjunto *en movimiento*.

Necesitamos involucrar plenamente la visión histórica en el tejido interdisciplinario. La búsqueda de verdades eternas e inmutables, como en la física, no es adecuada cuando se estudia fenómenos sociales tan complejos –y tan humanos– como la innovación, el crecimiento y el desarrollo. Esta crítica se puede aplicar a la economía neoclásica, aunque reconociendo la consistencia de su trabajo con sus fines y criterios. Pero ignorar la historia es simplemente inaceptable en la economía evolucionista. Habría sido impensable no solo para Freeman sino también para Marx y Schumpeter.

Los cambios técnicos modifican regular y radicalmente las condiciones para la innovación y el desarrollo, por ello debemos estar a la van-

guardia de la explicación de dichos cambios y de la identificación de las transformaciones específicas resultantes en cada período. Solo entonces podremos ser realmente útiles como científicos para guiar efectivamente el diseño de políticas (y establecer objetivos políticos viables).

Cambiar las respuestas a la misma pregunta

Entonces, ¿la innovación se da solo en (y para) los países los ricos?

Las viejas respuestas a esta pregunta venían de dos fuentes principales:

1. la escuela de la dependencia, la que en sus diversas versiones (Singer, 1949; Prebisch 1951; Gunder Frank, 1967; Cardoso y Faletto, 1968; Sunkel, 1970; Amin, 1976) sostenía básicamente que los países del Tercer Mundo no podían definir su futuro sino que dependían en lo tecnológico de los intereses y decisiones de inversionistas extranjeros del mundo desarrollado, y
2. el movimiento de las tecnologías apropiadas (Sen, 1960; Cooper, 1972), que recomendaba la selección de tecnologías adecuadas, es decir, mejor adaptadas a la dotación del mundo en desarrollo, en el sentido de ser menos intensivas en capital y con mayor utilización de mano de obra.

En ambos casos se asumía que el cambio tecnológico era continuo y acumulativo, que la tecnología venía del Norte y que era decisión de los Estados en desarrollo del Sur enfrentar la selección de la cuestión técnica como asunto de política. El contexto moldeaba el análisis, las preguntas teóricas y las recomendaciones de política.

Hoy día vemos sistemas de innovación dinámicos, políticas para facilitar la innovación y el *catching-up*, esfuerzos de mejora de los roles en las cadenas globales de valor, nuevas rutas de desarrollo y otras cosas.

¿Por qué han cambiado las respuestas y los objetivos de la política? Porque el cambio técnico es constante pero discontinuo. Desde mediados de la década del setenta el mundo ha venido experimentando la revolución de las tecnologías de información y comunicación (TIC), y el cambio de paradigma resultante ha modificado radicalmente los accesos de oportunidad para todos los participantes. Este paradigma habilitó modelos de producción flexible y organización en redes; indujo y facilitó la globalización, la desagregación de las cadenas de valor y la subcontratación;

hizo posible el cierre de la brecha e incluso la toma de la delantera (*for-ging ahead*) de países en desarrollo en ciertas industrias, y abrió nuevas oportunidades para la innovación y la diversidad a lo largo de todo el espectro productivo (tangible e intangible). Este conjunto de condiciones no existía en los años sesenta o setenta.

Redefinir los problemas ante los cambios de contexto

No solo las respuestas a la pregunta han cambiado sino que el contenido de la pregunta también se transformó. ¿Quiénes son los pobres cuando preguntamos “son solo para los ricos”? ¿Los definimos de la misma manera que en los años sesenta y setenta? Probablemente no.

Sin duda, todavía podemos contar a muchos de los países del viejo Tercer Mundo entre los pobres, en contraste con los ricos y avanzados, pero no a todos. Primero los cuatro tigres asiáticos y ahora los BRICS han roto las filas de los rezagados y se han adelantado (*caught up*), algunos de ellos incluso pueden estar en vías de alcanzar la delantera (*forge ahead*). ¿Significa esto que tanto la escuela de la dependencia como los defensores de la tecnología apropiada estaban equivocados? ¿Acaso los surcoreanos y los chinos escogieron tecnologías intensivas en mano de obra para pegar el salto? ¿No será, más bien, que la evaluación de ambas escuelas fue cierta en su momento? Sí. Podemos decir que las dos evaluaron correctamente la situación en la fase de madurez de la era de la producción en masa y que su análisis dejó de ser correcto cuando la revolución de las TIC cambió radicalmente el contexto.

Ya en los años ochenta y noventa, Hirschman, Sen, Gunder Frank y otros reconocieron que las ideas de la economía del desarrollo y la escuela de la dependencia habían dejado de ser útiles. Sin embargo, no se dieron cuenta de cómo era precisamente el cambio en la base tecnológica, que obligaba a cambiar las ideas acerca del potencial para el desarrollo. La principal lección de la historia desafortunadamente no se aprovechó en ese caso (Hirschman, 1982; Sen, 1983).¹

Però podemos ir más lejos en esta reinterpretación. ¿Tiene sentido aún mantener la definición de *pobres* para referirse solo a países rezagados? Quizás sería importante mirar también a los pobres y a los empobreci-

¹ Quizás quien reconoció con mayor claridad que los tiempos estaban cambiando fue Gunder Frank (1991), quien entonces se dedicó a reinterpretar totalmente la historia.

dos en el mundo avanzado. Igualmente valdría la pena distinguir entre los países *en desarrollo* tres o más grupos, desde los llamados emergentes, cuyo avance tecnológico es cada vez más autopropulsado, hasta los más rezagados. Actualmente, dentro de los países avanzados, emergentes y en desarrollo hay diferencias cada vez más amplias entre el personal calificado y no calificado, entre poblaciones urbanas y rurales, entre las regiones emergentes y las declinantes (donde el desempleo es rampante) y, dentro de las ciudades, entre las zonas ricas y los barrios marginales.² La innovación tecnológica forma parte de la explicación de estas tendencias y la política de innovación debería poder hacer algo al respecto. Las políticas industriales, de empleo y de bienestar para los tiempos actuales, sea cual fuere el país, deben tener un fuerte componente de política de innovación y probablemente requieran direcciones explícitas para atender a los diferentes segmentos, así como para una reespecialización exitosa en el espacio global.

La tecnología evidentemente ayudó a los pobres del mundo avanzado a alcanzar mayores niveles de vida. Charles Chaplin correcta y brillantemente satirizó el lado negativo de la línea de ensamblaje, pero hay que reconocer que, fuera de las horas de trabajo, la vida de los obreros mejoró mucho después de la Segunda Guerra Mundial. En aquellos tiempos, los excluidos estaban principalmente en el Tercer Mundo y esos países podían ser definidos básicamente como los pobres.

Ahora el panorama ha cambiado. La tecnología y la globalización han estado despojando a masas de trabajadores occidentales del bienestar al que se habían acostumbrado. ¿Puede la innovación ayudarlos? La idea según la cual hay una frontera tecnológica en constante avance, dinamizando el crecimiento y automáticamente mejorando los niveles de vida, puede requerir una reconsideración. Quizás habría que preguntarse qué direcciones para la innovación serían verdaderamente relevantes para el avance económico y social.

De manera similar, los procesos de crecimiento acelerado en China e India han estado claramente polarizados, manteniendo una alta proporción de la población excluida de los beneficios del desarrollo. ¿Este tema puede ser confrontado por la teoría y política de la innovación? Al parecer, necesitamos un cuadro más complejo para tratar el tema de las oportunidades que ofrece la tecnología a los pobres.

² Puede ser útil notar que 70% de la gente que vive con menos de \$1 al día está en países de ingreso medio. Ver Sumner (2010).

El cambio de paradigma y sus efectos sobre las condiciones de la innovación por y para los pobres (y los débiles)

Comencemos por echar una mirada a la naturaleza del cambio. ¿Qué ha cambiado desde los años setenta? ¿En qué sentido podríamos decir que los pobres y los débiles, sean ellos individuos, empresas o países, encuentran mejores oportunidades de empleo, creación de riqueza, innovación y mejora potencial de la calidad de vida? ¿Qué ha cambiado, de hecho, desde que las TIC reemplazaron a la producción en masa como paradigma tecnoeconómico predominante? (Pérez, 1985, 1986, 2010c).

Las TIC, la innovación y el acceso al mercado de las pequeñas empresas de cualquier país

Hay algunos cambios importantes claramente atribuibles a las TIC:

- el acceso a la información actualmente es infinitamente mayor de cuanto pudo imaginarse antes;
- la conexión en redes se ha hecho fácil y barata a cualquier distancia;
- el software y otros intangibles forman una parte creciente de la innovación y del perfil de productos globales;
- las computadoras y los teléfonos móviles facilitan no solamente la innovación en software sino también el diseño y la prueba de productos (mediante el software CAD).

Con las nuevas herramientas, las posibilidades de innovación y emprendimiento están abiertas tanto para individuos como para pequeñas empresas dondequiera que se encuentren.

Además, los saltos tecnológicos (*leapfrogging*) dados en ciertas industrias con los equipos digitales –como en las industrias gráficas y el maquinado– pueden obviar la necesidad de adquirir habilidades que requerían muchos años de experiencia. Ello supone, por supuesto, la descalificación de esos trabajadores especializados, donde los había. Los cambios de paradigma son procesos simultáneos de avance y destrucción en muchos frentes.

Las innovaciones intangibles son muy fáciles de transportar hasta el sitio de uso, y toda la fiebre de las aplicaciones (*the app rage*), ha abierto –y mientras dure, seguirá abriendo– posibilidades para muchos jóvenes

brillantes cualquiera sea el país donde vivan. Igualmente, el movimiento del código abierto (*open source*) ha abaratado el costo del software para individuos, escuelas y empresas, pero sobre todo ha proporcionado una plataforma colectiva de aprendizaje para los innovativos potenciales.

Las oportunidades para innovar en productos tangibles también se han multiplicado debido al reemplazo del mundo de la producción en masa –de economías de escala para productos idénticos– por la coexistencia de economías de gama, escala y especialización dentro del modelo de producción flexible habilitado por las TIC. Esto ha dado como resultado la hipersegmentación de los mercados y la creación de una lista larga (*long tail*) de especialidades de nicho donde las pequeñas empresas pueden ser muy rentables (Anderson, 2006); Kaplinsky, 2005). Ello se ha visto acrecentado por desarrollos en logística y comercio al detal con los cuales se facilita el manejo de cantidades relativamente pequeñas a un costo razonable. Tanto las redes compradoras –del estilo de Walmart y Falabella– como el movimiento de comercio justo (*fair trade*) se han valido de esas nuevas condiciones para su desarrollo.

Otra consecuencia posible de esta nueva flexibilidad es el potencial –hasta ahora poco usado– para atender las diferencias en la cultura, religión o clima, desdibujadas en la práctica por el “estilo de vida americano” (devenido universal). La noción de estilos de vida diferentes, capaces de proporcionar satisfacción equivalente, podría mejorar la calidad de vida de muchos sin forzar la homogeneidad. Se podría decir que la “innovación frugal” y los productos orgánicos son una manifestación temprana de ese potencial.

La producción flexible y las redes globales

Junto con la segmentación de los mercados, las TIC han proporcionado infraestructura y herramientas a las gigantescas corporaciones globales. Ahora no solo es mucho más fácil gerenciar organizaciones enormes y extremadamente complejas con unidades en muchos lugares del mundo, sino que también hacerlo con una estructura relativamente plana y con una diversidad de arreglos, alianzas, contratos, etcétera, con otras compañías, proveedores y socios. Este cambio profundo fue lo que impulsó el salto asiático en sus diversas formas. La práctica del *outsourcing* abrió toda una gama de posibilidades de incorporación a los productores de todas partes del mundo. Los volúmenes de producción,

—ahora mucho mayores gracias a la posibilidad de incorporar cambios de modelos y variedad en el perfil de productos en una misma línea— han tenido un efecto de empleo masivo en los países emergentes. Este es uno de los factores que sostienen el éxito chino en particular y asiático en general sobre la base de la mano de obra barata para los segmentos estándar de los productos ensamblados.

Pero a medida que continúa el proceso de aprendizaje de la globalización, las corporaciones han estado experimentando con la incorporación de capital humano y talento local innovativo en muchos países. India se convirtió en pionera de la globalización de la producción de software, gracias al susto del Y2K³ y pronto la industria del software se globalizó ampliamente (Arora y Gambardella, 2004; Friedman, 2005). Recientemente, se ha intentado externalizar algo de I+D (a pesar de posibles problemas de propiedad intelectual) y de desarrollar localmente empresas pequeñas intensivas en conocimiento (EPIC) (Pérez, 2010a), incluso en viejos enclaves mineros.⁴

En los países emergentes también se han producido nuevos desarrollos. Muchas empresas coreanas, indias y chinas se han convertido en corporaciones globales y están invirtiendo en empresas mediante su adquisición y también externalizando actividades tanto hacia el mundo avanzado como hacia los países rezagados. Esto también está ocurriendo en ciertos países de América Latina.

Los recursos naturales: ¿maldición u oportunidad?

Existe desde los años cincuenta toda una tradición heredada de los tiempos de la producción en masa según la cual el desarrollo tiene que ver solo con la manufactura y considera a los recursos naturales como no dinámicos, además de estar sujetos a las tijeras de precios con la industria (Singer 1949; Prebisch, 1951). Por otra parte a fines de los setenta se hablaba de la enfermedad holandesa (*The Economist*, 1977) y en los noventa hubo investigaciones que llevaron a sostener que los recursos eran una “maldición” por el bajo crecimiento causado por la corrupción y otros males (Sachs y Warner, 1995).

Con un poco de historia, sería fácil reconocer que los recursos naturales fueron vistos como muy importantes para el desarrollo durante la

³ El paso de 1999 a 2000 significaba que había que modificar todos los programas de computadora para asignar cuatro dígitos —y no solo dos— para señalar el año.

⁴ BHP Billiton en Chile empleó a un PhD de SPRU para desarrollar proveedores locales de alta tecnología para sus actividades de minería de cobre. Ver Urzúa (2011; 2012).

primera globalización, desde 1870 hasta la Primera Guerra Mundial. La revolución tecnológica entonces en difusión, la era del acero y la ingeniería pesada, tenía que ver con la química y la electricidad; con los ferrocarriles transcontinentales y el comercio mundial mediante vapores; con la metalurgia y los grandes proyectos de ingeniería. También con mercados mundiales contra-estacionales de carne, trigo y otros productos agrícolas. En aquellos tiempos, los recursos naturales se consideraban una bendición. Australia, Canadá, Estados Unidos, Suecia y otros países debían en parte sus procesos de *catching-up* a su dotación de recursos.⁵

Los tiempos están cambiando de nuevo. La expansión de los países emergentes supone un crecimiento tan grande de la demanda, que probablemente los precios vayan a oscilar alrededor de niveles mucho más altos (Dobbs *et al.*, 2011; y Farooki y Kaplinsky, 2012). Ello además va a requerir mucha innovación para garantizar el suministro y para responder a los requerimientos de la lista larga (*long tail*) en cuanto a materiales especiales, alimentos orgánicos y gourmet, y muchos otros productos de nicho (Pérez, 2010b). Todo eso está empezando a ocurrir, al igual que la innovación aguas arriba en equipamiento, químicos y otros insumos. Pero lo más importante es que la competencia por los recursos entre las empresas de Oriente y Occidente probablemente va a abrir oportunidades sin precedentes para que los países en desarrollo negocien mejores condiciones. La subida de los precios de la energía haría poco rentable transportar recursos naturales sin procesar y llevaría a ubicar *in situ* el procesamiento aguas abajo. Es posible que estos cambios también requieran un rediseño de los equipos de procesamiento para resolver problemas de escala y dotarlos de portabilidad. Estos incentivos a la innovación pueden impulsar el crecimiento dinámico de los productores de recursos naturales (Marín, Navas-Alemán y Pérez, 2010; Pérez, Marín y Navas-Alemán, 2014).

Los retos ambientales como guía para la innovación

Por último, debemos considerar el tema del medio ambiente. Está cada vez más claro que tanto el planeta como la economía requieren innovación *verde* masiva. El potencial está allí en términos tecnológicos. La revolu-

⁵ Naturalmente que hay una diferencia enorme si esos recursos se exportan en bruto o son utilizados como base (o como fuente de ingresos) para el desarrollo tecnológico. Morris, Kaplinsky y Kaplan (2012) examinan las nuevas condiciones y observan el aumento en las oportunidades de innovación aguas arriba.

ción de las TIC está totalmente instalada y puede habilitar innovaciones en una amplia gama de sectores, desde las redes eléctricas inteligentes (*smart grids*) hasta materiales especiales, desde el rediseño de productos para la durabilidad y la potencial actualización (*upgradeability*) hasta la reducción de la necesidad de transporte.

Pero *lo verde* no puede ser rentable de inmediato como lo fueron muchos productos TIC al comienzo. La manera de incrementar la viabilidad económica de cualquier conjunto de estas posibilidades es induciendo una dirección común clara. La convergencia y la formación de redes llevan a sinergias entre los proveedores y los mercados, que incrementan la rentabilidad de toda la red. Los mercados solos no pueden alcanzar ese resultado; pero un gobierno activo sí.

La necesidad de incrementar enormemente la productividad de los recursos puede llevar, con las políticas correctas, al rediseño de productos de verdadera durabilidad. Esto podría conducir al surgimiento de mercados de segunda, tercera y enésima mano, capaces de permitir a la gente que está en la base de la pirámide escalar hacia el consumo sostenible a precios muy bajos. Esto podría también revivir el mantenimiento como una fuente masiva de puestos de trabajo para los trabajadores desplazados de la manufactura en el mundo avanzado. Las políticas claras a favor de la dirección *verde* en innovación mediante regulaciones, impuestos, financiamiento a la innovación, etcétera parecen necesarias en todo tipo de países.

La sociedad del conocimiento y la calidad de vida

La producción en masa necesitaba trabajadores relativamente incultos y dóciles para que la gerencia pudiera definir e imponer “la forma óptima” taylorista de realizar las tareas. Este fue el precio a pagar por la alta productividad que permitió convertir trabajadores de cuello azul en consumidores de ingreso medio: una baja calidad de vida en el trabajo y alta calidad de vida fuera del trabajo. En contraste, para alcanzar mejores resultados, la producción flexible necesita usar la creatividad e imaginación de todo el personal (Lorenz y Lundvall, 2011). Si el conocimiento y la participación son adecuadamente retribuidos, la consecuencia podría ser una alta calidad de vida tanto en el trabajo como en el hogar. Este sería el mejor de los resultados posibles y la base del nuevo *New Deal* propuesto por Lundvall (1996). Ciertamente, todavía quedan trabajos manuales rutinarios, al igual que hay nuevos trabajos intelectuales rutinarios, pero

se tiende hacia un aumento significativo de la satisfacción con el modo de trabajar. Sin embargo, el contexto global puede modificar esto. En el auge de la producción en masa de la posguerra, la amenaza soviética favoreció el establecimiento del Estado de bienestar; ahora las cantidades masivas de mano de obra barata disponible en Asia y otros continentes pueden llevar a los negocios a diferenciar los modelos organizativos y los sistemas de remuneración, dependiendo del contexto.

No obstante, aún si el mundo en desarrollo puede beneficiarse solo parcialmente de la alta calidad de vida en el trabajo, no hay razón para que ello no sea una parte central de los programas sociales en todas partes.

Entender las implicaciones de lo anterior –y las opciones que se abren y cierran– es importante para los criterios de política y también para plantearse objetivos viables entre los socialmente deseables. ¿Debería esto ser una tarea para los estudios de la innovación? Considero que sí. En cualquier caso, sin esta comprensión sería mucho más difícil hacer recomendaciones de política efectivas.

Además, examinar los cambios y hacer los contrastes tiene la inmensa ventaja de permitir reconocer, por inferencia, que la situación actual es también temporal y por ello deberíamos esperar nuevos cambios en el futuro. Esta es una buena vacuna contra el retroceso (*falling behind*) por apearse a las viejas recetas (en la teoría o en la práctica).

Una visión de conjunto cambiante

El proceso de cambio de condiciones para la innovación por y para los pobres ha sido largo y complejo. Fueron necesarias muchas presiones competitivas y la superación de fuerzas inerciales para desplazarse desde el mundo de las tecnologías maduras y las gigantescas corporaciones internacionales en mercados oligopólicos, característico de los años sesenta y setenta, hasta el mundo actual de corporaciones aún más grandes diseminadas por todo el globo, rodeadas por una multitud de empresas pequeñas y ágiles intensivas en conocimiento. También al mundo maduro le está tomando mucho tiempo darse cuenta de cómo los países emergentes pueden amenazar su liderazgo en algunas áreas de la innovación y de que sus problemas de desempleo interno y distribución del ingreso probablemente requieran ser enfrentados con políticas activas.

Estos cambios tan profundos de condiciones han sido típicos de la difusión de las revoluciones tecnológicas. Si las industrias y tecnolo-

gías radicalmente nuevas simplemente se añadieran a las existentes, las transformaciones no serían tan profundas y amplias. Lo que justifica el término revolución es precisamente que cada gran conjunto de tecnologías rejuvenece a todas las maduras, abriendo importantes trayectorias de innovación nuevas para todas las industrias preexistentes. La combinación de una nueva red de infraestructura capaz de expandir los mercados con un nuevo paradigma con el potencial de cambiar los comportamientos redefine las estructuras industriales y rediseña su distribución regional. El proceso de difusión de un nuevo paradigma puede cambiar radicalmente las oportunidades para los rezagados (mejorándolas o empeorándolas) y esto, a su vez, exige cambios importantes en las políticas de desarrollo e innovación.⁶

En un estudio reciente acerca de la experiencia latinoamericana en políticas de ciencia y tecnología, Francisco Sagasti identifica cinco fases. Cada una sigue un conjunto diferente de ideas fundamentales acerca de la tecnología, emplea diferentes instrumentos de política, y establece –o elimina– diferentes instituciones.

Cronología de las etapas de la política de ciencia, tecnología e innovación en América Latina

ETAPAS	PERÍODOS					
	1950-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009
Empuje de la ciencia	████████████████████	████████████████████	████████████████████			
Regulación de la transferencia de tecnología		████████████████████	████████████████████	████████████████████		
Instrumentos de política y enfoque de sistemas			████████████████████	████████████████████	████████████████████	████████████████████
Ajuste y transformación de la política científica y tecnológica			████████████████████	████████████████████	████████████████████	████████████████████
Sistemas de innovación y competitividad				████████████████████	████████████████████	████████████████████
Renovación de la política de ciencia, tecnología e innovación					████████████████████	████████████████████

Fuente: Sagasti, 2010: gráfico 1.

Vale la pena notar que, a pesar de las grandes diferencias en las condiciones políticas entre los países (desde dictaduras militares hasta demo-

⁶ Para la discusión de las oportunidades para el desarrollo como blanco móvil, ver Pérez (2001).

cracias) los cambios en las ideas tecnológicas e instrumentos de política descritos por Sagasti han sido esencialmente simultáneos en toda Latinoamérica, como lo indica el gráfico. Siempre hay, por supuesto, países que lideran y países rezagados algunos años; hay quienes diseñan y aplican políticas más sofisticadas y quienes copian y hacen lo mínimo, pero el hecho es que todo el continente atravesó una secuencia similar. Esto sugiere que las fuerzas de la transformación no eran internas, sino que todos los países experimentaban el mismo conjunto de fuerzas externas de cambio y que las recomendaciones recibidas –de académicos, consultores, organizaciones de la ONU o cualquier otra– parecían ser las apropiadas para las condiciones observadas en el terreno.

En la década de los setenta el mundo avanzado atravesaba la madurez y declinación de las principales industrias del paradigma de la producción en masa (exacerbado por el aumento drástico en el precio del petróleo) y al mismo tiempo irrumpía la revolución de las TIC y ocurría el surgimiento de Japón. Las industrias maduras establecieron plantas de ensamblaje final en los países en desarrollo para expandir sus mercados ya saturados. Esto se vio favorecido por el conjunto de incentivos ofrecidos por la política de sustitución de importaciones adoptada por la mayoría de los países subdesarrollados deseosos de industrializarse. Puesto que las tecnologías maduras, por definición, habían agotado sus trayectorias anteriores, se podía hacer poco en los países receptores más allá de aprender las rutinas –como intentaron hacerlo todos– y tratar de desarrollar su propia ciencia, con la esperanza de contar con nuevas tecnologías siguiendo el modelo lineal.

Pero gradualmente, la revolución de las TIC comenzó a transformar las condiciones para la competitividad y las corporaciones maduras se vieron forzadas a introducir no solo computadoras en sus oficinas sino también equipos computarizados en sus plantas y microelectrónica en sus productos. En la década de los ochenta ya se reconocía, gracias al éxito japonés, la necesidad de grandes cambios organizativos para obtener los resultados esperables de las nuevas tecnologías. El modelo japonés fue entonces imitado en las oficinas y plantas de los países avanzados. Esto creó un problema para la gran cantidad de fábricas tayloristas establecidas en los países en desarrollo, ya que algunos de los productos transferidos se estaban volviendo obsoletos. Además, la regulación de la transferencia de tecnología ponía más obstáculos a las corporaciones multinacionales. La venta de licencias, que permitió a los locales tomar el control de las empresas, fue una de las soluciones; usar

la mano de obra barata para exportar desde las zonas de procesamiento fue otra. Las barreras arancelarias ya no les interesaban. La apertura de los mercados y las políticas del Consenso de Washington desmantelaron el modelo. En Latinoamérica, las economías domésticas fueron incapaces de resistir la presión o adopción del nuevo paradigma y se instaló la llamada “década perdida”. Mientras tanto, los “Cuatro Tigres” asiáticos se montaron en la ola mediante el aprendizaje intensivo orientado a las exportaciones y mediante la rápida adopción del nuevo paradigma.

En las décadas de 1990 y 2000 revivió el interés oficial por las políticas de ciencia y tecnología. A la vista del éxito asiático y su relación con los esfuerzos de aprendizaje tecnológico, comenzaron a difundirse las nuevas ideas acerca de las políticas de ciencia, tecnología e innovación dentro de la noción de un sistema nacional de innovación. Los parques tecnológicos y otros intentos por formar redes y clústers se hicieron comunes; el financiamiento a la innovación y los incentivos al emprendimiento también se propagaron. Aunque las corporaciones globales no invertían mucho en Latinoamérica, sí modernizaron sus prácticas de trabajo en las plantas locales en funcionamiento y comenzaron a subcontratar actividades a proveedores externos, incorporándolos a su cadena de valor. La experiencia de Brasil como uno de los países BRICS estableció una visión diferente de las oportunidades de innovación tecnológica a seguir en todo el subcontinente.

Por eso estamos ante un dilema como el de “la gallina o el huevo”. ¿Las circunstancias hacen cambiar las ideas y políticas sobre la tecnología y la innovación, o son las ideas las que cambian las políticas? La respuesta, por supuesto, es que hay un lazo de retroalimentación constante entre ellas, aunque las circunstancias juegan un papel mayor al que normalmente se les atribuye. La práctica habitual es decir que “ahora sabemos más que antes sobre los procesos de innovación”, como si se tratara de algo acumulativo. ¿Acaso hubiera sido posible en los setenta aplicar el conocimiento actual, basado en las condiciones de la globalización, para diseñar políticas más efectivas en el contexto de la sustitución de importaciones? Seguramente no. En esa época la tecnología se “adquiría” bajo estrictas cláusulas contractuales que prohibían cualquier cambio y además no había capacidades de innovación en las empresas ni modelos de emprendimiento a seguir, como sí existen en el contexto actual.

Por lo tanto, los estudios de innovación y la economía evolucionista enfrentan un objeto de estudio en transformación constante por la na-

turalidad misma de la innovación y por su capacidad de ir más allá de la tecnología hasta modificar organizaciones, instituciones, comportamientos e ideas. Se trata verdaderamente de un proceso evolutivo requerido de teorías dinámicas.

¿Debería la economía evolucionista evolucionar también?

Esto nos lleva a un punto implícito en el comienzo de este trabajo. El cambio de paradigma en la economía real lleva a la “obsolescencia” de la escuela de la dependencia y de las discusiones de la época acerca de la selección de tecnologías. ¿Podrían las tendencias cambiantes de la economía explicar los cambios sucesivos en el foco de atención de la economía evolucionista, de la escuela de estudios de la ciencia, tecnología y sociedad (CTS) y de los estudios de innovación?

La economía neoclásica, en su empeño por ser como la física, trata de ser estable en la medida de lo posible y de acumular conocimiento sin abandonar los principios básicos y, sin embargo, ha debido incorporar gradualmente formas de flexibilizar su racionalidad, modos de añadir la tecnología a sus ecuaciones y otros ajustes menores para actualizar sus modelos, sin reconocer explícitamente que el mundo está siempre cambiando.

La economía evolucionista está mucho más abierta a los cambios, no solo por sus premisas teóricas sino también porque sencillamente está mucho más enraizada en la realidad y estudia constantemente tecnologías específicas, empresas, sectores, etcétera. ¿Sería acaso posible examinar cómo cambian los tópicos prevaletentes en las publicaciones y ver cómo se relacionan con los cambios de comportamiento de la economía mundial? ¿Sería posible hacer algo similar con los cambios de énfasis en los estudios sobre innovación? (Fagerberg y Verspagen, 2009; Martin, 2012; Morlacci y Martin, 2009).⁷ En realidad, sería de esperar un proceso de “destrucción creadora” en el conocimiento relacionado con las políticas, en la medida en que las condiciones de contexto vayan variando a causa de nuevos sistemas tecnológicos en difusión.

⁷ Las bibliografías de referencia pueden servir como una excelente base inicial para el proceso.

Distinguir las verdades cambiantes de las permanentes

Lo antes dicho no niega la existencia de verdades básicas permanentes. Simplemente, si el principio fundamental es el de la innovación como motor del crecimiento económico, entonces una tarea central es identificar lo que podría denominarse las “leyes del cambio” en las economías de mercado en los niveles micro, meso y macro. Esto define una porción importante del trabajo teórico que la economía evolucionista ha emprendido.

Nociones tan fundamentales como las de trayectorias y rutinas tecnológicas, o los procesos de aprendizaje, el hecho de que las innovaciones estén interrelacionadas o que los agentes de la economía sean diversos y que el proceso de innovación sea un sistema de interacciones, son todos –o han devenido– indispensables para el análisis de cualquier período. Incluso la taxonomía de Pavitt (1984), asumiendo que las clasificaciones puedan ser vistas como verdades estables, es susceptible de cambiar en términos de las industrias que corresponden a cada categoría.⁸ Y otro tanto puede decirse acerca de los sistemas de innovación. La formulación temprana se definió en el interior de un espacio nacional, pero la globalización ha requerido el análisis de redes menores o más amplias e interacciones más complejas.

Para una economía verdaderamente evolucionista debería ser normal la constante distinción entre principios teóricos fundamentales y procesos cambiantes. Y ese podría ser uno de los rasgos distintivos para hacerla capaz de responder a una economía en cambio evolutivo (algunas veces revolucionario), en contraste con los constructos inmanentes e inmutables de la economía neoclásica.

Entender las oportunidades tecnológicas como un blanco móvil y la economía como la realización desigual de esas oportunidades, tanto para los ricos como para los pobres, no solamente enriquecería nuestra contribución académica a las Ciencias Sociales sino que llenaría un vacío en el tipo de experticia que los diseñadores de políticas requieren.

El reconocimiento constante de la interrelación entre las tecnologías cambiantes, las economías cambiantes y una ciencia económica cambiante garantizaría que no volviera a perderse el acoplamiento con

⁸ El comienzo de un movimiento en esa dirección puede verse en De Jong y Marsili (2006) pero la próxima revolución tecnológica puede producir cambios más sustanciales en los sectores de cada categoría.

la vida real y los procesos reales. La cultura de los modelos introducida por la economía neoclásica (Drechsler, 2011) ha insensibilizado a nuestros jóvenes más brillantes volviéndolos amantes de las matemáticas en lugar de amar la historia, la política, el cambio social e incluso el cambio técnico mismo.

La exhortación de Lundvall a un mayor involucramiento en la política y las políticas con la finalidad de confrontar al capitalismo tal como es hoy, así como a la economía neoclásica, sería atendida con mayor facilidad por una comunidad científica con una clara conciencia del cambio histórico y de las interrelaciones dinámicas entre tecnologías cambiantes, instituciones cambiantes y economías también cambiantes.

Lo que él ve como la necesidad de establecer puentes con las otras ciencias sociales también se llevaría a cabo con mayor facilidad. Hoy por hoy, pienso que los estudios de innovación se beneficiarían mucho con la incorporación del tema de las transiciones. Se pueden establecer conexiones claras con la escuela holandesa en esta área (Geels and Schot, 2007; Geels, 2010). Dicha escuela ha hecho valiosas contribuciones a la teoría, en términos de metodología y estudios de caso. También se ha involucrado directamente en el diseño de políticas y en procesos experimentales de cambio (Grin *et al.*, 2010).

Los retos del actual momento histórico

Cuando preguntamos acerca de las consecuencias de los sistemas y las políticas tecnológicas para los pobres y los débiles no estamos hablando desde un limbo abstracto en el que tiempo y lugar carecen de importancia. Estamos en un momento específico de la evolución de las economías de mercado. He sostenido que el gran colapso financiero de 2008, el cual se transformó en una crisis del euro, es el resultado del desacoplamiento entre el capital financiero y la economía real, que requiere el retorno de un Estado activo tanto en las economías avanzadas como en las rezagadas (Pérez, 2009, 2012). Superar la creencia cuasi religiosa en el libre mercado del viejo Primer Mundo y abandonar el Consenso de Washington en el viejo Tercer Mundo (y en algunos lugares del anterior “segundo”) requiere de algo capaz de reemplazarlo, distinto de la vuelta a las políticas que fueron adecuadas para la era de la producción en masa.

Ninguna escuela de pensamiento está mejor ubicada que la economía evolucionista en general, y los estudios de innovación en particular, pa-

ra proporcionar el nuevo pensamiento capaz de reorientar la economía, revirtiendo los procesos de polarización del ingreso y aprovechando el nuevo potencial para la innovación. Aunar fuerzas con la escuela holandesa de las transiciones, con el grupo de gobernanza tecnológica de Talín y con el enfoque de CTS enriquecería la capacidad para ir más allá de la política tecnológica y abarcar desde la política industrial hasta las del bienestar y la educación. De la misma manera, la incorporación del tema financiero en relación con la innovación, como lo hizo el reciente proyecto Finnov (Mazzucato, 2013; Lazonick, 2007),⁹ elevaría de manera significativa el poder del perfil interdisciplinario. Y en lo relativo al tema de los países rezagados Globelics es, por supuesto, un proyecto extraordinariamente exitoso en esta área, con el cual se han creado importantes redes entre investigadores de países en desarrollo quienes, de otra manera, no hubieran podido realizar intercambios de conocimiento entre ellos. También es razonable unir fuerzas con el Instituto de Estudios del Desarrollo (*Institute of Development Studies*) de la Universidad de Sussex, en particular con los economistas del desarrollo que trabajan sobre la globalización,¹⁰ y estrechar los lazos existentes con el proyecto STEPS.¹¹

Por último, hay otra consecuencia relacionada con el período actual que le plantea tareas a los estudios de innovación. Refiriéndose a la necesidad de formas imaginativas de regulación de las finanzas, Lundvall (2013) afirma que “hoy en día el mayor reto es, en verdad, la innovación institucional”. Ciertamente es así, pero ¿estamos en verdad conscientes de ello y estamos realmente enfrentando el reto?¹²

Hasta ahora hay una tradición infalible en todas las tesis doctorales –y en la mayoría de los artículos en las revistas en este campo– de colocar “recomendaciones de política” al final. Desde mi experiencia directa en política tecnológica puedo afirmar que estas rara vez se pueden usar directamente (Radosevic, 2008). Sin embargo, en estos tiempos en particular se necesita con urgencia una política de innovación verdaderamente

9 Proyecto de la UE dirigido por Mariana Mazzucato (ahora en SPRU). También se puede consultar otros en <http://www.finnov-fp7.eu/publications>.

10 Por ejemplo, Schmitz (2004), Gereffi y Kaplinsky (2001), Gereffi *et al.* (2005) examinan el tema de la inserción de compañías de países en desarrollo en las cadenas de valor globales. Sobre este tópico sería crucial establecer vínculos con el grupo de Gereffi actualmente en Duke. Ver www.globalvaluechains.org.

11 Ver <http://steps-centre.org>.

12 Hay un interesante artículo en *Research Policy* por Flanagan *et al.* (2011) donde se critica a los estudios de innovación por no tener en cuenta apreciaciones de los estudios políticos y de la ciencia política.

creativa. No obstante, el proceso de política de innovación rara vez se ha estudiado como tal, al menos hasta donde llega mi conocimiento. Se le dio mucha atención al vínculo entre universidad-industria desde la década del ochenta hasta los noventa, pero ninguna al vínculo universidad-política o al aprendizaje en el diseño de políticas. ¿Acaso entendemos cómo las ciencias sociales contribuyen a la efectividad de la política de innovación o las políticas relacionadas con la industria, la ciencia, la educación y el bienestar? Edquist ya en 2001 había insistido en señalar que la perspectiva del sistema de innovación “carece de un componente (teoría) acerca del rol del Estado [...] acerca de cómo la política de innovación ha sido diseñada e implementada realmente y cuáles fuerzas sociales han gobernado estas actividades” (Edquist, 2001: 17). Desde entonces se ha trabajado en ello parcialmente (Nelson, 2008; Gregersen, 1992; Johnson, 1992; Gregersen y Johnson, 1997),¹³ pero quedan muchos temas pendientes en el área de la innovación institucional. Me gustaría pensar que ha llegado el momento de enriquecer las recomendaciones de política con una comprensión profunda de la innovación en las instituciones y en las políticas, tomándolas como objeto de estudio.

Esto sería ya una manera de desplazarse a conciencia hacia un área relevante, no simplemente siguiendo el contexto histórico cambiante sino anticipándolo. No fue por casualidad que el fecundo trabajo de Nelson y Winter sobre la economía evolutiva, así como el de Chris Freeman, aparecieran en los años setenta (Nelson y Winter, 1977; Freeman, 1974) y que el concepto de sistemas nacionales de innovación se desarrollara en los ochenta (Lundvall, 1985, 1988; Freeman, 1987; Nelson, (1993). La ciencia social verdaderamente creativa identifica las tendencias cuando comienzan a hacerse visibles. Podríamos, por supuesto, dejar el trabajo a los historiadores de la ciencia. Sin embargo, si reconocemos el rol de la difusión de innovaciones en transformar nuestro objeto de estudio, entonces deberíamos valorar esos cambios históricos analizando, dentro de nuestras propias disciplinas, cómo evolucionan las ideas y los temas de investigación.

Romper con la tradición del conocimiento acumulativo sería un paso inmenso y arriesgado en el mundo académico actual. Construir un campo verdaderamente interdisciplinario es en sí mismo una revolución. Convertirlo en “ciencia cambiante” luce como una total rebelión en contra de las tradiciones recientes de la economía ortodoxa. Sin embargo, esta

¹³ Considerar y el trabajo temprano del grupo de Aalborg.

manera de producir teoría podría estimular a los jóvenes investigadores a considerar la dinámica de la tecnología y las ideas en su contexto, evaluándolas junto con sus implicaciones para las políticas de manera verdaderamente evolucionista. También los inmunizaría contra la copia de recetas del pasado llevándolos a anticipar las oportunidades del futuro.

La propuesta es simple: asegurar que la economía evolucionista evolucione... conscientemente.

Bibliografía

- Amin, S. (1976). *Unequal Development: An Essay on the Social Formations of Peripheral Capitalism*. Nueva York: Monthly Review Press.
- Anderson, C. (2006). *The Long Tail: Why the Future of Business is Selling More of Less*. Nueva York: Hyperion.
- Arora, A. y Gambardella, A. (2004). “The globalization of the software industry: perspectives and opportunities for developed and developing countries”. *NBER Working Paper*, n° 10538.
- Cardoso, F. H. y Faletto, E. (1968). *Dependencia y Desarrollo en América Latina*. México: Siglo XXI.
- Cooper, C. (1972). “Science, technology and production in the underdeveloped countries: An introduction”. *Journal of Development Studies*, vol. 9, n° 1, pp. 1-18.
- De Jong, J. P. J. y Marsili, O. (2006). “The fruit flies of innovations: A taxonomy of innovative small firms”. *Research Policy*, vol. 35, n° 2, pp. 213-229.
- Dobbs, R.; Oppenheim, J.; Thompson, F.; Brinkman, M. y Zornes, M. (2011). *Resource Revolution: Meeting the world’s energy, materials, food and water needs*. Londres: McKinsey Global Institute, McKinsey and Co.
- Drechsler, W. (2011). “Understanding the problems of mathematical economics: A ‘continental’ perspective”. *Real-world economics review*, n° 69, pp. 45-57.
- Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G. y Soete, L. (eds.) (1998), *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- Economist, T. (1977). “The Dutch Disease”. *The Economist*, n° 26, pp. 82-83.

- Edquist, C. (2001). "The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art". Ponencia presentada en DRUID, Aalborg.
- Fagerberg, J.; Martin, B. R. y Andersen, E. S. (2013). *Innovation Studies: Evolution and Future Challenges*. Oxford: Oxford University Press.
- Fagerberg, J. y Verspagen, B. (2009). "Innovation studies – the emerging structure of a new scientific field". *Research Policy*, vol. 38, n° 2, pp. 218-233.
- Farooki, M. Z. y Kaplinsky, R. (2012). *The Impact of China on Global Commodity Prices: The Global Reshaping of the Resource Sector*. Londres: Routledge.
- Flanagan, K.; Uyarra, E. y Laranja, M. (2011). "Reconceptualising the 'polymix' for innovation". *Research Policy*, vol. 40, n° 5, pp. 702-713.
- Freeman, C. (1974). *The Economics of Industrial Innovation*. Harmondsworth: Penguin Books.
- (1984). "Prometheus Unbound". *Futures*, vol. 16, n° 5, pp. 1984.
- (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. Londres: Pinter.
- (1988). "Introduction". En Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G. y Soete, L. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- (1995). "The 'National System of Innovation' in historical perspective". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, n° 1, pp. 5-24.
- Freeman, C. y Louçã, F. (2001). *As Time Goes By*. Oxford: Oxford University Press.
- Freeman, C. y Pérez, C. (1988). "Structural Crises of Adjustment: Business Cycles and Investment Behavior". En Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G. y Soete, L. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- Friedman, T. (2005). *The World is Flat*. Nueva York: Farrar Straus and Giroux.
- Geels, F. W. (2010). "Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective". *Research Policy*, vol. 39, n° 4, pp. 495-510.

- Geels, F. W. y Schot, J. W. (2007). "Typology of sociotechnical transition pathways". *Research Policy*, vol. 36, n° 3, pp. 399-417.
- Gereffi, G.; Humphrey, J. y Sturgeon, T. (2005). "The governance of global value chains". *Review of International Political Economy*, vol. 12, n° 1, pp. 78-104.
- Gereffi, G. y Kaplinsky, R. (eds.) (2001). "The Value of Value Chains: Spreading the Gains from Globalisation". *IDS Bulletin*, vol. 32, n° 3, Brighton Institute of Development Studies.
- Gregersen, B. (1992). "The Public Sector as a Pacer in National Systems of Innovation". En Lundvall, B-Å. (ed.), *National Systems of Innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*. Londres: Pinter.
- Gregersen, B. y Johnson, B. (1997). "Learning economies, innovation systems and European Integration". *Regional Studies*, vol. 31, n° 5, pp. 479-490.
- Grin, J.; Rotmans, J.; Schot, J.; Geels, F. W. y Loorbach, D. (2010). *Transitions to Sustainable Development: New Directions in the Study of Long Term Transformative Change*. Londres: Routledge.
- Gunder Frank, A. (1991). *Underdevelopment of Development. an Autobiographic Essay*. Estocolmo: Bethany Books.
- Hirschman, A. (1982). "The Rise and Decline of Development Economics". En Gersovitz, M.; Díaz-Alejandro, C.; Ranis, G. y Rosenweig, M. R. (eds.), *The Theory and Experience of Economic Development*. Londres: Allen and Unwin.
- Johnson, B. (1992). "Institutional Learning". En Lundvall, B-Å. (ed.), *National Systems of Innovation - Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- Kaplinsky, R. (2005). *Globalisation, Poverty And Inequality: Between A Rock And A Hard Place*. Cambridge: Polity.
- Lazonick, W. (2007). "The US stock market and the governance of innovative Enterprise". *Industrial and Corporate Change*, vol. 16, n° 6, pp. 983-1035.
- Lorenz, E. y Lundvall, B-Å. (2011). "Accounting for Creativity in the European Union: A multi-level analysis of individual competence, labour market structure, and systems of life-long learning". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 35, n° 2, pp. 269-294.

- Lundvall, B-Å. (1985). "Product innovation and user-producer interaction". *Industrial Development Research Series*, n° 31, Aalborg University Press, Aalborg.
- (1988). "Innovation as an Interactive Process - from User-Producer Interaction to National Systems of Innovation". En Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, K.; Silverberg, G. y Soete, L. (Eds.), *Technology and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- (ed.), (1992). *National System of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- (1996). "The social dimension of the learning economy". *DRUID Working Paper*, n° 96-1.
- (2013). "Innovation studies: a personal interpretation of the State of the Art". En Fagerberg, J.; Martin, B. y Andersen, E. S. (eds.), *Innovation Studies: Evolution & Future Challenges*. Oxford: Oxford University Press.
- Marin, A.; Navas-Alemán, L. y Pérez, C. (2010). "The possible dynamic role of natural resource-based networks in Latin American development strategies". *GLOBELICS Working Paper*.
- Martin, B. R. (2012). "The evolution of science policy and innovation studies". *Research Policy*, vol. 41, n° 7, pp. 1219-1239.
- Mazzucato, M. (2013). *The Entrepreneurial State*. Londres: Anthem.
- Morlacchi, P. y Martin, B. (2009). "Emerging challenges for science, technology and innovation policy research: A reflexive overview". *Research Policy*, vol. 38, n° 4, pp. 571-582.
- Morris, M.; Kaplinsky, R. y Kaplan, D. (2012). "One Thing Leads to Another' – Commodities, Linkages and Industrial Development". *Resources Policy*, en prensa.
- Nelson, R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- (2008). "What enables rapid economic progress: What are the needed institutions?". *Research Policy*, vol. 37, n° 1, pp. 1-11.
- Nelson, R. y Winter, S. (1977). "In search of useful theory of innovation". *Research Policy*, 6(1), 36-76.

- Pavitt, K. (1984). "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory". *Research Policy*, vol. 13, n° 6, pp. 343-373.
- Pérez, C. (1985). "Microelectronics, Long Waves and World Structural Change: New Perspectives for Developing Countries". *World Development*, vol. 13, n° 3, pp. 441-463.
- (1986). "Las nuevas tecnologías: Una visión de conjunto". En Ominami, C. (ed.), *La Tercera Revolución Industrial: impactos internacionales del actual viraje tecnológico*. Buenos Aires: RIAL, Grupo Editor Latinoamericano.
- (2009). "The double bubble at the turn of the century: technological roots and structural implications". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 33, n° 4, pp. 779-805.
- (2010a). "Hacia la PYME latinoamericana del futuro: Dinamismo Tecnológico e Inclusión Social. En *PYMES como factor de integración: 35 años de esfuerzo continuo del SELA*. Editorial Horizonte: Barquisimeto.
- (2010b). "Dinamismo tecnológico e inclusión social en América Latina: una estrategia de desarrollo productivo basada en los recursos naturales". *Revista CEPAL*, n° 100, pp. 123-145. [En inglés "Technological dynamism and social inclusion in Latin America". *CEPAL Review*, n° 100, pp. 121-141].
- (2010c). "Technological revolutions and techno-economic paradigms". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 34, n° 1, pp. 185-202.
- (2012). "Financial bubbles, crises and the role of government in unleashing Golden Ages". FINNOV Working Paper 2-12. Forthcoming 2012. En Pyka, A. y Burghof, H.P. (eds.), *Innovation and Finance*. Londres: Routledge.
- (2001). "El cambio tecnológico y las oportunidades de desarrollo como blanco móvil". *Revista CEPAL*, n° 75, pp. 115-136. [En inglés "Technological change and opportunities for development as a moving target", *CEPAL Review*, n° 175, pp. 109-130].
- Pérez, C.; Marín, A. y Navas-Alemán, L. (2014). "El posible rol dinámico de las redes basadas en recursos naturales para las estrategias de desarrollo en América Latina". En Dutrénit, G. y Sutz, J. (eds.), *Sistemas de Innovación para un Desarrollo Inclusivo: la experiencia latinoamericana*. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico.

- Prebisch, R. (1951). *Estudio Económico de América Latina 1949*. Nueva York CEPAL.
- Radosevic, S. (2008). "A Review of a Literature on Innovation, with a Focus on Policy and Institutional Implications". Paper prepared for the World Bank and presented at GLOBELICS/PRIME Conference, México DF, disponible en <https://iris.ucl.ac.uk>.
- Sachs, J. y Warner, A. M. (1995). "Natural resource Abundance and Economic Growth". *NBER Working Paper*, n° 5398.
- Sagasti, F. y Castillo, R. (2010). *Antecedentes, evolución y perspectivas de las políticas de ciencia, tecnología e innovación*. Lima: FORO Nacional/Internacional en imprenta.
- Schmitz, H. (2004). *Local Enterprises in the Global Economy: Issues of Governance and Upgrading*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Sen, A. (1960). *Choice of techniques; an aspect of the theory of planned economic development*. Oxford: Blackwell.
- (1983). "Development: Which Way Now". *Economic Journal*, vol. 93, n° 372, pp. 745-762.
- Singer, H. W. (1949). "Economic Progress in Underdeveloped Countries". *Social Research: An International Quarterly of Political and Social Science*, vol. 16, n° 1, pp. 9-11.
- Sumner, A. (2010). "Global Poverty and the New Bottom Billion: What if Three-Quarters of the World's Poor Live in Middle Income Countries?". (Mimeo) Brighton: Institute of Development Studies.
- Urzúa, O. (2011). "The emergence and development of knowledge intensive mining service suppliers in the late 20th century". Doctoral thesis (PhD), University of Sussex.
- (2012). "Emergence and Development of Knowledge-Intensive Mining Services (KIMS)". *Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics*, n° 41. Disponible en <http://hum.ttu.ee/wp/paper41.pdf>.

Capítulo 10

Los sistemas de innovación y la política industrial y tecnológica

Gabriel Yoguel, Mariano Pereira y Florencia Barletta

Introducción

En los últimos quince años se ha venido gestando un renovado consenso sobre el importante rol que tiene la combinación de la política industrial y tecnológica en el desarrollo económico y en la generación de los procesos de cambio estructural. Como consecuencia de este renovado consenso, el diseño y recomendación de política ha ido adquiriendo un creciente lugar en la agenda pública. A pesar de ello, persisten aún fuertes diferencias tanto en el plano teórico como aplicado con relación a *por qué y cómo* intervenir.

La posición ortodoxa, que en el marco del Consenso de Washington en los noventa guio buena parte del diseño de políticas en los países en desarrollo y en especial en América Latina, plantea que la intervención del Estado –en particular en el área de ciencia y tecnología– solo se justifica por la existencia de fallas de mercado. Estas aluden a que, por las características de bien público que asume el conocimiento, el gasto en las actividades de I+D es inferior al que se corresponde con una situación de óptimo paretiano. Basándose en fundamentos teóricos previos (Arrow, 1962; Arrow y Debreu, 1954), la intervención del Estado en el área de ciencia, tecnología e innovación (CTI) se justifica cuando existen proyectos innovativos con altas tasas de retorno social que, debido a fallas en el funcionamiento de los mercados, no se reflejan en las tasas de retornos privadas y generan, en consecuencia, una inversión privada en innovación menor a la socialmente deseable.

Recientemente, diversos trabajos realizados por organismos internacionales han venido elaborando una reinterpretación de los motivos

e instrumentos de intervención pública en CTI diferenciándose de las prescripciones del Consenso de Washington.

Por un lado, en un libro reciente y en otras publicaciones del BID (Crespi *et al.*, 2014; Crespi *et al.*, 2011) se combina una visión sobre la intervención centrada en la existencia de fallas de mercado con aportes de la literatura sobre sistemas nacionales de innovación (SNI). Crespi *et al.* (2011) toman tres contribuciones de esta literatura. La primera es la idea de que la innovación es el resultado de un proceso de aprendizaje sistémico que no solo depende de los esfuerzos de I+D de las firmas. En esa dirección, las inversiones complementarias necesarias que deben realizar las empresas (adquisición de maquinaria y de conocimiento externo, capacitación, compra de tecnología, etcétera) colocan demandas hacia otros mercados que también pueden tener fallas. Como estas fallas afectan los esfuerzos innovativos de las empresas, la intervención del Estado es justificable. La segunda idea que toman del enfoque de SNI es que la innovación no depende únicamente de recursos financieros sino, sobre todo, de recursos complementarios como la calidad y cantidad del capital humano, la infraestructura tecnológica y el conocimiento. En este caso, la intervención se justifica porque existe un *lag* entre la oferta y la demanda tecnológica que requiere de políticas específicas orientadas a desarrollar esos recursos complementarios. Finalmente, reconocen la importancia del conocimiento tácito y proponen intervenir sobre los problemas de coordinación que se generan entre los actores involucrados en la generación y difusión de esos conocimientos.

Por otro lado, en un libro reciente de la OECD y el Banco Mundial (Dutz *et al.*, 2014) se justifica la intervención a partir de la presencia de fallas de gobierno¹ y de la debilidad o inexistencia de una burocracia weberiana que promueva procesos de cambio estructural. Desde esa perspectiva se propone que los aspectos más experimentales y novedosos de la política deberían ser conducidos por “agencias de desarrollo schumpeterianas” (Breznitz y Ornston, 2014) con un diseño *ad hoc* y con un rol periférico en la estructura del Estado.

En contraposición a esta literatura, el enfoque evolucionista en un sentido amplio plantea diferentes críticas a la intervención centrada tanto en fallas de mercado como de Estado (Buchanan y Vanberg, 1988; Dosi, 1988; Lee, 2013; Metcalfe, 1995; Possas, 1985). Por un lado, la pre-

¹ Por fallas de gobierno se entiende las desviaciones respecto del óptimo paretiano derivadas de inadecuadas intervenciones del Estado para remediar una falla de mercado.

sencia de fallas de mercado, como la información asimétrica, constituye una condición necesaria para el desarrollo de las innovaciones. Por otro lado, en oposición a la ortodoxia, la literatura evolucionista neoschumpeteriana considera que la subinversión en I+D no constituye un problema de subóptimo paretiano sino que es la consecuencia del bajo nivel de capacidades de las firmas. Desde esta perspectiva, las limitaciones existentes en las capacidades de las empresas, en las instituciones, en los recursos humanos y en la conectividad pueden bloquear la emergencia de innovaciones. Estos bloqueos no son considerados fallas sino la consecuencia de diferentes senderos evolutivos productivos y tecnológicos de los componentes del sistema en el proceso competitivo. Como plantean Cimoli *et al.* (2009) el mundo entero puede ser visto como una gran falla de mercado.

En el marco de esas discusiones, el objetivo de este capítulo es analizar críticamente la justificación de la intervención centrada en fallas de mercado y proponer un marco analítico general de intervención en política industrial y tecnológica que, derivado del enfoque de sistemas de innovación en un sentido amplio (Antonelli *et al.*, 2011; Boschma y Martin, 2010; Edquist, 1997; Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Malerba, 2004; Nelson, 1991), pueda ser aplicado en los países de menor desarrollo relativo. Desde esta perspectiva se incluyen además dos enfoques que pueden complementar la literatura de SNI: 1) el centrado en los procesos de competencia poblacional (Dopfer *et al.*, 2004; Metcalfe, 1995) y 2) el que enfatiza los fenómenos de causación acumulativa y divergencia de senderos (Dosi y Winter, 2002; Marengo y Dosi, 2005; Saviotti, 2011; Saviotti y Pyka, 2004).

El resto del capítulo se estructura de la siguiente manera. En la segunda sección se plantea un conjunto de elementos críticos a la idea de intervención centrada en fallas de mercado que se derivan de la epistemología evolucionista neoschumpeteriana. A su vez, se presentan de manera estilizada el esquema analítico conceptual, las implicancias de política y los aportes al proceso de cambio estructural de los tres enfoques de la literatura vinculadas a esa epistemología. En la tercera sección se aborda el diseño de políticas contemplando las especificidades de los países en desarrollo. Por último, en la cuarta sección se presentan las principales conclusiones y se retoma la necesidad de generar una agenda de investigación teórica y aplicada, que permita discutir el sentido y contenido de la intervención.

Las alternativas a la intervención centrada en fallas de mercado

En contraposición al enfoque de intervención centrado en fallas de mercado y de Estado, que predominan en el diseño de políticas industriales y tecnológicas de la ortodoxia, las corrientes evolucionistas neoschumpeterianas mencionadas han venido desarrollando un conjunto de ideas y recomendaciones que requieren ser complementadas para constituir una alternativa de política tanto frente a los tradicionales planteos de la ortodoxia (Arrow, 1962; Arrow y Debreu, 1954) como a los desarrollos del Banco Mundial y del BID (Crespi *et al.*, 2014; Dutz *et al.*, 2014). Esa alternativa requiere discutir en primer lugar los microfundamentos de la teoría, su marco epistemológico y la forma como se derivan las recomendaciones de política.

Desde una perspectiva evolucionista Dosi (1988, 2014; Dosi y Winter, 2002; Metcalfe, 1995), entre otros, ha venido planteando un conjunto de microfundamentos que constituyen elementos valiosos para discutir críticamente la inconsistencia de la idea de intervención justificada por fallas de mercado y Estado. Estos microfundamentos sobre los que se construye la teoría son los siguientes: 1) la presencia de racionalidad limitada en un sentido amplio, que se manifiesta en diversos grados de limitación para acceder a la información, a la tecnología, a las características del entorno en el que actúan las firmas y para poder identificar claramente sus preferencias; 2) la presencia, en consecuencia, de diversos grados de heterogeneidad en los procesos de aprendizaje y el nivel de desarrollo de las capacidades tecnológicas, productivas, comerciales y organizacionales de las firmas (en adelante capacidades); 3) la presencia de diferentes representaciones que las empresas tienen del mundo; 4) la existencia de oportunidades innovativas endógenas que se pueden manifestar en la generación de procesos de variedad relacionada y no relacionada (Saviotti, 2001; Saviotti y Pyka, 2004),² 5) la presencia de interacciones entre organizaciones heterogéneas fuera de equilibrio que funcionan como mecanismos de intercambio de información y de coor-

² La variedad es usada como el grado de diferenciación del sistema económico a diferentes niveles de agregación, empezando por un producto individual y finalizando con toda la economía. La eficiencia creciente de actividades preexistentes se manifiesta en el tiempo como parte del flujo circular mientras que nuevas actividades creadas por la innovación son los verdaderos determinantes del desarrollo de largo plazo (Schumpeter 1912). Desde esta perspectiva mientras la variedad relacionada alude a cambios incrementales en el perfil de especialización la variedad no relacionada hace referencia a la aparición de nuevos segmentos productivos.

dinación y como mecanismos de selección y 6) la naturaleza endógena del proceso de competencia y la existencia de *feedback* entre la generación de variedad y de selección (Metcalf, 1995).

En ese marco epistemológico, la dinámica micro de las organizaciones depende de la historia de construcción de rutinas, de la capacidad de encontrar y resolver problemas y, por tanto, de cambiar las rutinas y generar procesos de innovación (Nelson y Winter, 1982). A su vez, como consecuencia de estos microfundamentos y de las interacciones intencionales que realizan las organizaciones fuera de equilibrio, la dinámica del sistema presenta regularidades a diferentes niveles de agregación, que constituyen propiedades emergentes³ que a su vez coevolucionan e influyen sobre la dinámica micro-meso y sobre la heterogeneidad persistente, tanto en términos de capacidades como de la conectividad pre-aleatoria en el sistema.

Partiendo de estas premisas epistemológicas, la dinámica de un sistema económico no converge a situaciones en las que prevalezcan los óptimos paretianos. Por el contrario, llegar a esas soluciones óptimas requiere aceptar supuestos que están fuera de la ontología evolucionista tales como racionalidad e información perfecta, ausencia de incertidumbre y presencia de expectativas racionales. Esto significa que partiendo de una epistemología al estilo de Dosi y Winter y al de Metcalfe no es posible pensar que las trayectorias de los agentes estén en puntos cercanos a la curva de óptimos paretianos. A su vez, la heterogeneidad persistente que se deriva de esta epistemología evolucionista no es producto de la existencia de fallas de mercado sino de las dinámicas evolutivas diferenciales.

La concepción heterodoxa de la política industrial y tecnológica no constituye un *corpus* de literatura cohesionado y homogéneo. Por el contrario, se pueden identificar una marcada heterogeneidad de corrientes que complejiza y al mismo tiempo enriquece la discusión sobre la justificación y el propósito de la intervención pública, aunque en muchos casos bajo un marco teórico común (Suzigan y Furtado, 2006). Una característica común de la literatura evolucionista es que hay una tendencia a no denominar fallas a los problemas de coordinación y de falencia de las capacidades. Así, como plantean Bleda y del Río (2013), mientras Smith (2000) habla de imperfecciones, Llerena y Matt (2006) usan la idea de disfunciones, Bergeck *et al.* (2007) aluden a debilidades y Chaminade y Edquist (2006) hacen referencia a problemas sistémicos.

3 Un ejemplo de propiedad emergente es la generación de novedad e innovaciones.

La perspectiva de sistemas de innovación

La literatura inscripta en el enfoque de sistema nacional de innovación tuvo sus orígenes en los trabajos de Lundvall (1992), Freeman (1987), Nelson (1993) y Edquist y Lundvall (1993). Posteriormente esta literatura fue complementada por los enfoques centrados en las especificidades sectoriales (Breschi y Malerba, 1997; Malerba y Orsenigo, 1997) y locales de los sistemas de innovación (Asheim y Isaksen, 2002; Boschma y Martin, 2010; Cooke *et al.*, 1997). En sus diversas vertientes, el enfoque de sistemas de innovación (SI) plantea la interdependencia de los distintos elementos que lo constituyen (empresas, universidades, centros tecnológicos, gobiernos, *gatekeepers*, sindicatos, etcétera) y la presencia de relaciones no lineales y de *feedbacks* positivos y negativos entre los componentes que pueden dar lugar a la emergencia de sistemas con características idiosincrásicas. Desde esta perspectiva, la innovación es considerada el resultado sistémico –emergente y no planeado– (Chaminade *et al.*, 2011; Edquist, 1997) que surge de la interacción exitosa de los elementos que conforman el sistema. Como sostienen Cassiolato y Lastres (2008) este enfoque coloca el énfasis en el carácter interactivo de los componentes del sistema y en la importancia que adquieren las innovaciones en su dinámica. Otro elemento importante en el enfoque es la relevancia que adquieren las leyes, reglas, regulaciones y normas de las instituciones en el proceso de *competence building* y en el desarrollo de innovaciones y de los distintos procesos de aprendizaje de los componentes del sistema (Lundvall *et al.*, 2011). Como plantea Mookherjee (2005), las crecientes vinculaciones entre la literatura de sistemas de innovación y sobre desarrollo económico fue produciendo una mejora del abordaje teórico rompiendo con el individualismo metodológico y con los supuestos de elección racional y dando lugar a la centralidad de la interacción entre procesos económicos con instituciones políticas, a la consideración de la racionalidad acotada de los agentes y a los fenómenos de heterogeneidad que son claves en la epistemología evolucionista neoschumpeteriana.

Así, un SI puede ser concebido como una herramienta analítica que permite ilustrar el proceso sistémico y no lineal de creación de conocimiento. En la práctica, un SI se manifiesta como un amplio gradiente que va desde su virtual ausencia, derivada de la escasez de articulaciones y capacidades de los componentes, hasta el extremo opuesto, en el que el funcionamiento virtuoso del sistema potencia la construcción de capacidades y ventajas competitivas dinámicas que dan lugar a la emergen-

cia de innovaciones (Chaminade *et al.*, 2011; Edquist y Hommen, 1999; Johnson *et al.*, 2003). En consecuencia, las características estructurales de un sistema de innovación pueden convertirse tanto en una restricción al desarrollo como en un elemento que potencie su crecimiento. Sin embargo, la presencia de vinculaciones que estimulan el desarrollo de procesos de aprendizaje e intercambio de conocimientos está condicionada por el nivel que alcanzan las competencias endógenas de las organizaciones que lo conforman. Entonces, se requiere un umbral mínimo de competencias necesarias para que los componentes del sistema se puedan apropiarse de las externalidades generadas. Este umbral va disminuyendo a medida que los sistemas ganan virtuosidad, a partir del mayor desarrollo institucional y de la generación de externalidades positivas (Yoguel y Boscherini, 2001). Así, los elementos que bloquean el funcionamiento virtuoso del sistema y que limitan la innovación constituyen los objetivos de la intervención y ponen de relieve la necesidad de plantear una política industrial y tecnológica centrada en mejorar las capacidades y la articulación de los actores del sistema.

En la propuesta de SI se diferencian dos esquemas de aprendizaje que en los casos de SI avanzados están fuertemente correlacionados y generan *feedbacks* entre ellos (Lundvall *et al.*, 2011). Por un lado lo que denominan *doing, using and interacting* (DUI) que enfatiza la importancia del conocimiento experimental y tácito, y por otro, el centrado en la tradición de ciencia, tecnología e innovación (CTI) que focaliza en la relación universidad-empresa y la realización de actividades de I+D desde una perspectiva del conocimiento codificado.

Desde este enfoque se desprende una visión normativa de intervención. Edquist (1997) plantea que, dado que la noción de optimalidad está ausente en la dinámica de los sistemas –porque estos siempre funcionan en desequilibrio–, comparar el SI existente con su configuración ideal constituye un ejercicio imposible y poco interesante. Por el contrario, el foco del diseño de política industrial y tecnológica está colocado en el desarrollo de la relación *user-producer* y en la mejora de las capacidades de los usuarios finales (Edquist y Hommen, 1999; Lundvall, 1992). A pesar de que las recomendaciones normativas de la política pública adquieren distintas características, según se trate de un sistema de innovación local, sectorial o nacional, es posible señalar un conjunto de elementos comunes que requieren actuar sobre los elementos que bloquean el funcionamiento del sistema y restringen el desarrollo de una dinámica innovadora virtuosa. En particular, los autores inscriptos en la idea de un sistema sectorial de

innovación ponen el foco sobre la especificidad que tiene que tener la política y aluden a la existencia de regímenes tecnológicos caracterizados por condiciones muy diferenciales de acumulatividad, apropiabilidad, oportunidad y conocimiento de base, que dependen del perfil de especialización predominante en la estructura productiva (Breschi y Malerba, 1997). En ese sentido, debido a que cada sector está caracterizado por diferentes regímenes tecnológicos, predomina un foco vertical en las recomendaciones de política mucho más marcado que en las derivadas de la literatura sobre sistemas nacionales y locales de innovación. En esa dirección, mientras los autores inscriptos en el enfoque de sistemas locales sugieren que las políticas públicas deben centrarse en el proceso de aprendizaje generado a nivel regional, los enfoques centrados a nivel del sistema nacional ponen su foco en áreas de intervención más horizontales orientadas a la necesidad de generar procesos de construcción de capacidades y en mejorar las interrelaciones entre los componentes del sistema.

Esta literatura de sistemas puede ser complementada con otros dos enfoques evolucionistas, cuyos marcos teóricos conducen a distintos diseños de políticas. Mientras una de las corrientes se deriva del enfoque de competencia poblacional y tiene raíces más austríacas, la otra corriente evolucionista coloca el foco en los procesos de causación acumulativa y divergencia de sistemas, en el papel clave de la demanda y en los fenómenos de coevolución entre oferta y demanda. Estas dimensiones la vinculan al nuevo estructuralismo latinoamericano y a las posiciones poskeynesianas que acentúan la divergencia de sistemas desde una perspectiva macro.

La literatura sobre competencia poblacional

La literatura evolucionista centrada en modelos de competencia poblacional (Dopfer *et al.*, 2004; Metcalfe, 1995) ha puesto su foco en identificar los mecanismos de variación, selección y retención en el proceso de competencia. Desde esta perspectiva, la innovación se manifiesta como un aumento en la variedad de bienes, servicios y procesos, que la selección del mercado reduce vía la desaparición de las firmas o una reducción de la cuota de mercado (Knudsen, 2004; Metcalfe, 2010).⁴

⁴ Esta dinámica de variación, retención y selección puede ser descompuesta en un efecto selección y otro efecto innovación (Andersen, 2004), esto permite mostrar que el cambio evolutivo está regido por una coevolución entre ambos efectos.

En el enfoque evolucionista poblacional se destaca la centralidad del proceso de competencia y de destrucción creativa como elementos explicativos del cambio tecnológico. El proceso de selección y de generación de variedad constituyen dimensiones que se retroalimentan para explicar el desarrollo económico. A la vez, este enfoque considera que un sistema necesita generar variedad a partir de la innovación y poner en marcha mecanismos de selección –entrada y salida de firmas y cambios en su cuota de mercado– que modifiquen las características de la población (por ejemplo, superar un umbral mínimo de capacidades comerciales, tecnológicas, productivas y organizacionales para formar parte del proceso de competencia poblacional). Estos umbrales constituyen características muy idiosincrásicas de las poblaciones y van creciendo de acuerdo con la dinámica que va adquiriendo el proceso de competencia. Dado que la selección reduce la variedad de firmas, se requiere que continuamente se genere novedad en la población a partir del desarrollo de procesos de innovación (Dopfer *et al.*, 2004; Foster, 2005; Metcalfe, 1995; Witt, 1997). Desde esta perspectiva, el cambio tecnológico es entendido como el resultado de dos fuerzas o procesos que coexisten y se influyen mutuamente (Andersen, 2004). La primera es el proceso de selección del mercado, responsable de que firmas con diferentes valores en sus características de selección poblacional (productividad, costos unitarios de trabajo, entre otros) tengan diferentes tasas de crecimiento y, por lo tanto, distintas cuotas de mercado. Como consecuencia del proceso de selección, la media de la característica poblacional –por ejemplo, la productividad– evoluciona en el tiempo. Si el proceso de selección funciona correctamente, las firmas caracterizadas por niveles de productividad inferiores al promedio de la población son expulsadas del mercado –generando un efecto positivo en la tasa de crecimiento de la productividad– o disminuyen su cuota de mercado. Metcalfe (2010) modeliza esta dinámica mediante el mecanismo de *replicator dynamics*, que propone que la cuota de mercado de una firma evoluciona según la distancia entre su nivel de productividad y la productividad media de la población bajo estudio.⁵

5 La idea de sistema de innovación puede ser reinterpretada desde esta corriente, cuando se considera una política de competencia que dé lugar al desarrollo de las instituciones del mercado, que promuevan el desafío a las posiciones dominantes por parte de los nuevos entrantes y que contribuya a disminuir las barreras a la entrada de firmas innovativas (Metcalfe, 1995). Desde esta perspectiva, un sistema estaría constituido por diversas poblaciones de firmas con vinculaciones hacia adentro de esa población como con otras poblaciones. Es decir, no hay posibilidad de pensar el concepto de sistema sin incluir de lleno el proceso de competencia y las instituciones del mercado que le dan lugar y que permiten entender

Las prescripciones de política del enfoque poblacional enfatizan la necesidad de tomar en cuenta la coevolución entre los procesos de competencia, la innovación y la dinámica evolutiva (Metcalfé *et al.*, 2006). Desde esta perspectiva, el objetivo explícito en el diseño de política es promover la adaptación al cambio y la innovación en el marco del proceso de competencia, considerando la existencia de *feedbacks* entre la selección del mercado y la generación de variedad. Por tanto, la formulación de política industrial y tecnológica estaría más focalizada en el proceso de competencia y con instrumentos que deberían mejorar: 1) las capacidades de las firmas e instituciones de modo de aumentar la variedad y renovar el proceso de selección y autotransformación de los sistemas productivos y 2) las instituciones que regulan el proceso de selección del mercado.

Esto requiere concebir al mercado como una propiedad que emerge de los comportamientos heterogéneos de oferentes y demandantes en desequilibrio que están condicionados por las instituciones que lo regulan (Kirman, 2010; Sapio *et al.*, 2011; Vanberg, 1986), como una construcción social formado por normas, reglas y estándares y no como un *Deus ex machina*.

La literatura sobre causación acumulativa y divergencia

Otra literatura, complementaria a las dos anteriores, es la integrada por los aportes evolucionistas de autores más interesados en la divergencia de sistemas productivos, en los procesos de *feedback* y en la causación acumulativa (Kaldor, 1972) y en el rol de la demanda para desencadenar procesos de cambio tecnológico (Winter y Dosi, 2000; Dosi, 2000, 2014; Marengo y Dosi, 2005; Dosi, *et al.* 2003; Saviotti, 2011; Saviotti y Pyka, 2002, 2004; Antonelli, 2013). Esta literatura puede ser ampliada a su vez a partir de otros aportes afines provenientes de las corrientes neoestructuralistas y poskeynesianas que se han venido generando en los últimos años (Cimoli *et al.*, 2010) y por autores que integran ambas perspectivas (Dosi, 2014; Lee, 2013).

La literatura evolucionista sobre divergencia y causación acumulativa plantea que la generación de variedad derivada del proceso de innovación coevoluciona con la demanda (Saviotti y Pyka, 2004). En esa dirección, la demanda no está dada, requiere un proceso de interacción *user-producer* y un desarrollo de capacidades por parte de los usuarios que demandan

su modo de actuar. Esta es una diferencia significativa de los autores de esta corriente con la de sistemas de innovación.

un proceso de aprendizaje de tipo *learning by using y learning by doing*. Esta literatura diferencia dos tipos de variedades: la relacionada con la estructura productiva, que puede ser pensada como un proceso de diferenciación de producto (dentro de un mismo sector), y la no relacionada que es concebida como el desarrollo de otros sectores encadenados tanto aguas arriba como aguas abajo. La variedad no relacionada requiere un significativo aumento de la creatividad en el sistema y el aprovechamiento de oportunidades y esfuerzos de innovación preferentemente no incorporados y de tipo radical. Ambos tipos de variedad constituyen dimensiones complementarias y necesarias para el desarrollo económico.

Estos autores consideran que la disminución de la brecha entre sistemas requiere llevar a cabo políticas que incentiven la variedad relacionada en la estructura productiva y que a la vez promuevan la generación de variedad no relacionada (Saviotti y Pyka, 2004). Es decir, el objetivo de política es la promoción de nuevos sectores que den lugar a *feedbacks* positivos, emergencia de rendimientos crecientes y economías de red en un sistema económico. En esta corriente evolucionista, la centralidad está puesta en una dinámica sistémica en la que existe coevolución entre los procesos de destrucción creativa que dan lugar a la variedad relacionada y no relacionada y la dinámica de la demanda que da lugar o no a que esa oferta sea absorbida. En ese marco, los *feedbacks* positivos se generan como consecuencia de la dinámica de los microfundamentos y los determinantes meso y macroeconómicos de los procesos de desarrollo. Como plantea Saviotti (2001), el crecimiento continuo de la productividad y la saturación de la demanda en los sectores que determinan la especialización crea un cuello de botella para el desarrollo, que puede ser compensado por la emergencia de nuevos sectores derivados del proceso de variedad no relacionada.

Diversos autores inscriptos tanto en la teoría evolucionista neoschumpeteriana (Dosi *et al.*, 1989; Lee, 2013; Saviotti y Pyka, 2004) como en corrientes estructuralistas vinculadas a la vieja teoría del desarrollo (Hirschman, 1958; Prebisch, 1950) y al pensamiento poskeynesiano, coinciden en las cuestiones de divergencia de sistemas (Kaldor, 1972; Rodrik, 2008) y afirman que las llamadas fallas de mercado son un aspecto integral y necesario de la dinámica de generación de conocimiento y no constituyen distorsiones que necesitan ser eliminadas a través de políticas (Bleda y del Río, 2013; Cimoli y Rovira, 2008). En esa dirección, Possas (1985), que se centra más en los aspectos decisorios de las firmas que en las cuestiones asignativas del mercado, plantea que no se entiende por qué es necesario llamar “fallas” a la forma como los mercados funcionan.

Según estos autores, la visión positiva de la intervención proviene de la idea de divergencia de los sistemas económicos y requiere tener en cuenta la presencia de fenómenos de causación acumulativa y de emergencia de variedad relacionada y no relacionada en la estructura productiva. Los aspectos normativos de la política se derivan de los problemas existentes para desarrollar capacidades, lo que se agudiza en los países en vías de desarrollo.

Dentro de la corriente de causación acumulativa el fenómeno de la divergencia constituye un disparador para el diseño de política industrial y tecnológica. Esto requiere poner la atención sobre la estructura productiva de partida actuando sobre: 1) el desarrollo de nuevos sectores a partir de la generación de variedad no relacionada y 2) la introducción de mejoras incrementales en los sectores ya existentes a partir de la variedad relacionada. Estas propuestas apuntan a disminuir los procesos de divergencia, actuando sobre la estructura productiva de partida de modo de mejorar las capacidades en sectores existentes e identificar y promover el desarrollo de sectores ausentes de alta productividad. Por lo tanto, las recomendaciones de política se articulan a partir de una manifiesta preocupación por la brecha de productividad existente entre economías de ingresos medios y altos, la que depende del perfil de especialización y del grado de conexiones de los elementos del sistema.

Cuando a esta corriente evolutiva se le adicionan las recomendaciones de los autores del pensamiento neoestructuralista (Cimoli *et al.*, 2010) y algunos aportes poskeynesianos (O'Hara, 2008; Setterfield, 2010) surge un conjunto de ideas que permiten complementar el fenómeno de divergencia desde una visión más agregada. Estos autores observan que asociado al proceso de globalización los países en desarrollo sufren una tendencia secular a la divergencia respecto de los países desarrollados. En particular, sostienen que las diferentes capacidades para absorber las tecnologías y diseños desarrollados en los países de frontera y las limitaciones para el desarrollo de actividades innovativas explican la creciente brecha de productividad. Por otra parte, sostienen que, en ausencia de políticas explícitas que mejoren las capacidades y conectividad de las firmas localizadas en los países de menor desarrollo relativo, el proceso de globalización acentúa aún más el proceso de divergencia con mecanismos autorreforzados de *lock-in* en las actividades productivas y en las capacidades tecnológicas que caracterizan a los países en desarrollo. A su vez, los autores poskeynesianos, que también plantean relaciones micro-macro no lineales como los evolucionistas, consideran que las ca-

racterísticas evolutivas y abiertas de los sistemas económicos ocurren en un tiempo histórico, real e irreversible, en el que las decisiones tomadas por los agentes cambian el curso de la economía. En particular, la economía poskeynesiana rechaza tanto la visión del agente representativo, que conduce a la falacia de composición, como el atomismo en favor de una concepción de las acciones individuales contingentes y socialmente condicionadas, en la que las convenciones desempeñan un papel importante.

Desde esta perspectiva, la política industrial y tecnológica es conceptualizada como un conjunto amplio de intervenciones –un proceso de reingeniería institucional– que incluye todas las dimensiones –micro, meso y macro– y la coevolución entre oferta y demanda, que afectan la competitividad de las firmas, sectores y países. Por lo tanto, un ingrediente central de todo proceso de desarrollo requiere que las estructuras productivas se direccionen hacia dinámicas que generen procesos de innovación y que permitan *feedback* positivos y, por lo tanto, rendimientos crecientes de tipo dinámico (Arthur, 1994). En este sentido, los autores estructuralistas y poskeynesianos mencionados realizan un aporte al plantear que la generación de oportunidades de aprendizaje no es independiente de la especialización sectorial y de la dinámica de la demanda. Esta distinción los acerca tanto a los autores evolucionistas de las corrientes de la divergencia ya mencionados como a los autores vinculados al viejo estructuralismo latinoamericano y al pensamiento poskeynesiano.

Por este conjunto de consideraciones, estos autores se alejan significativamente de la idea de que la intervención tiene que solucionar fallas de mercado. Por el contrario, las llamadas fallas de mercado –en especial las de tipo dinámico– constituyen un aspecto integral y necesario de la dinámica de generación de conocimiento y no son distorsiones que necesitan ser eliminadas por el diseño de políticas (Bleda y del Río, 2013; Cimoli y Rovira, 2008). Como ejemplifica (Amsden, 2004) en la idea de que Prebisch renace en Asia, estas fallas se generan, por ejemplo, cuando se promueven programas generalizados para generar cambios radicales en las competencias de la fuerza de trabajo y cuando se producen cambios significativos e intencionales en los precios relativos que permitieron la emergencia de nuevos sectores. Este último ejemplo ilustra el caso del cambio de especialización productiva de Corea en la producción de CD-roms, pantallas de cristal líquido y diseño de circuitos integrados que permitieron una significativa reducción de la brecha de productividad. Como plantea Lee (2013), este fue el sendero *top-down* que les permitió a Corea y a Taiwán ir generando un proceso de *catch-up* desde la década del ochenta.

Desde esta perspectiva, Lee (2013) –que se ubica en la intersección de la corriente evolutiva de causación acumulativa y divergencia y las corrientes poskeynesianas– afirma que las limitadas capacidades tecnológicas de los países en desarrollo constituyen un bloqueo en su sendero de crecimiento que restringe las posibilidades de cambio estructural y *catch-up*. Según él, la problemática no radica ni en las fallas de mercado que propone el enfoque neoclásico ni en las fallas sistémicas de coordinación (Metcalf, 2002). Por el contrario, la principal dificultad que enfrentan los países en desarrollo intermedio, en especial cuando se comparan con la experiencia exitosa de Corea y Taiwán, son las limitadas capacidades para hacer I+D y generar posibilidades de diseño y marca propia en alta tecnología. Estas bajas o inexistentes capacidades promueven una tendencia hacia: 1) la adquisición de I+D incorporada en bienes de capital (en general importados), 2) la obtención de facilidades de producción vía licencias o patentes y 3) la especialización en segmentos de ensamble con poco contenido tecnológico en cadenas globales de producción. Por lo tanto, estas economías se ubican en lo que Lee denomina “trampa de los países de ingresos medios”, debido a que tienen salarios demasiado elevados para poder competir con los exportadores de bajos salarios y su nivel de capacidades tecnológicas es muy bajo para competir con los países avanzados.

Los aportes de los enfoques de competencia poblacional y divergencia a las propuestas de políticas que se derivan del enfoque de sistemas de innovación

El objetivo y el diseño de la política industrial y tecnológica de las perspectivas heterodoxas ya mencionadas apunta a introducir cambios significativos en la estructura productiva que, dentro de la corriente de causación acumulativa y divergencia y en menor medida la corriente de sistemas, originen procesos de cambio estructural.⁶ En un sentido amplio, el cambio estructural puede ser entendido como un proceso de mutación y transformación cualitativa y cuantitativa en una determinada estructura productiva que se refleja en: 1) un aumento generalizado de las capacidades de las firmas e instituciones, 2) creciente peso de

⁶ Si bien la corriente evolutiva de competencia poblacional también plantea explícitamente la idea de cambio estructural, el significado del término adquiere un carácter distinto, aludiendo a modificaciones en el peso de las empresas en la población en la que compiten.

las interconexiones de los componentes del sistema que incrementan la circulación del conocimiento y la información, 3) la generación de variedad relacionada respecto del perfil de especialización de partida (innovaciones incrementales), 4) la generación de variedad no relacionada (innovaciones radicales) que permiten la emergencia de nuevos sectores en la estructura (Saviotti, 2011), 5) la aparición de *feedbacks* positivos entre los componentes del sistema –a nivel micro, meso y macro– que aumentan las capacidades y la aparición tanto de rendimientos crecientes de tipo dinámico como de propiedades emergentes y 6) a un aumento generalizado de la eficiencia productiva en todos los sectores. En las direcciones planteadas, la intervención constituye un proceso que actúa sobre las esferas micro, meso y macro que requiere poner en marcha los fenómenos de destrucción creativa schumpeteriana, de *feedbacks* positivos entre distintos planos y variables que permitan la emergencia de nuevos sectores como a una mejora en la eficiencia de los sectores que definen el perfil de especialización de partida y que encamine al sistema económico en la ruta de un proceso de cambio estructural.

Más allá de la preocupación compartida por la generación de cambio estructural, es posible identificar áreas en las que las diferentes corrientes colocan distinto énfasis. Por un lado, la literatura de sistemas se concentra en actuar sobre los elementos que bloquean el desarrollo del sistema, lo que supone actuar sobre las capacidades y vinculaciones de los componentes, pero no incluye el análisis del proceso de competencia y su influencia en los procesos de *competence building* y generación de innovaciones. A su vez, tampoco ofrece un análisis exhaustivo sobre cómo la especialización sectorial y el peso que esos sectores tengan en la estructura productiva contribuye o limita el desarrollo de capacidades. Sin embargo, la importancia que alcanza la selección de sectores de especialización es significativamente mayor a la otorgada por la corriente de competencia poblacional, aunque inferior a la asignada por la corriente de divergencia y causación acumulativa que, por la mayor centralidad que adquiere el proceso de cambio estructural como objetivo de política, otorga más importancia relativa al cambio de especialización productiva. En especial, desde la visión de la corriente de competencia poblacional, el perfil de especialización productiva de un sistema determinado en un conjunto de poblaciones constituye una propiedad emergente sobre la que el enfoque no plantea actuar, es decir, no busca responder qué sectores promover. A su vez, en esa corriente se dejan algunas áreas sin analizar, y que son centrales en la corriente de sistemas tales como las

interrelaciones sistémicas y no lineales entre firmas, y entre firmas e instituciones y el fenómeno de divergencia de sistemas.

De esta manera, es posible establecer puentes de diálogo entre las diversas corrientes que ayuden a construir un marco teórico de referencia para el diseño de política industrial y tecnológica desde una perspectiva evolucionista neoschumpeteriana. Por ejemplo, la relevancia que la corriente de causación acumulativa y divergencia le da a los procesos de variedad relacionada y no relacionada tiene como contrapartida una discusión sectorial –y en general regional– que bien puede ser ampliada con el aporte de la literatura de sistemas locales y sectoriales de innovación. En particular, las contribuciones de este último enfoque sobre las características de los diferentes regímenes tecnológicos y sectoriales pueden constituir un insumo importante a la hora de definir qué sectores impulsar con política pública. A su vez, el enfoque centrado en la concepción de sistema nacional de innovación puede agregar elementos de política que, partiendo de las especificidades de cada sistema, pueden estar centrados en: 1) una discusión e identificación de las instituciones necesarias para generar procesos de construcción de capacidades y variedad no relacionada, 2) en las interacciones entre instituciones y empresas y 3) en la necesidad de identificar los bloqueos que dificultan la generación del proceso de construcción de capacidades. Los avances más recientes de la literatura de sistemas (Chaminade *et al.*, 2011; Lundvall *et al.*, 2011) plantean no solo que la innovación constituye una propiedad emergente del sistema –lo que los acerca al enfoque de divergencia– sino también que la intervención en política industrial y tecnológica debe tener un carácter experimental, y esto los acerca al enfoque de competencia poblacional.

Este tipo de recomendaciones requiere ser complementado con un enfoque que identifique acciones de política orientadas al funcionamiento de las instituciones del mercado (generación de variedad y normas, reglas y estándares del proceso de selección). Es decir, se requiere conocer cómo cambian la productividad y la cuota de mercado de las firmas y en particular si estas modificaciones son la consecuencia del diseño de políticas orientadas a mejorar la selección del mercado o la generación de variedad. Esto requiere proponer políticas de *upgrading* que ayuden a que las firmas más rezagadas alcancen los niveles mínimos de capacidades para poder ser seleccionadas por el mercado y políticas que ayuden desarrollar las capacidades de las firmas que están por encima del umbral mínimo y estimulen la innovación.

A continuación el cuadro 1 esquematiza las diferencias y coincidencias entre los enfoques señalados, ofreciendo un marco de referencia para que el diseño de política industrial y tecnológica tome como punto de partida el diálogo entre las diversas vertientes del enfoque evolucionista neoschumpeteriano ampliado por las perspectivas estructuralistas y poskeynesianas.

Cuadro 1. Las críticas a la intervención para eliminar fallas de mercado: convergencias y diferencias de las tres corrientes de las teorías evolucionistas neoschumpeterianas

Corriente	Principales ideas	Objetivos de política	Niveles de intervención
Sistemas de innovación (SI)	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento como una creación sistémica. • Divergencia e innovación como propiedades emergentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de capacidades ingenieriles, de diseño y manageriales. • Favorecer las interrelaciones entre empresas e instituciones. • Actuar sobre los elementos que bloquean el desarrollo de un sistema. 	Micro-Meso Horizontal-Vertical
Competencia poblacional (CP)	<ul style="list-style-type: none"> • Coevolución entre proceso de competencia, innovación y demanda. 	<ul style="list-style-type: none"> • Regular el proceso de competencia de mercado a partir de la creación de instituciones. 	Micro-Meso Horizontal
Causación acumulativa y divergencia (CA)	<ul style="list-style-type: none"> • Divergencia e innovación como propiedades emergentes. • Rol de la demanda en el proceso de innovación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Favorecer el desarrollo de procesos de variedad relacionada y no relacionada. • Promover la coevolución entre la demanda y el desarrollo tecnológico. Intervención vertical. 	Meso-Macro Vertical

La perspectiva de los países en desarrollo y el diseño de políticas

La combinación de las tres perspectivas evolucionistas mencionadas en la sección previa marca el sendero que debiera recorrer el diseño de política industrial y tecnológica en las economías en desarrollo si se apunta a generar procesos de cambio estructural que disminuyan la brecha de productividad respecto de los países más avanzados y que, dada la relación entre el cierre de esa brecha y el aumento del empleo de calidad, puedan promover mejoras en la distribución del ingreso.

La extensión a las economías en vías de desarrollo de las prescripciones de política destacadas en la sección anterior, requiere plantear algunas consideraciones sobre el punto de partida de estas economías. En especial, en el caso de América Latina la literatura desarrollada en la región ha enfatizado tanto el carácter conflictivo que está por detrás de la capacidad de introducir innovaciones como las diversas deficiencias en el diseño e instrumentación de la política de CTI (Arocena y Sutz, 2003), que han derivado en obstáculos para inducir transformaciones en la conducta de los agentes (Dutrénit y Katz, 2005). Ampliando esta idea, Arocena y Sutz (2003) precisan que el reducido gasto público en I+D, la escasez de una masa crítica de firmas innovativas, el excesivo foco en actividades informales de I+D internas y las limitadas capacidades de las universidades y los laboratorios públicos de I+D impiden que las firmas puedan complementar sus capacidades faltantes. Por lo tanto, las asimetrías de conocimiento entre el Norte y el Sur son más importantes que las asimetrías de acceso a tecnologías, lo que plantea la necesidad de construir un nuevo esquema de pensamiento para discutir los problemas de desarrollo y el diseño de políticas necesario.

En la misma línea teórica, Cassiolato y Lastres (2008) plantean que el desarrollo de un sistema de innovación depende de la presencia de *feedbacks* positivos en las interacciones de sus componentes. Esto sugiere que las recomendaciones de política son en gran medida dependientes del contexto y, por lo tanto, deben partir de las restricciones específicas de cada país. Acordando con las posiciones de Myrdal (1958), sobre la importancia del entorno y las instituciones y sobre los efectos de causación acumulativa de los *feedbacks*, y con las ideas de Hirschman (1958), acerca de la importancia de la interdependencia entre actividades, Cassiolato y Lastre sostienen que “las recomendaciones de política deben basarse en el supuesto de que el proceso de desarrollo está influenciado y refleja el entorno particular de cada país más que en la realidad de los países

avanzados”. A su vez, desde su posición neoschumpeteriana consideran que el desarrollo económico es un fenómeno sistémico “generado no solo por las relaciones entre firmas sino más significativamente por una compleja red inter-institucional de relaciones que condicionan la emergencia de *feedbacks* positivos y negativos en la estructura productiva” (Cassiolato y Lastre, 2008).

En el marco de poner de manifiesto las especificaciones que deberían tener la intervención en los países en desarrollo, Johnson *et al.* (2003) sostienen que el enfoque de SI debería modificarse y adaptarse cuando interesa aplicarlo a las economías en vías de desarrollo. Las mismas consideraciones formulan Lundvall *et al.* (2011) y especialmente Chaminade *et al.* (2011) cuando discuten la implementación de políticas de innovación para los países en desarrollo. Estos autores sostienen que el enfoque de SI constituye un marco teórico pensado desde economías desarrolladas con un excesivo énfasis en las actividades de I+D y una concepción de la innovación muy vinculada a los sectores de alta tecnología o fuertemente basados en ciencia. En consecuencia, proponen el desarrollo de una definición más amplia de SI que incluya otros tipos de innovación (de tipo no tecnológica) y un mayor énfasis en las necesidades de estimular los procesos de aprendizaje necesarios para producir, difundir y utilizar conocimientos tecnológicos. En tal sentido, en especial cuando interesa entender los problemas de los países en desarrollo, el foco debería estar puesto más en desarrollar un concepto de sistema de construcción de capacidades e innovación en lo que estos autores denominan procesos de aprendizaje basados en DUI de los del tipo STI (Lundvall, 2007). Sugieren que el proceso de generación de competencias requiere atravesar distintas etapas que se retroalimentan, pero que tienen una secuencia clara: en primer lugar se deben generar las capacidades ingenieriles y diseño, luego las capacidades gerenciales y recién en tercer lugar las capacidades en investigación y desarrollo que se suelen sobreenfatizar demasiado en las recomendaciones de política industrial y tecnológica derivadas de la intervención centrada en fallas de mercado.⁷ Como señalan Chaminade *et al.* (2011) el excesivo énfasis colocado en los gastos en I+D se explica porque, para la ortodoxia, información es equivalente

⁷ La investigación empírica se ha venido alejando a consecuencia de las ideas teóricas planteadas por Nelson y Winter (1982) acerca de que modelizar una firma es modelizar sus rutinas con fuertes consecuencias sobre un diseño de herramientas de política muy poco efectivo y excesivamente centrado en los gastos de I+D que descuida la necesidad de generar procesos de *competence building*.

a conocimiento y porque se supone una relación lineal entre los gastos en I+D y desarrollo. De esta manera se deja afuera no solo la importancia de la relación *user-producer* y del aprendizaje interactivo planteada por Lundvall (1992) sino además la fuerte incertidumbre que acompaña a las actividades de innovación y la influencia que tiene el proceso de competencia (Metcalf, 2002).⁸ Es interesante señalar que cuando el DUI no está suficientemente desarrollado, la función de las universidades no es generar procesos coevolutivos de innovación con las empresas sino suministrar recursos humanos calificados que –por la escasa complejidad de la estructura productiva– se termina manifestando en procesos de devaluación educativa (Tedesco, 1977).

A estas cuestiones planteadas por la literatura de sistemas de innovación se agrega la necesidad de tomar en cuenta algunas especificidades señaladas por las otras corrientes. Por un lado, existen debilidades en las instituciones del mercado que intervienen sobre el proceso de selección, ya que se parte de una concepción del mercado como algo ya instituido que no requiere de un proceso de construcción social de normas, reglas y estándares.

En el caso de América Latina, la productividad media es inferior a la de Estados Unidos debido a un efecto de composición en la matriz productiva: faltan los sectores de alta productividad en Estados Unidos y en los que están presentes (más allá de recursos naturales) la productividad media también es inferior. A su vez, los esquemas monetarios de metas de inflación y en menor medida el predominio de actividades relacionadas con recursos primarios generan fenómenos de enfermedad holandesa, que no favorecen la emergencia de los sectores que tienen alta productividad en Estados Unidos.

Por su parte, la menor productividad de algunos sectores de base manufacturera se corresponde con una integración en las cadenas globales de valor concentrada en los eslabones de ensamble y asociados al consumo final. Es decir, son sectores que ocupan un rol periférico en la agregación de valor. A su vez, los avances asociados a una especialización en sectores intensivos en recursos naturales (más allá de los importantes

⁸ Esta sobreenfatización se manifiesta también en la importancia central que en la mayor parte de las encuestas tecnológicas –en especial en los países en desarrollo– se le otorga a la relación I+D/ventas como indicador central de los esfuerzos de innovación de las firmas y en la poca relevancia asignada a los indicadores de creación de capacidades y rutinas ingenieriles, de diseño y gerenciales, claves para luego encarar los esfuerzos de innovación de mayor sofisticación que se derivan del enfoque CTI.

avances en la adaptación de semillas) fueron generando encadenamientos locales aguas arriba, que no alcanzaron a cerrar la brecha de productividad respecto de los países desarrollados, incluso en la última década de fuerte crecimiento en la región (por ejemplo, algunas maquinarias para los sectores extractivos y maquinaria de precisión y biotecnología en los sectores intensivos en recursos naturales).

Por último, una característica de los países en vías de desarrollo que condiciona el diseño de política industrial y tecnológica es el excesivo énfasis de las cuestiones vinculadas con el financiamiento de la I+D. El diseño de instrumentos de este tipo parte de la idea que todos los actores cuentan con las capacidades mínimas para formular sus necesidades de I+D y construir vinculaciones que mejoren sus capacidades previas. Como plantea Lee (2013), el financiamiento es una condición necesaria pero no suficiente en las economías de ingresos medios, debido a que la mayor parte de las firmas tienen fuertes limitaciones para desarrollar actividades de I+D. Este tipo de instrumentos solo actúa sobre un reducido grupo de empresas. Para desarrollar capacidades es necesario diseñar instrumentos que promuevan el aprendizaje y generen una institucionalidad público-privada que origine una masa crítica de conocimientos factibles de ser transferidas a las firmas.

En suma, del conjunto de factores destacados resalta la existencia de bloqueos de distinto tipo, que limitan los procesos de coevolución de las dimensiones micro-meso-macro, la emergencia de *feedbacks* positivos y la posibilidad de obtener rendimientos crecientes y procesos de cambio estructural (Erbes *et al.*, 2010).

Estos rasgos presentes en los países en desarrollo requieren que el diseño de políticas incorpore como prioritaria la necesidad de generar cambios en el perfil de especialización existente. Los instrumentos deberían tomar en cuenta las dificultades y restricciones para que exista una coevolución entre la variedad relacionada y no relacionada con la estructura productiva. Los desafíos para acortar la brecha son tan importantes que, generar solamente avances en la variedad relacionada –es decir, centrar los esfuerzos de innovación y las políticas de apoyo en sectores actualmente existentes–, no constituye una condición suficiente para dar marcha a los procesos de cambio estructural y desarrollo. Dado que el crecimiento económico es una cuestión afectada por la escala del tiempo, se necesita el desarrollo de la variedad relacionada en el corto plazo y la variedad no relacionada en el mediano y largo plazo. En esta línea, la experiencia de los países asiáticos sugiere identificar sectores

con tecnologías de ciclo corto cuya tasa de obsolescencia es muy rápida. Lee (2013) sostiene que la ruta para el desarrollo no pasa por seguir a los países que fueron exitosos en tecnologías de ciclo largo, sino por seguir la ruta de los países asiáticos que se fueron especializando en tecnologías de ciclo corto. Esta propuesta requiere un activismo estatal aún más intenso.

El proceso de desarrollo de capacidades requiere a su vez profundas transformaciones del sistema educativo que no son independientes de cambios en la distribución del ingreso y en el acceso masivo a la educación formal de alta calidad en los niveles medios y en la educación técnica. En esta dirección, el diseño de políticas que se requiere para los países en desarrollo debería articular las tres corrientes planteadas en la sección anterior. Combinar las propuestas de las distintas corrientes ayuda a incorporar un conjunto de dimensiones que tienen escasa presencia en los países en desarrollo: 1) la necesidad de fortalecer los aspectos sistémicos de la creación de capacidades en firmas e instituciones, 2) la relevancia que tiene el desarrollo de capacidades y estímulo a la creación de vinculaciones, 3) los marcos de competencia en los que emergen los procesos de generación de variedad y de selección, 4) la construcción de reglas y normas necesarias para el funcionamiento de los mercados, 5) el fortalecimiento de la coevolución entre variedad relacionada y la no relacionada y 6) el rol de la demanda y su coevolución con el desarrollo de los procesos innovativos en las empresas y con los cambios en el perfil de especialización. La propuesta de intervención sobre esas dimensiones parte de la idea de que no cualquier perfil de especialización permite alcanzar elevados niveles de productividad, disminuir la brecha entre sistemas y generar procesos de cambio estructural. Un corolario es que el perfil de especialización constituye una dimensión sobre la que es posible y necesario actuar intencionalmente con políticas explícitas que combinen intervenciones horizontales y verticales y apunten a promover una mejora de las capacidades y de la conectividad.⁹ Por eso, si bien la especialización productiva es una propiedad emergente de un sistema complejo, un cambio de la misma requiere actuar sobre sus determinantes. Sin embargo, se necesita una discusión sobre el perfil de especialización deseado y sobre los instrumentos micro-meso-macro que

⁹ La experiencia de Taiwán muestra cómo desde los años ochenta la política de sustitución de importaciones se complementó con un aumento significativo de las capacidades tecnológicas que le permitieron pasar a ser líderes en el desarrollo de CD-rom, pantallas de cristal líquido y diseño de circuitos integrados (Amsden, 2004).

apunten a mejorar radicalmente las capacidades e interacciones de los componentes del sistema.

Conclusiones

El objetivo de este capítulo ha sido discutir las prescripciones de política industrial y tecnológica que se derivan de tres corrientes evolucionistas neoschumpeterianas, las centradas en sistemas de innovación, en modelos de competencia poblacional y en la idea de divergencia, ampliada con aportes poskeynesianos y neoestructuralistas. Si bien estos enfoques se diferencian por el énfasis puesto en aspectos puntuales de la dinámica innovadora y, por lo tanto, en el tipo de política propuesta, la articulación que se ha planteado en este artículo hace posible alcanzar complementariedades que pueden enriquecer el diseño de políticas.

En primer lugar, hemos mostrado que una ontología evolucionista neoschumpeteriana en sentido amplio no es compatible con un diseño de política centrada en fallas de mercado y de Estado. Como se plantea en la literatura, las fallas de mercado no reflejan la forma como se manifiestan las dinámicas productivas en economías capitalistas: alejadas del equilibrio, con fuerte heterogeneidad en las conductas y desempeño de las empresas e instituciones y con incertidumbres no modelables. Desde esa perspectiva y de acuerdo con la literatura utilizada se cuestiona denominar “fallas” a lo que constituye el funcionamiento “normal” de la dinámica capitalista.

En segundo lugar, estas corrientes evolucionistas colocan el foco en el desarrollo de las capacidades institucionales y, por lo tanto, tampoco consideran adecuada la creación de entidades independientes del gobierno que solucionen las llamadas fallas de Estado. Por el contrario, en especial en los países en vías de desarrollo, el diseño y ejecución de políticas industriales y tecnológicas requieren aumentar y articular significativamente las capacidades de los diversos ámbitos del Estado.

En tercer lugar, dado que el objetivo de política en sentido amplio es generar procesos de cambio estructural y que estos cambios generan distorsiones (en el perfil de especialización, en el sistema de precios relativos, en las expectativas de los agentes, en la captación de oportunidades), el énfasis debería estar centrado en el conjunto de dimensiones que permiten la generación de procesos innovativos: 1) promover el desarrollo de capacidades y la articulación de las organizaciones, 2) fomentar el

desarrollo de las redes productivas y 3) originar un sistema de precios relativos que estimule los cambios en el perfil de especialización y que facilite los procesos de cambio estructural. En esta línea, se sugiere que la intervención es una condición necesaria para el desarrollo de capacidades y conectividad, y por tanto es central tanto para la emergencia de nuevos sectores como para una mejora generalizada de los sectores existentes. Así, este tipo de intervención, más que solucionar fallas de mercado concebidas en un sentido tradicional, debería ir generando “fallas” que impulsen y hagan posible cambios radicales en el perfil de especialización (los precios incorrectos, en el sentido de no reflejar óptimos paretianos sino oportunidades para el desarrollo de sectores inexistentes, la capacitación masiva, la difusión de saberes tecnológicos, la asimetría de información, etcétera). Esto requiere además repensar las modalidades de intervención pública de modo de priorizar que los instrumentos horizontales se enmarquen dentro de programas marco de tipo vertical, tendientes a promover cambios radicales en la estructura productiva, que permitan achicar en parte la brecha de productividad. Por otro lado, este tipo de intervención requiere reflexionar críticamente sobre la centralidad que asumen los instrumentos basados fundamentalmente en la provisión de financiamiento cuando el contexto está caracterizado por fuertes limitaciones previas en las capacidades de los actores locales para poder desarrollar actividades innovativas.

En esa dirección, el diseño de política no debiera centrarse solo en aumentar las capacidades y conexiones entre los componentes del sistema y en mejorar los mecanismos de selección, sino también en crear las condiciones para la emergencia de actividades –hoy ausentes o muy débiles– en la estructura productiva de los países de menor desarrollo relativo. Esas nuevas actividades se deberían caracterizar por tener: 1) rendimientos crecientes, 2) una centralidad clave tanto de la demanda como de la generación de innovaciones (eficiencia keynesiana y schumpeteriana), 3) estrechas vinculaciones con el sistema de ciencia y tecnología, 4) una fuerte integración con las cadenas globales de valor de mayor desarrollo tecnológico y 5) una demanda de personal de alta calificación. En ese sentido, la experiencia exitosa de los países asiáticos pone de manifiesto la necesidad de desarrollar consorcios público-privados de I+D en los sectores de especialización elegidos, promover la transferencia de innovaciones desde laboratorios de I+D públicos, crear y fomentar *gatekeepers* que funcionen como conectores de los diferentes nodos del sistema productivo y generen un mercado de consultoría tecnológica eficaz.

Finalmente, el desarrollo de políticas industriales y tecnológicas que generen procesos de cambio estructural plantea una fecunda agenda de investigación que se alimenta del carácter experimental que debe tener la política y, por lo tanto, de la necesidad de generar líneas de trabajo que permitan mejorar su diseño, cuestión que se manifiesta con más urgencia en los países de menor desarrollo relativo. Esta agenda podría comenzar con un profundo debate sobre desarrollo que incluya una reinterpretación de la experiencia exitosa del Sudeste asiático y de la forma como estos países fueron acortando la brecha con los países desarrollados. Adicionalmente, un adecuado diseño de políticas requiere entender los bloqueos existentes para el desarrollo de los procesos de destrucción creativa, de causación acumulativa y de innovación, que limitan las posibilidades de achicar la brecha de productividad respecto de los países más avanzados. Este tipo de diseño de política de carácter experimental requeriría contar con bases de datos e instrumentos de evaluación que son hoy escasamente utilizados o poco sistemáticos en los países en desarrollo. Se trata de que las evaluaciones de la política pública vayan más allá de los criterios de adicionalidad y que consideren los instrumentos de política desde una perspectiva sistémica, es decir, no tomados de uno en uno. En esa dirección, los instrumentos de política pública –considerados en forma conjunta– deberían ser evaluados de acuerdo con el rendimiento de las firmas en el mercado en términos de la dinámica del empleo, la productividad y la inserción externa, por ende, deberían adoptar un carácter más experimental que el predominante. Otro elemento que se debería incluir en la agenda es la necesidad de comprender en mayor medida, tanto desde una perspectiva teórica como aplicada, el rol de los *gatekeepers* e instituciones puentes que, desde una perspectiva no lineal, conecten los saberes científicos y tecnológicos generados en las empresas y en las universidades y centros tecnológicos. La inclusión en la agenda de los procesos de cambio estructural haría necesario el aprovechamiento de las capacidades de los residentes localizados en el exterior en sectores de punta (*braingain*) para identificar áreas de vacancia a desarrollar y que estén vinculadas con el perfil de especialización productiva que se busca. Otra dimensión, asociada al diseño y evaluación de la política pública, que constituye un área de investigación en general descuidada, es la orientada a entender cómo funcionan los mercados y la existencia o ausencia de las instituciones que condicionan tanto los mecanismos de selección como las respuestas de los agentes. La cuestión de la distribución del ingreso y

de los beneficios sociales asociados al proceso de innovación también constituye un área de investigación que debería permitir contrabalancear con políticas sociales los fenómenos de polarización asociados al proceso de destrucción creativa. Este conjunto de dimensiones requiere generar información y bases de datos dinámicas que permitan entender desde diversos grados de agregación (nacional, local, sectorial) los bloqueos existentes a un funcionamiento sistémico, a los procesos de selección, al desarrollo de capacidades y de interacciones y, por tanto, los avances y retrocesos respecto de los países que están en la frontera del conocimiento tecnológico.

Bibliografía

- Amsden, A. (2004). “La sustitución de importaciones en las industrias de alta tecnología. Prebisch renace en Asia”. *Revista de la CEPAL*, n° 82.
- Andersen, E. S. (2004). “Population thinking, Price’s equation and the analysis of economic evolution”. *Evolutionary and Institutional Economics Review*, vol. 1, n° 1, pp. 127-148.
- Antonelli, C.; Franzoni, C. y Geuna, A. (2011). “The organization, economics, and policy of scientific research: what we do know and what we don’t know – an agenda for research”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 20, n° 1, pp. 201-213.
- Arocena, R. y Sutz, J. (2003). *Subdesarrollo e innovación*. Madrid: Akal.
- Arrow, K. (1962). *Economic welfare and the allocation of resources for invention, The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors*. Princeton: Princeton University Press.
- Arrow, K. J. y Debreu, G. (1954). “Existence of an equilibrium for a competitive economy”. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, vol. 22, n° 3, pp. 265-290.
- Arthur, W. B. (1994). *Increasing returns and path dependence in the economy*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Asheim, B.T. y Isaksen, A. (2002). “Regional innovation systems: the integration of local ‘sticky’ and global ‘ubiquitous’ knowledge”. *The Journal of Technology Transfer*, vol. 27, n° 1, pp. 77-86.

- Bergek, A.; Hekkert, M. y Jacobsson, S. (2007). "Functions in innovation systems: A framework for analysing energy system dynamics and identifying goals for system-building activities by entrepreneurs and policy makers". En Foxon, T.; Kohler, J. y Oughton, C. (eds.), *Innovation for a low carbon economy: economic, institutional and management approaches*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Bleda, M. y del Río, P. (2013). "The market failure and the systemic failure rationales in technological innovation systems". *Research Policy*, vol. 42, n° 5, pp. 1039-1052.
- Boschma, R. y Martin, R. (2010). *The handbook of evolutionary economic geography*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Breschi, S. y Malerba, F. (1997). "Sectorial Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics and Spatial Boundaries". En Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Londres: Printer.
- Breznitz, D. y Ornston, D. (2014). "Scaling up and sustaining experimental innovation policies with limited resources: Peripheral Schumpeterian development agencies". *Making Innovation Policy Work*, pp. 247-284.
- Buchanan, J. M. y Vanberg, V. J. (1988). "The politicization of market failure". *Public Choice*, vol. 57, n° 2, pp. 101-113.
- Cassiolato, J. y Lastres, H. (2008). "Discussing innovation and development: Converging points between the Latin American school and the Innovation Systems perspective?". GLOBELICS Working Paper, Series n° 08-02.
- Cimoli, M.; Dosi, G. y Stiglitz, J. (2009). *Industrial policy and development: The political economy of capabilities accumulation*. Oxford: Oxford University Press.
- Cimoli, M.; Porcile, G. y Rovira, S. (2010). "Structural change and the BOP-constraint: why did Latin America fail to converge?". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 34, n° 2, pp. 389-411.
- Cimoli, M. y Rovira, S. (2008). "Elites and structural inertia in Latin America: an introductory note on the political economy of development". *Journal of Economic Issues*, vol. XLII, n° 2, pp. 327-347.

- Cooke, P.; Uranga, M. G. y Etxebarria, G. (1997). "Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions". *Research Policy*, vol. 26, n° 4, pp. 475-491.
- Crespi, G.; Fernández-Arias, E. y Stein, E. (2014). *Rethinking Productive Development: Sound Policies and Institutions for Economic Transformation*. Londres: Palgrave Macmillan.
- Crespi, G.; Maffioli, A.; Mohnen, P. y Vázquez, G. (2011). *Evaluating the impact of science, technology and innovation programs: a methodological toolkit*. Washington: Inter-American Development Bank.
- Chaminade, C. y Edquist, C. (2006). "From theory to practice. The use of the systems of innovation approach in innovation policy". En Hage, J. y De Meeus, M. (eds.), *Innovation, Science and Institutional Change*. Oxford: Oxford University Press.
- Chaminade, C.; Lundvall, B-Å.; Vang, J. y Joseph, K. J. (2011). "Designing innovation policies for development: towards a systematic experimentation-based approach". En Lundvall, B-Å.; Joseph, K. J.; Chaminade, C. y Vang, J. (eds.), *Handbook of innovation systems and developing countries: building domestic capabilities in a global setting*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Dopfer, K.; Foster, J. y Potts, J. (2004). Micro-meso-macro. *Journal of Evolutionary economics*, vol. 14, n° 3, pp. 263-279.
- Dosi, G. (1988). "Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation". *Journal of Economic Literature*, vol. 26, n° 3, pp. 1120-1171.
- (2014). "Dinámica y coordinación económica. Algunos elementos para un paradigma alternativo 'evolucionista'". En Barletta, F.; Robert, V. y Yoguel, G. (eds.), *Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico* (vol. 1). Buenos Aires: Miño y Dávila - Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R. y Soete, L. (1989). *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- Dosi, G. y Winter, S. (2002). *Interpreting economic change: evolution, structures and games. The Economics of Choice, Change, and Organizations*. Cheltenham: Edward Elgar.

- Dutrénit, G. y Katz, J. (2005). "Innovation, growth and development in Latin-America: Stylized facts and a policy agenda". *Innovation: Management, Policy & Practice*, vol. 7, n° 2-3, pp. 105-130.
- Dutz, M. A.; Kuznetsov, Y.; Lasagabaster, E. y Pilat, D. (2014). *Making innovation policy work: Learning from Experimentation*. París: OECD Publishing.
- Edquist, C. (1997). *Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations*. Londres: Psychology Press.
- Edquist, C. y Hommen, L. (1999). "Systems of innovation: theory and policy for the demand side". *Technology in society*, vol. 21, n° 1, pp. 63-79.
- Edquist, C. y Lundvall, B-Å. (1993). "Comparing the Danish and Swedish systems of innovation". En Nelson, R. (ed.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Erbes, A.; Robert, V. y Yoguel, G. (2010). "Capacities, innovation and feedbacks in production Networks in Argentina". *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 19, pp. 719-741.
- Foster, J. (2005). "From simplistic to complex systems in economics". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 29, n° 6, pp. 873-892.
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. Londres: Pinter.
- Hirschman, A. O. (1958). *The Strategy of Economic Development*. Clinton: Yale University Press.
- Johnson, B.; Edquist, C. y Lundvall, B-Å. (2003). "Economic Development and the National System of Innovation Approach". Ponencia presentada en First GLOBELICS Conference, Río de Janeiro, Brasil.
- Kaldor, N. (1972). "The Irrelevance of Equilibrium Economics". *The Economic Journal*, vol. 82, n° 328, pp. 1237-1255.
- Kirman, A. (2010). *Complex economics: individual and collective rationality*. Londres: Routledge.
- Knudsen, T. (2004). "General selection theory and economic evolution: The price equation and the replicator/interactor distinction". *Journal of Economic Methodology*, vol. 11, n° 2, pp. 147-173.
- Lee, K. (2013). *Schumpeterian analysis of economic catch-up: Knowledge, path-creation, and the middle-income trap*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Lundvall, B-Å. (1992). *National System of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- (2007). “National Innovation System: Analytical Focusing Device and Policy Learning Tool”. ITPS, Swedish Institute for Growth Policy Studies Working Paper 2007:004, Stockholm.
- Lundvall, B-Å.; Joseph, K. J.; Chaminade, C. y Vang, J. (2011). *Handbook of innovation systems and developing countries: building domestic capabilities in a global setting*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Llerena, P. y Matt, M. (2006). *Innovation policy in a knowledge-based economy: theory and practice*. Estrasburgo: Springer Science & Business Media.
- Malerba, F. (2004). “Sectoral Systems: how and why innovation differs across sectors”. En Fagerberg, J.; Mowery, D. y Nelson, R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Nueva York: Oxford University Press.
- Malerba, F. y Orsenigo, L. (1997). “Technological Regimes and Sectoral Patterns of Innovative Activities”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 6, n° 1, pp. 83-118.
- Marengo, L. y Dosi, G. (2005). “Division of labor, organizational coordination and market mechanisms in collective problem-solving”. *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol. 58, n° 2, pp. 303-326.
- Metcalfe, J. S. (1995). “Technology systems and technology policy in an evolutionary framework”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, n° 1, pp. 25-46.
- (2002). “Restless capitalism increasing returns and growth in evolutionary enterprise economics”. Ponencia presentada en Organizational and technological transformations in complex adaptive systems: concepts, methods of analysis and measurement, Manchester, UK.
- (2010). “Complexity and emergence in economics: the road from Smith to Hayek (via Marshall and Schumpeter)”. *History of economic ideas*, vol. 18, n° 2, pp. 45-75.
- Metcalfe, J. S.; Foster, J. y Ramlogan, R. (2006). “Adaptive Economic Growth”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 30, pp. 7-32.

- Mookherjee, D. (2005). "Is there too little theory in development economics today?". *Economic and Political Weekly*, vol. 40, n° 40, pp. 4328-4333.
- Nelson, R. (1991). "The role of firm differences in an evolutionary theory of technical advance". *Science and Public Policy*, vol. 18, n° 6, pp. 347-352.
- (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- O'Hara, P. A. (2008). "Principle of circular and cumulative causation: Fusing Myrdalian and Kaldorian growth and development dynamics". *Journal of Economic Issues*, vol. 42, n° 2, pp. 375-387.
- Possas, M. L. (1985). *Estruturas de mercado em oligopólio*. São Paulo; Hucitec.
- Prebisch, R. (1986). "El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas". *Desarrollo Económico*, vol. 26, n° 103, pp. 479-502.
- Rodrik, D. (2008). "The new development economics: we shall experiment, but how shall we learn?". HKS Working Paper n° RWP08-055.
- Sapio, S.; Kirman, A. y Dosi, G. (2011). "The emergence and impact of market institutions: The wholesale market for fish and other perishable commodities". LEM Working Paper Series.
- Saviotti, P.P. (2001). "Variety, growth and demand". *Journal of Evolutionary economics*, vol. 11, n° 1, pp. 119-142.
- (2011). Variety, Structural Change and Economic Development: Secular Trends and Systemic Features. DIMETIC Lecture, <http://dimetic.dime-eu.org/node/70>.
- Saviotti, P. P. y Pyka, A. (2004). "Economic development by the creation of new sectors". *Journal of Evolutionary economics*, vol. 14, n° 1, pp. 1-35.
- Setterfield, M. (2010). "Endogenous growth: a Kaldorian approach".
- Smith, K. (2000). "Innovation as a systemic phenomenon: rethinking the role of policy". *Enterprise and innovation management studies*, vol. 1, n° 1, pp. 73-102.

- Suzigan, W. y Furtado, J. (2006). “Política industrial e desenvolvimento”. *Revista de economia política*, vol. 26, n° 2, pp. 102.
- Vanberg, V. (1986). “Spontaneous market order and social rules”. *Economics and Philosophy*, vol. 2, n° 01, pp. 75-100.
- Witt, U. (1997). “Self-organization and economics—what is new?”. *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 8, n° 4, pp. 489-507.
- Yoguel, G. y Boscherini, F. (2001). “El desarrollo de las capacidades innovativas de las firmas y el rol del sistema territorial”. *Desarrollo Económico*, vol. 41, n° 161, pp. 37-69.

Capítulo 11

Políticas públicas de CTI, problemas nacionales y desarrollo

Gabriela Dutrénit y Alexandre O. Vera-Cruz

Introducción

Los países latinoamericanos tienen rasgos comunes, pero la región es heterogénea. Los países latinoamericanos comparten una historia evolutiva de modelos de desarrollo, desde el primario-exportador, pasando por el de sustitución de importaciones, hasta el orientado hacia el exterior. Han tenido también convergencias en los modelos analíticos de la política de ciencia, tecnología e innovación (CTI). Pero los países se distinguen: por el grado de madurez de los sistemas nacionales de innovación (SNI) que han construido, por tener diferentes grados de avance en sus procesos de desarrollo, por el foco de los modelos de desarrollo más recientes, basados en recursos naturales o en la manufactura, entre otros aspectos.

Existe un consenso creciente acerca de la importancia que tiene el avance científico y tecnológico para conducir el progreso económico y el incremento de la inversión nacional en ciencia y tecnología aparece como un factor esencial para asegurar el crecimiento económico de una nación (Abramovitz, 1956, 1986; Schumpeter, 1942; Solow, 1956). Hoy en día es bastante claro que la estructura de redes de nivel local, regional, nacional e internacional y la construcción de los SNI contribuyen a ese éxito (Freeman, 1987; Kim, 1997; Lundvall, 1992; Nelson, 1993). Sin embargo, no se ha alcanzado consenso sobre los procesos que vinculan innovación y crecimiento, y menos aun cuando se introduce al análisis la variable desarrollo.

La evidencia internacional sugiere que la política de CTI junto con políticas en otras esferas de actividad juegan un papel clave dentro del proceso que vincula innovación y desarrollo al fomentar un cambio en

el comportamiento de los agentes, al estimular el incremento de la oferta y demanda de conocimiento, al incentivar el surgimiento de sectores estratégicos y nuevas áreas de competitividad, y al promover la cooperación y equilibrio entre regiones dentro de una nación. Se requiere un diseño inteligente de las políticas de CTI y una asignación de recursos que genere los incentivos adecuados.

El diseño e implementación de la política de CTI en América Latina es resultado de un proceso complejo en el que confluyen diversas tendencias. Primero, los nuevos modelos analíticos que emergen desde fuera de la región, como el enfoque del SNI, y los enfoques sistémicos y evolutivos adoptados en las políticas de CTI (Metcalf, 1995; Murray, 2002; Nelson, 1994; Smits *et al.*, 2010; Teubal, 2002). De hecho, las recomendaciones de los organismos internacionales retoman muchas de estas contribuciones. Segundo, elementos que se incorporan desde adentro de la región, como la escuela latinoamericana de pensamiento sobre ciencia y tecnología, el enfoque estructuralista o las nuevas propuestas de la CEPAL (CEPAL, 2008; Furtado, 1958; Furtado, 1961; Herrera, 1971; Prebisch, 1949a, 1949b; Sabato y Botana, 1968; Sagasti, 1978, 2011). Tercero, al mismo tiempo, los países latinoamericanos han tratado de aprender de sus propias experiencias, las cuales se adaptan a cada realidad concreta. En todo este proceso emergen diferencias que resultan tanto de las idiosincrasias institucionales como de factores de la economía política que influyen sobre la forma en que los modelos analíticos se aplican en cada país.

Los modelos analíticos de la política de CTI que dominaban el escenario internacional antes de los años ochenta se basaban en un enfoque ortodoxo, más tradicional. La política de CTI se basaba en el supuesto de que la tecnología es información generada y transmitida por los actores a través de un proceso lineal que envuelve oferta y demanda de conocimiento (oferta demanda y demanda oferta). En este enfoque, los vínculos entre los agentes están básicamente mediados por el mercado; así, los problemas principales emergen de las fallas de mercado y del gobierno relacionadas con la incertidumbre y la baja apropiabilidad, entre otros problemas.

Desde la década de 1980, los modelos analíticos de las políticas de CTI han avanzado hacia enfoques sistémicos y evolutivos, que han sistematizado tanto las experiencias de países con un SNI más maduro (principalmente de la Unión Europea y la OCDE), como la experiencia de economías emergentes exitosas (por ejemplo, Corea, China, o Singapur). En este enfoque, se considera a la tecnología como una combinación de conocimiento

tácito y codificado, prioriza la generación y absorción de conocimiento como procesos dinámicos no lineales, considera que el aprendizaje, las capacidades acumuladas y el tiempo importan, se enfoca en modelos interactivos de CTI y en redes de oferta y demanda de conocimiento, en este marco las instituciones median entre agentes, y se incorporan al análisis las fallas sistémicas, además de las fallas de mercado y de gobierno. La innovación está en el centro del modelo analítico y se hace hincapié en la política de innovación, descuidando de algún modo a los componentes de “ciencia y tecnología”. Esto transmite el mensaje que, si bien la ciencia y la tecnología están asociados con la innovación, son menos importantes.

Estos modelos reconocen la conexión entre las políticas de innovación y los SNI, de ahí la importancia de fomentar los vínculos entre los actores. Los objetivos de la política de innovación se pueden organizar en tres grandes grupos: 1) apoyar la inversión en investigación e innovación, 2) mejorar las competencias de innovación de las empresas, y 3) fortalecer los vínculos dentro de los sistemas de innovación. Este marco reconoce la transversalidad de la política de CTI (Cooke, 2011; Kuhlmann, 2001), la necesidad de coordinación entre una amplia gama de actores de diferentes ámbitos (académico, empresarial) y espacios (local, nacional, global), la combinación de enfoques de “arriba hacia abajo” con aquellos de “abajo hacia arriba”, la participación de las partes interesadas, y la cuestión de la gobernanza multinivel en un contexto de muchas estructuras de autoridad que interactúan de trabajo en el nivel nacional e internacional de autoridad (Smits *et al.*, 2010). El papel de las comunidades (sectores involucrados) en el ciclo de la política (proceso de diseño de soluciones, implementación y evaluación) ha contribuido a transitar desde políticas gubernamentales, diseñadas por un grupo de funcionarios, hacia políticas públicas de CTI.¹

La combinación de políticas también ha evolucionado desde un énfasis en las medidas relativas a la oferta (sobre todo en incentivos fiscales y subvenciones a la I+D) hacia un mayor énfasis en las medidas del lado de la demanda (con un fuerte énfasis en las políticas de compras públicas), buscando un equilibrio entre ambas partes (Edler, 2011; Flanagan *et al.*, 2011).

Las recomendaciones sobre políticas de CTI de los organismos internacionales (OCDE, Unión Europea, BID, UNCTAD, World Bank, etcétera) se

¹ Una discusión más amplia del impacto de los modelos analíticos en la formulación de la política de CTI en México se encuentra en Dutrény y Puchet (2015).

basan en este marco analítico. Los países latinoamericanos han diseñado sus políticas de CTI a lo largo del tiempo bajo la influencia del marco analítico existente de nivel internacional y en la última década han seguido el enfoque descripto anteriormente.

Izsák, Markianidou y Radošević (2013) reconocen que emergen diferencias entre los países en la aplicación de la combinación de políticas. De hecho, las diferencias observadas en los sistemas de innovación y las condiciones micro y macroeconómicas son importantes para explicar el desempeño innovativo. Como argumenta la OCDE (2010), la búsqueda de una combinación óptima de políticas no es un ejercicio aislado, sino un proceso continuo que se ajusta a la dinámica de los sistemas de innovación. Izsák, Markianidou y Radošević (2013) también reconocen las implicaciones de la aplicación del modelo analítico de las políticas de innovación, incluso en Europa, y sostienen que la combinación de políticas en los países europeos ha consistido en soluciones simplemente transferidas de otros lugares, en vez de ser una respuesta adecuada a los desafíos nacionales.

Por una parte, en los países con sistemas científicos pequeños e incluso inmaduros, este énfasis en la innovación puede ser limitado. Por otra, en los países donde se excluye una porción significativa de la población, el énfasis en la innovación empresarial puede ser limitado, porque deja de lado otras dimensiones como la innovación social o inclusiva, que también requiere de ciencia y tecnología (Bortagaray y Gras, 2014; Dutrénit y Sutz, 2014). Adicionalmente, dado que hoy en día el conocimiento se produce en un contexto de aplicación, tiene una naturaleza multidisciplinaria, se genera en equipos y es socialmente responsable, ha emergido la idea de que la política de CTI debería orientar a la ciencia y la tecnología hacia los problemas económicos y sociales (Casas, 2005; Velho, 2005). Para esto se requiere enmarcar la política de CTI en una perspectiva de SNI, pero que considere el desarrollo inclusivo como un objetivo final.

Adicionalmente, la historia de las instituciones distingue a los países, y los agentes están condicionados por esa historia y generan las reglas del juego.² Las políticas de CTI basadas en modelos analíticos convencionales no reconocen la variedad en el paisaje institucional en estos países (Ostrom, 2005). En el ámbito de la política de CTI parece aplicar lo que Rodrik (2009) ha argumentado en relación con el desarrollo, el éxito por

² Una discusión más amplia sobre las reglas de juego en el sector de CTI mexicano se encuentra en Dutrénit y Puchet (2015).

lo general requiere que se sigan políticas que se adaptan a las realidades económicas y políticas locales, en lugar de obedecer a los dictados del *statu quo* internacional.

Si bien el modelo analítico de la política de CTI que domina a nivel internacional y en la región está orientado a contribuir al aumento de la competitividad del sector productivo y de la economía en su conjunto, de hecho, se supone que es el objetivo último del desarrollo es la mejora generalizada del bienestar humano. En esta dirección, han emergido dos líneas de discusión. La primera, de orden teórico, se ubica en el marco de la relación entre SNI y desarrollo, y se enfoca en el argumento de que la inclusión social debe ser un objetivo explícito de la política de CTI, así el desarrollo inclusivo debe estar en el centro de acción de los SNI (Arocena y Sutz, 2013; Dutrénit y Sutz, 2014; Johnson y Andersen, 2012; LALICS, 2014). La segunda, anclada en el marco de la política de CTI, tiene su expresión en la estrategia “Horizon 2020” de la Unión Europea, que se basa en tres pilares que incluyen ciencia excelente, liderazgo industrial y también desafíos de la sociedad. Están dirigidos a cinco grandes objetivos, en las áreas de: empleo, innovación, educación, reducción de la pobreza y clima/energía. El pilar de los desafíos de la sociedad se enfoca en: salud, seguridad alimentaria, energía segura, limpia y eficiente; transporte inteligente, ecológico e integrado; acción por el clima, medio ambiente, eficiencia de recursos y materias primas; sociedades inclusivas, innovativas y reflexivas; sociedades seguras (European Union, 2013).

Ambos enfoques se relacionan aunque el énfasis difiere. El primero destaca la inclusión social como fin último, mientras que el segundo incorpora los desafíos de la sociedad con otros pilares y aborda junto a la inclusión social un conjunto de problemas nacionales de otra índole.

En este sentido, es relevante para la política de CTI no solo atender al tema de las capacidades científicas, la innovación y la competitividad, sino que también debe incluir el fortalecimiento de la capacidad del país para satisfacer las necesidades prioritarias de la sociedad, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y la incorporación de los sectores de la población que están excluidos hoy del proceso de desarrollo. Como se argumenta en la Declaración de LALICS,³ la política de CTI debe tener una perspectiva de inclusión social (LALICS, 2014).

³ LALICS es la sección latinoamericana de la red internacional GLOBELICS, que es la Global Network for the Economics of Learning, Innovation, and Competence Building Systems (<http://www.globelics.org/>).

Este documento se inserta en esta discusión y debate sobre uno de los retos de la política de CTI en América Latina, la necesidad de enfocarse en los grandes problemas nacionales, explotar el carácter transversal de la CTI y articular la política pública de CTI con políticas públicas en otras áreas. En este sentido, es indispensable que la política de CTI se articule con la política industrial, la política agrícola, la política de salud, la política social, la política de medio ambiente, entre otras, para responder a los grandes problemas nacionales con un enfoque de inclusión social.

Este documento está organizado en cinco secciones. La primera es esta introducción, la segunda describe los modelos analíticos de política de CTI aplicados en América durante el siglo pasado hasta el presente; la tercera sección discute la conexión entre la política de CTI y los grandes problemas nacionales; la cuarta discute una propuesta de enfoque en problemas nacionales en México y destaca las lecciones aprendidas que emergen de esta iniciativa; finalmente la quinta sección contiene las reflexiones finales.

Evolución de las políticas de CTI en América Latina⁴

En concordancia con las tendencias internacionales en el diseño de las políticas de CTI, América Latina ha transitado por tres enfoques de las políticas de CTI. El enfoque de oferta demanda dominó el diseño de las políticas entre las décadas de 1960 y 1980. El enfoque de demanda oferta predominó entre las décadas de 1980 y 2000. Desde la década de 2000 se comenzó a abandonar el modelo lineal de innovación para comenzar a adoptar la perspectiva sistémico-evolutiva.

Enfoque del lado de la oferta (1950-1980). El establecimiento de las primeras escuelas de ingeniería a fines del siglo XIX en diversos países de la región marca el origen de lo que se podría denominar la política de ciencia y tecnología. Esta política emergente se orientaba a promover la generación de los recursos humanos necesarios para apoyar al modelo primario exportador vigente. Desde entonces, la demanda para la adopción de tecnología, los servicios y los recursos humanos necesarios estuvo influenciada por la dinámica de una industrialización orientada primero por las exportaciones y posteriormente por los requerimientos del modelo de sustitución de importaciones (Sagasti, 2011). El modelo

⁴ Una descripción más detallada de las tres etapas se encuentra en Crespi y Dutrénit (2014).

analítico de política que gobernó esta fase se basó en el modelo lineal de innovación, orientado por la oferta (oferta/demanda), en el que la producción directa de conocimiento y los activos complementarios –en particular los recursos humanos y la información– eran dominados por instituciones públicas (por ejemplo, laboratorios industriales, centros de investigación, universidades e institutos tecnológicos). La gobernanza de este proceso se basó en el establecimiento de nuevas instituciones. En este marco, durante los años setenta, surgieron los Consejos Nacionales de Ciencia y Tecnología, que tenían la función de financiar la investigación y la formación de recursos humanos. El apoyo a la investigación y la capacitación técnica y profesional se complementó con el establecimiento de institutos tecnológicos que operaban en el nivel sectorial y que tenían un doble rol: desarrollar investigación aplicada y transferir conocimiento y tecnologías a las empresas que operaban en sectores estratégicos. De acuerdo con el enfoque ofertista adoptado, se le asignó mucha menor importancia a impulsar la construcción de capacidades tecnológicas por el sector privado.

Enfoque del lado de la demanda (1980-2000). Esta fase comienza en un período de cambio del modelo de desarrollo dominante, desde el modelo de sustitución de importaciones hacia el modelo orientado hacia el exterior. Este proceso fue dominado por los programas de reformas estructurales implementados a partir del Consenso de Washington. El diagnóstico destacaba que el fracaso del modelo de sustitución de importaciones estaba relacionado con una excesiva intervención del gobierno y con fallas de gobierno, por lo que era necesario mantener la intervención del gobierno a una mínima expresión. El nuevo modelo de desarrollo se fundamentaba en la liberación comercial, la liberación financiera, la privatización y la neutralidad en la intervención de políticas. Un gobierno pequeño “liberaría las fuerzas productivas” del sector empresarial. El enfoque del Consenso de Washington tuvo implicaciones importantes para la política de ciencia y tecnología. Por el lado de la oferta, tendió a debilitar a los organismos públicos e instituciones relacionadas con la promoción de la ciencia y la tecnología dentro de la estructura burocrática del Estado. En un contexto de restricciones financieras, el presupuesto de las organizaciones públicas de investigación fue severamente reducido; se redujo el apoyo a la investigación científica y se cambió su modelo de financiamiento (hacia fondos competitivos y convocatorias); se establecieron nuevos sistemas de incentivos que presionaron a los institutos tecnológicos a adoptar un enfoque de mercado e incrementar

su financiamiento propio mediante la venta de servicios al sector privado. Se desreguló la formación de recursos humanos y las universidades privadas ingresaron activamente al mercado educativo. Además, se fortalecieron gradualmente los sistemas de propiedad intelectual.

Las reformas estructurales tuvieron también consecuencias importantes respecto de la demanda: 1) la apertura promovió la importación de bienes de capital e indujo a una sustitución de bienes producidos localmente por maquinaria y equipo importados, esto si bien aceleró el proceso de modernización tecnológica de la estructura productiva, también contribuyó a un proceso de destrucción de gran parte de la industria local de tecnología (Katz, 1986); 2) se profundizó la atracción de subsidiarias de las empresas multinacionales, la especialización y la inserción en cadenas globales de valor; 3) la privatización de las empresas públicas condujo a cerrar algunos de los centros de I+D y a una reducción significativa de los gastos en ingeniería; 4) se rompieron las cadenas productivas y se desarticularon las pequeñas y medianas empresas (PyMES) y 5) la emergencia gradual de un sector de PyMES intensivas en conocimiento y especializadas en servicios de TIC y software se enfocó en el desarrollo de aplicaciones adaptadas a las condiciones locales (Katz, 2000). Todos estos cambios ocurrieron al mismo tiempo que se observaba una fuerte aceleración del crecimiento de la productividad en la frontera tecnológica (Sagasti, 2011).

Hacia finales de esta fase persistían fallas de mercado asociadas a la carencia de mercado de capital de riesgo, a la carencia de masas críticas de investigadores, empresarios innovativos, vinculadores, tomadores de decisión, y a la existencia de rentabilidades comparativamente bajas en las actividades de innovación relacionadas con el alto riesgo e incertidumbre de las actividades de ciencia y tecnología. Las limitadas externalidades, la falta de activos complementarios y el financiamiento continuaban siendo obstáculos importantes para que las empresas se adaptaran al nuevo escenario. Desde la segunda mitad de los años noventa, algunos países latinoamericanos decidieron experimentar, introduciendo subsidios para la I+D empresarial, estímulos fiscales a la I+D, créditos condicionales y *vouchers* para la transferencia de tecnología. La mayoría de estos programas se introdujo como parte de una innovación institucional: el Fondo de Desarrollo Tecnológico. Este fondo fue establecido inicialmente en instituciones ya existentes, tales como agencias de desarrollo o Consejos de Ciencia y Tecnología, pero la creciente especialización institucional condujo al desprendimiento de agencias especializadas o unidades de financiamiento en algunos países.

Hacia un enfoque sistémico (desde 2000). La necesidad de mejorar la competitividad e incrementar la escala de los apoyos a la innovación empresarial condujo hacia finales de los años noventa a la necesidad de explorar nuevos enfoques. Había un consenso creciente de que el apoyo a la innovación empresarial, enfocado en las empresas individuales no era suficiente para absorber las externalidades y resolver las fallas de coordinación, se requería un enfoque sistémico. La difusión del concepto de SNI motivó la inversión del lado de la oferta, pero ahora con una preocupación creciente en la generación de los incentivos apropiados para favorecer una más cercana articulación entre la oferta y la demanda de conocimiento. Así, esta fase abrió el espacio para un nuevo período de aprendizaje y experimentación de la política de CTI (RICYT, 2015), que en este período añade abiertamente a la innovación y pasa a denominarse política de CTI.

El modelo del Fondo de Desarrollo Tecnológico se ha venido haciendo más complejo con la introducción de nuevos instrumentos de política que han buscado generar fondos temáticos para la investigación (por ejemplo, los fondos sectoriales o los regionales), becas para la formación de recursos humanos de alto nivel en ciencias, tecnología, ingenierías y matemáticas, apoyos para estimular la colaboración academia-sector productivo, programas para el fomento de consorcios tecnológicos y el financiamiento de emprendedores de base tecnológica. Se crearon nuevas instituciones especializadas en vincular a los actores del sistema, como las oficinas de transferencia de tecnología. Retornó el interés en apoyar la extensión tecnológica, ahora con el foco en la construcción de capacidades de innovación en las PYMES. Se desarrolló un interés creciente por diseñar e implementar políticas verticales, tanto para la provisión de bienes públicos (mayormente a través del apoyo a consorcios tecnológicos) como en el ámbito de la intervención del mercado (subsídios orientados).⁵

La proliferación de programas con diseños muy diferentes (Crespi y Dutrénit, 2014) y la creación de nuevas agencias de implementación han conducido a incrementar la tensión institucional y a la necesidad de mejorar la coordinación de las políticas. Así, se han puesto en práctica nuevos modelos institucionales; el marco general de las políticas de CTI

⁵ Algunos países de la región han comenzado a experimentar con fondos orientados a objetivos (*mission-oriented*), en los que las compras públicas son importantes (por ejemplo, en programas de salud y energía), y con subsidios orientados hacia tecnologías específicas entre las llamadas GPT (por sus siglas en inglés, *General Purpose Technologies*), que son tecnologías que pueden diseminarse ampliamente en el sector productivo).

se ha convertido ahora en un modelo de doble-dirección: de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba. Hay una gran preocupación por mejorar la coordinación vertical (a través de ministerios de CTI y autoridades de innovación) y la horizontal (a través de gabinetes ministeriales de CTI y consejos de innovación). Se ha avanzado hacia la construcción de política pública al abrir espacios para la participación de las comunidades de CTI, entre otros sectores involucrados.

La fase actual de las políticas de CTI, que ha procurado ser más sistémica, ha operado en un contexto de economías abiertas, estabilidad macro y buenas condiciones externas, que han facilitado el relajamiento de las restricciones fiscales, lo que permitió una inclinación hacia el aprendizaje y la experimentación. Pero la destrucción de capacidades locales del período anterior y el rompimiento de las cadenas productivas ha dejado una marca que aún no se supera completamente.

El marco institucional actual es un híbrido que resulta de la yuxtaposición de diferentes estratos de construcción institucional y de diseño e implementación de instrumentos de política. Se combinan instituciones que lograron sobrevivir desde los viejos tiempos de la política de oferta (por ejemplo, los Consejos de Ciencia y Tecnología) que deben coexistir con nuevos actores (como las agencias de innovación) e instituciones de vinculación en un marco de muy diferentes condiciones iniciales y modelos institucionales.

En síntesis, la región ha seguido con cierta demora las tendencias del diseño y la implementación de políticas de CTI introducidas en los países desarrollados. De hecho, el enfoque oferta→demanda no fue desplazado, y ha persistido enmarañado con los enfoques subsecuentes. Sin embargo, la simple reproducción de modelos basados en países con SNI más maduros o de la experiencia de las economías emergentes de Asia (como Corea, China o Singapur) no necesariamente garantiza el éxito en una región que tiene diferentes condiciones iniciales. Los países de la región han tenido una muy incierta evolución de la macro a lo largo del tiempo, y en ellos persiste una alta inequidad, una base científica aún insuficientemente consolidada, un limitado grupo de empresas que desarrollan actividades de I+D y en general carecen lo que Guston (2000) ha llamado un contrato social de la ciencia y la tecnología con la sociedad. Por estas y otras razones, las recomendaciones que emergen de los casos exitosos de otras regiones, combinados con los esfuerzos propios de la región para pensar en sus realidades no han mostrado aún un claro camino a seguir. Como argumenta Rodrik (2007), la mis-

ma receta no funciona en diferentes construcciones institucionales y patrones de políticas.

La política de CTI y los grandes problemas nacionales

La región ha pasado del enfoque de oferta→demanda, hacia el enfoque demanda→oferta, y actualmente se viene adoptando un enfoque sistémico. Sin embargo, dada la demora en la introducción de los nuevos modelos analíticos de política de CTI difundidos a nivel internacional, la región ha seguido enfocada en el objetivo de la innovación para mejorar la productividad y la competitividad, y aún no han permeado los enfoques recientes que incluyen la búsqueda de solución de los grandes problemas nacionales.

Hay que destacar algunas experiencias con instrumentos enfocados al desarrollo inclusivo en países como Perú, Bolivia, Venezuela, Colombia, Brasil, Uruguay y Argentina (Bortagaray y Gras, 2014; Casas *et al.*, 2014), que aún están lejos de articular un modelo analítico alternativo.

Articulación con los grandes problemas nacionales:
un eslabón perdido

Como se ha señalado anteriormente, las políticas de CTI han evolucionado desde el enfoque lineal ofertista, que se ubica en los debates de la ciencia, y desde esa óptica busca transformar la realidad, al enfoque lineal de la demanda, que se circunscribe a la perspectiva del sector productivo, para adoptar un enfoque sistémico. Este enfoque sistémico nació orientado por la innovación pero ha incorporado los desafíos de la sociedad (European Union, 2013). En el caso europeo estos incluyen temas de: salud, seguridad alimentaria, energía segura, limpia y eficiente; transporte inteligente, ecológico e integrado; acción por el clima, medio ambiente, eficiencia de recursos y materias primas; sociedades inclusivas, innovativas y reflexivas; sociedades seguras. Este nuevo enfoque en los desafíos de la sociedad no niega la importancia de la innovación, pero reconoce que puede haber diferentes objetivos para el desarrollo, no solo productividad y competitividad, sino también la atención a necesidades de la sociedad.

Las políticas de CTI de los países latinoamericanos han tenido dificultades para conectar las recetas de los organismos internacionales con la

formulación de políticas nacionales que también atiendan a los desafíos del desarrollo (Casas *et al.*, 2014; Torres *et al.*, 2014). Así, las políticas de CTI se han orientado más hacia la construcción de capacidades en CTI, sobre todo de innovación, para tender desafíos de productividad y competitividad, que a resolver otras necesidades de la sociedad. Si bien ha habido grandes proyectos nacionales para impulsar la industrialización desde los años cuarenta hasta los setenta, no ha habido una política de CTI claramente enfocado en esos grandes objetivos, tal vez por las escasas capacidades de CTI existentes.

La experimentación con instrumentos enfocados al desarrollo inclusivo parece haber tenido un foco parcial dentro de los desafíos de la sociedad, se han concentrado en uno de los grandes problemas en América Latina: la pobreza y la exclusión social, sin abordar también otros problemas como el cuidado del medio ambiente, la biodiversidad, la seguridad, la eficiencia energética, entre otros.

Los grandes problemas nacionales requieren un enfoque multisectorial

¿Cuáles son los desafíos de la sociedad en economías en desarrollo? Sin duda cada país tiene sus desafíos, pero en una región con altos niveles de desigualdad, como la latinoamericana, la desigualdad constituye un punto de partida para pensar en torno al desarrollo inclusivo. Salud, alimentación y vivienda aparecen inmediatamente en la lista de los desafíos de la sociedad. Probablemente por eso, ha crecido el interés en el estudio de los temas asociados con el desarrollo inclusivo.

Como se argumenta en la Declaración de LALICS (2014), no existe un camino único ni para vincular CTI e inclusión social ni para promover SNI inclusivos; los contextos históricos, las instituciones y los actores de cada país, región o localidad importan. Tampoco hay una lista única de desafíos de cada sociedad. Pero si los objetivos de las políticas de CTI son los desafíos de la sociedad, asociados a sus grandes problemas, es necesario articular: metas a largo plazo definidas en torno a prioridades, áreas de conocimiento estratégicas, la infraestructura científica y tecnológica requerida, los sectores productivos relevantes y los recursos humanos necesarios.

Desde la formulación de la política de CTI, el enfoque en los problemas nacionales requiere cambiar la forma en que argumenta a favor de una mayor inversión en CTI, considerando que estamos bajo el poder de

los ministerios de finanzas. Se requiere un lenguaje diferente, que considere la creación de valor económico o social, y que aclare los impactos económicos y sociales y las metas a alcanzar.

Se requiere adoptar una perspectiva multisectorial, porque los desafíos de la sociedad son problemas que no pueden ser abordados por un campo de conocimiento o un sector productivo, requieren la integración de varios campos, disciplinas, sectores, etcétera. Desafortunadamente, la política de CTI ha sido históricamente concebida con un enfoque sectorial. Hace menos de dos décadas que se han promovido enfoques que trascienden al sector de CTI. La literatura reconoce que la transversalidad puede ser una característica de la política de innovación (Cooke, 2011; Georghiou, 2001; Kuhlmann, 2001; Shinn, 2005), la institucionalidad en los países latinoamericanos ha incorporado, a diferente ritmo, esa perspectiva transversal, pero aún se observan dificultades para articular políticas de CTI con otros ámbitos de las políticas relacionadas con el desarrollo. De cierta forma se puede decir que las políticas operan como canales paralelos, y no como una red de políticas para resolver problemas multisectoriales complejos, como los grandes problemas nacionales.

Enfoque en grandes problemas nacionales: la propuesta de iniciativas estratégicas en México

Durante 2013, como preparación del proceso de consulta para la elaboración del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI, 2014-2038) en México, el FCCT⁶ lideró la identificación de un conjunto de “Iniciativas estratégicas de Ciencia, Tecnología e Innovación para la solución de problemas nacionales prioritarios”. En esta propuesta participaron activamente representantes de diferentes comunidades de CTI, del sector académico, empresarial e incluso funcionarios del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), todos de diferentes niveles.

Se partió del supuesto de que el escenario nacional presentaba condiciones propicias para formular iniciativas novedosas, que rompieran

⁶ El Foro Consultivo Científico y Tecnológico A.C. es un órgano autónomo y permanente de consulta del Poder Ejecutivo mexicano, del Consejo General de la Investigación Científica, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación, y de la Junta de Gobierno del CONACYT, que tiene por objeto promover la expresión de la comunidad científica, académica, tecnológica y del sector productivo para la formulación de propuestas en políticas y programas de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación (foroconsultivo.org.mx).

paradigmas y generaran un efecto demostración contundente, que permitiera situar claramente, ante los sectores público, privado y social, el valor y la pertinencia de la CTI para el desarrollo económico y social de México.

El nuevo programa especial de CTI debía contener, de acuerdo con las modificaciones a la Ley de Ciencia y Tecnología de 2009, una perspectiva de largo plazo (veinticinco años). Adicionalmente existía el compromiso, desde la Presidencia de la República, de incrementar gradualmente la inversión en investigación y desarrollo experimental (GIDE) a fin de que este indicador alcanzara la meta del 1% del PIB. Estas condiciones parecían brindar una oportunidad histórica para acelerar el proceso de fortalecimiento de las capacidades nacionales en CTI, pero, además, ofrecer la posibilidad de inducir un mayor esfuerzo orientado y concentrado en los grandes problemas nacionales, que permitiera alcanzar resultados en el corto y mediano plazo y que revelara con mayor contundencia las contribuciones del SNI al desarrollo económico y el bienestar social del país.

La propuesta de enfoque en Iniciativas estratégicas

Las premisas que guiaron esta propuesta fueron las siguientes:

- El conocimiento científico y tecnológico es un bien público cuya adecuada promoción y gestión puede convertirlo en una palanca formidable para el desarrollo económico y social.
- La innovación es una fuente fundamental para la productividad, la competitividad, el crecimiento y el desarrollo.
- El diseño del PECiTI en un horizonte de veinticinco años constituye una oportunidad paradigmática para la formulación de proyectos innovativos disruptivos que generen liderazgo nacional en ciertos sectores y tecnologías.
- Existe un creciente interés nacional por promover las actividades de CTI. Ello demanda una respuesta contundente que permita la obtención de resultados convincentes en el corto y mediano plazo.
- Un reto es la profundización y la transformación estructural del sistema nacional de CTI para acelerar su desarrollo a fin de aprovechar las oportunidades existentes.

- En un horizonte de cinco años se pueden promover Iniciativas novedosas y otras formas de acción que sirvan de casos de éxito ejemplares para que actúen como catalizadores que aceleren la transformación del sistema nacional de CTI y su impacto económico-social.
- Se requiere una decisión estratégica focalizada, que promueva la integración y la coordinación entre actores e instituciones a fin de evitar la dispersión de esfuerzos y la pulverización de los recursos públicos.
- Es esencial lograr un mayor involucramiento, articulación y coordinación de todos los actores del sistema nacional de CTI, particularmente se necesita un mayor compromiso del sector privado para hacer crecer la inversión, y una alianza más firme y estrecha con gobierno y la academia.

A partir de esas premisas se planteó la necesidad de avanzar hacia una propuesta estratégica, que incluyera:

- *Definición de programas prioritarios nacionales*, alineados con los objetivos sectoriales definidos en el Plan Nacional de Desarrollo y con los diferentes planes sectoriales.
- *Definición de una o dos Iniciativas estratégicas* por cada programa prioritario.
- *Definición de una cartera de proyectos en cada Iniciativa estratégica.*

En otras palabras, se planteó la importancia de identificar, seleccionar y promover proyectos estratégicos concretos con alta posibilidad de éxito, que sirvieran como un ejemplo para generar una percepción positiva, entre todos los actores, del valor estratégico de la CTI para impulsar el desarrollo del país. Se adoptó un enfoque transversal de la CTI, pues los problemas prioritarios requieren la confluencia de diferentes áreas de conocimientos, sectores, regiones y secretarías de Estado. Una de las preocupaciones era cómo asegurar que el entramado institucional no obstaculizara la estrategia y permitiera la articulación de los componentes y de todos los actores.

El proceso se desarrolló en varias etapas:

1. Inicialmente se consultaron los resultados que emergieron de estudios previos y de la identificación de temas estratégicos realizados por otros actores, como: las mesas de discusión del futuro de la ciencia organizadas por el Consejo Consultivo de Ciencias (CCC), la Academia Mexicana de Ciencias y el CONACYT, las propuestas incluidas en el Foro Binacional de Educación Superior, Innovación e Investigación con Estados Unidos (FOBESII, 2014), las propuestas emanadas del trabajo conjunto del Sistema de Centros-CONACYT, la Agenda Nacional de CTI elaborada por un conjunto de actores para entregar a la nueva administración, los documentos de identificación de temas y enfoques estratégicos para pensar en el diseño del PECITI (FCCT, 2013c), particularmente el documento sobre objetivos estratégicos (FCCT, 2013a), entre otros. Estos documentos reflejaban el interés de los actores centrales de la CTI por avanzar hacia propuestas estratégicas. Se revisaron los temas estratégicos incluidos en el Plan Nacional de Desarrollo y en los planes sectoriales para asegurar la congruencia entre las ideas desarrolladas por los actores con el proceso de planeación nacional. Estos fueron insumos esenciales para detonar el proceso.
2. Se integró un grupo de más de cien especialistas en diferentes temas, que incluía actores de la academia, del sector público y del sector privado, considerando diversidad de disciplinas, género, institucional y geográfica.
3. En cada tema el grupo de especialistas identificó cuál sería el programa prioritario y una o dos Iniciativas estratégicas que se asociaron a oportunidades estratégicas en cada uno de los Programas prioritarios. En total se identificaron nueve Programas prioritarios y veintiuna Iniciativas estratégicas.

Los Programas prioritarios se definieron a partir de los siguientes criterios (FCCT, 2013d):

- Consistencia con políticas nacionales.
- Orientación a problemas, necesidades u oportunidades de desarrollo basado en CTI.
- Oportunidad de consenso y acuerdos con sectores clave.
- Iniciativas integrales, campos amplios, transversales.

- Pertinencia económica, social, ambiental.
- Potencial de creación de valor.
- Aprovechamiento de capacidades de CTI existentes.
- Potencial de articulación y alianzas.

Las Iniciativas estratégicas, dentro de los Programas prioritarios, se identificaron a partir de los siguientes criterios:

- Creación de valor económico y social a través de la CTI.
- Potencial de mercado.
- Plazo de ejecución (implementación antes de la finalización de la actual administración).
- Alianza gobierno-academia-empresa desde la definición del proyecto.
- Utilización de ciencia y tecnología de vanguardia, competitiva en el nivel internacional.
- Conexión con la infraestructura científica y tecnológica nacional.
- Generación de científicos y tecnólogos en todo el país.
- Impulso y fortalecimiento al desarrollo regional y estatal.
- Transversalidad y externalidades del proyecto (contribución a la solución de otros problemas sectoriales, regionales y estatales).
- Aprovechamiento de oportunidades existentes o potenciales.

El cuadro 1 muestra la lista de los Programas prioritarios y las Iniciativas estratégicas identificadas en este ejercicio.

Cuadro 1. Programas prioritarios e Iniciativas estratégicas

Programas prioritarios	Iniciativas estratégicas
Enfermedades emergentes	• Prevención, detección y control de la obesidad y la diabetes Mellitus tipo 2.
	• Adicciones.
Seguridad alimentaria	• Innovación para la agricultura familiar sustentable.
	• Aplicaciones biotecnológicas para mejorar la nutrición y la eficiencia de uso de agua en cultivos agrícolas.
	• Cadenas alimenticias acuícolas sustentables.
Seguridad hídrica y derecho al agua	• Medición del ciclo hidrológico.
Sustentabilidad energética	• Generación de energía eléctrica utilizando la energía existente en corrientes submarinas.
	• Geotermia avanzada: la generación de electricidad con recursos de roca seca caliente.
	• Energía solar fotovoltaica para todos, cien ciudades fotovoltaicas fronterizas.
Aprovechamiento y conservación de la biodiversidad	• Servicios del capital natural para el manejo de la biodiversidad.
Mitigación y adaptación del cambio climático	• Uso eficiente de la energía térmica y la electricidad en industrias, viviendas y comercios.
	• SocioEcoNexus: la conectividad que acopla ecosistemas y sociedad.
Seguridad ciudadana	• Ciberseguridad.
	• Tecnología e innovación para la seguridad pública.
	• Tecnología para la investigación forense.
Manufactura avanzada	• Diseño y desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado.
Economía digital	• Tecnología y ciencia de datos para un México mejor.
	• Tecnología digital para el ciudadano.
	• Democracia digital.

Fuente: Dutrénit (2014).

4. Cada subgrupo aplicó los criterios listados anteriormente para fundamentar la(s) Iniciativa(s) estratégica(s) que proponían. Se elaboró un documento para cada Iniciativa con argumentos para sustentar cada uno de los criterios señalados. El documento de propuesta de cada Iniciativa estratégica debía contener los apartados listados en el cuadro 2.

Cuadro 2. Plantilla para fundamentar una Iniciativa estratégica

1. Título de la Iniciativa estratégica.
2. Programa prioritario en el que se ubica.
3. Propósito general: <ol style="list-style-type: none"> a) Breve descripción del problema / necesidad / oportunidad. b) Diagnóstico cuantitativo y cualitativo. c) Dimensionamiento del problema y contribución esperada.
4. Justificación. Explicación breve sobre cómo la Iniciativa estratégica cumple con los siguientes criterios: <ol style="list-style-type: none"> a) Creación de valor económico y social a través de la CTI (creación de valor diez veces superior al costo). b) Potencial de mercado. c) Plazo de ejecución (implementación antes del 2018). d) Alianza público-privada (gobierno, academia, empresa). e) Uso de CYT de vanguardia, competitiva en el nivel internacional. f) Conexión con la infraestructura de CYT nacional. g) Contribución a la generación de científicos y tecnólogos en todo el país. h) Impulso y/o fortalecimiento al desarrollo regional y estatal (generación y/o fortalecimiento de capacidades en los Estados). i) Transversalidad y externalidades de la Iniciativa (contribución a la solución de otros problemas sectoriales, regionales y estatales). j) Aprovechamiento de oportunidades existentes o potenciales.
5. Productos esperados.
6. Cartera de ideas para proyectos asociados a la Iniciativa.
7. Montos estimados para la cartera de proyectos asociados a la Iniciativa.
8. Fuentes de financiamiento requeridas para diferentes etapas de desarrollo.
9. Metas esperadas cuantitativas: 2016 y 2018, cualitativas: 2024 y 2038.

10. Indicadores de impacto (rentabilidad, generación de valor o ahorro; otros impactos: sociales, económicos, ambientales, científicos, tecnológicos, de innovación).
11. Tiempo de ejecución (acotar el sexenio y el mediano plazo).
12. Factibilidad y viabilidad de ejecución.
13. Riesgos potenciales.
14. Integración y/o generación de redes o consorcios de colaboración público-privadas (nacionales y/o internacionales).
15. Contribución al aprovechamiento capacidades existentes.
16. Generación de nuevas capacidades.
17. Instituciones involucradas.
18. Campos de conocimiento.
19. Ramas industriales.
20. Liderazgos identificados para la coordinación de la Iniciativa.

Fuente: FCCT (2013d).

1. Se integraron veintidós documentos de Iniciativas estratégicas. Se realizó un taller de todos los grupos para compartir estas propuestas y afinar los resultados. En este taller participó el director general de CONACYT, alguno de sus directores adjuntos, y el coordinador de CTI de la Oficina de la Presidencia. Este taller contribuyó a afinar las propuestas y a dialogar más ampliamente con las autoridades de CTI. Asimismo, se hicieron presentaciones de esta propuesta en diversos órganos de gobierno del sector de CTI para sensibilizarlos y recibir retroalimentación. Se presentó en la Junta de Gobierno de CONACYT, el Comité Intersecretarial de Presupuesto y el Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación, en el que participa el Presidente de la República.
2. Finalmente, se entregó la propuesta de Iniciativas estratégicas a CONACYT para alimentar el proceso de consulta del PECITI.

La “Iniciativa estratégica de prevención, detección y control de la obesidad y la diabetes Mellitus tipo 2”

Para ejemplificar el ejercicio de focalización, se presenta a continuación las ideas centrales de la Iniciativa estratégica denominada “Prevención,

detección y control de la obesidad y la diabetes Mellitus tipo 2”, correspondiente al “Programa prioritario enfermedades emergentes” (FCCT, 2013b). En la elaboración de esta Iniciativa estratégica participaron especialistas al más alto nivel técnico y ejecutivo del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Instituto Nacional de Nutrición, Médica Sur, Instituto Nacional de Genómica, Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, empresas privadas del sector farmacéutico.

El grupo partió del diagnóstico de que la diabetes tipo 2 es el principal problema de salud del país. Es la primera causa de muerte, incapacidad prematura, ceguera, insuficiencia renal y amputaciones. La prevalencia del síndrome metabólico –condición que precede a la diabetes en un alto porcentaje de los casos– es 50% en adultos, de hecho, es una de las diez razones más frecuentes de hospitalización en adultos. En 2012, se estimó que cerca de 6,9 millones de mexicanos vivían con diabetes y que aproximadamente 6 millones más aún no habían sido diagnosticados. Adicionalmente, se ha documentado que 75% de las personas que viven con diabetes no tienen un buen control metabólico de su padecimiento, por lo que están en un alto riesgo de desarrollar complicaciones. El costo de atención para el Sistema Nacional de Salud en 2012 fue de \$ 82,476 millones de pesos (US\$ 6,228 millones de dólares), alrededor del 40% del gasto total. Desafortunadamente, el modelo actual de atención de la obesidad y de la diabetes está rebasado, es costoso y es ineficaz. Si bien existen capacidades científicas en el tema en diferentes instituciones del país, se requiere investigación con impacto poblacional en el corto, mediano y largo plazo.

Hay tres problemas mayores en la atención de la diabetes en México: 1) un número elevado de casos en riesgo, 2) el diagnóstico es tardío y 3) las intervenciones que previenen las complicaciones crónicas carecen de efectividad. El abordaje de estos problemas debe ser multisectorial. El primero de los problemas se confronta con acciones que modifican el estilo de vida de la población limitando su exposición crónica a un balance energético positivo, y esto requiere acciones educativas o de la regulación de los mercados. Los otros dos problemas se asocian a causas relacionadas con el médico, el paciente y la organización de los servicios. Estas deficiencias pueden ser revertidas a mediano plazo con la implementación de intervenciones estructuradas.

El propósito general es detener el crecimiento de las epidemias de obesidad y diabetes mediante la innovación en los modelos de preven-

ción y atención de la obesidad y diabetes, generando productos, servicios, tecnologías, procesos sociales y propuestas de políticas públicas de salud. La Iniciativa está enfocada a proyectos de investigación situados en las siguientes áreas estratégicas: prevención, detección temprana, atención médica oportuna, tratamiento de estos padecimientos y sus comorbilidades.

Los productos esperados de la Iniciativa estratégica incluyen:

- Diseño y establecimiento de una cohorte representativa de la población nacional en riesgo, que incluye estudios genéticos.
- Tecnologías para prevención, diagnóstico y tratamiento.
- Un centro virtual para la cultura de prevención y atención de la obesidad y la diabetes.
- Evaluación de las políticas públicas de obesidad y diabetes.
- Disminución de la incidencia y retraso de la aparición de complicaciones.
- Propuestas de nuevas políticas públicas de salud.
- Registro nacional de los resultados de glucosa realizados en todos los laboratorios.
- Diseño de mecanismos muestrales.
- Estudios sobre patogenia de la obesidad y de la diabetes.

Cuadro 3. Justificación de la “Iniciativa de prevención, detección y control de la obesidad y la diabetes Mellitus tipo 2”

Criterio	Justificación
Creación del valor económico y social a través de la CTI	Se estima que habrá 20,1 millones de mexicanos con diabetes en 2020. Se propone desarrollar un modelo de atención eficiente y de bajo costo que permita aumentar el porcentaje de casos en control en 50% durante los próximos cinco años. Tal acción detendrá el crecimiento de los casos nuevos con complicaciones crónicas y disminuirá el costo indirecto de la diabetes en los siguientes diez años.
Potencial de mercado	Cien mil millones de pesos (7,555 millones de dólares, considerando que a 2017 se estima un costo de cien mil millones de pesos por tratamiento de la obesidad, y una inversión de cien millones ahorraría mil millones al gasto público).
Plazo de ejecución	El modelo de atención puede ser entregado en seis meses. Su implementación puede ser llevada a cabo en un año. Sus efectos sobre el desempeño de los prestadores de servicio se observarán en el año siguiente. Se esperan cambios significativos en la obtención de las metas de control y diagnóstico en tres años.
Uso de ciencia y tecnología de vanguardia, competitiva de nivel internacional	El modelo de atención tiene varios niveles de complejidad con el fin de que pueda ser implementado en unidades médicas con recursos mínimos o en un centro de referencia. Se usarán bases de datos en las que se evaluará en tiempo real el cumplimiento de los indicadores. La estrategia incluye el desarrollo de herramientas de apoyo de decisiones clínicas, las cuales se convertirán en patentes. Se estimulará la incorporación de herramientas que aumenten el apego al tratamiento y a la toma de decisiones basada en evidencias.
Conexión con la infraestructura científica y tecnológica en todo el país	Se trata de una intervención multisectorial que será ofrecida a todas las unidades médicas donde se atienden personas con diabetes. La implementación coordinada de la estrategia abre la oportunidad de colaboraciones a gran escala con científicos y tecnólogos con el fin de desarrollar modelos fármaco-económicos, investigación aplicada y nuevas modalidades de diagnóstico o tratamiento.
Contribución a la generación de científicos y tecnólogos	La estrategia contempla generar competencias específicas en el personal de salud y en los prestadores de servicio para mejorar la calidad de la atención de la enfermedad.

Impulso o fortalecimiento al desarrollo regional y estatal	Se trata de una intervención multisectorial que será ofrecida a todas las unidades médicas donde se atienden personas con diabetes. Las unidades médicas participantes se convertirán en polos de desarrollo para la realización de investigación aplicada y entrenamiento de recursos humanos.
Transversalidad y externalidades de la iniciativa	La intervención tendrá impacto en el funcionamiento de las unidades médicas, en el desempeño de los prestadores de servicio y en la generación de asesores en salud entre la población con diabetes. Por ende, la intervención modificará la calidad de la atención de las enfermedades crónicas no transmisibles.
Aprovechamiento de oportunidades existentes o potenciales	La estrategia se basa en la reorganización de los servicios que se brindan a las personas con diabetes, lo que no implica un incremento en el personal. Se analizan y optimizan los procesos de atención para evitar duplicaciones o retrasos en la prestación de los servicios. Se identifican alianzas locales que permitan el acceso a los recursos diagnósticos o terapéuticos básicos.

Fuente: (FCCT, 2013b).

La Iniciativa estratégica se plantea tres tipos de fuentes de financiamiento, de acuerdo con la etapa de evolución: 1) primera etapa: financiamiento público; 2) segunda etapa: financiamiento mixto, y 3) tercera etapa: financiamiento privado con subrogación pública.

Las metas esperadas consideran la naturaleza y dimensión del problema y se diferencian con el tiempo. Para 2018 se plantea: detener el crecimiento de la epidemia de obesidad y diabetes, aumentar 2% anual el número de pacientes con control metabólico, obtener un mejor conocimiento de los factores que inducen a la obesidad en la población mexicana, reversión de la prevalencia de obesidad en niños menores de doce años y contención de la prevalencia de obesidad en adolescentes y adultos, reducción en la prevalencia de diabetes al menos de 2% anual en el período 2016-2018, reducción en la razón de casos diagnosticados versus los casos no diagnosticados con una razón 1:0,7, modificación del marco legal sobre la información de los alimentos, introducción de marcadores objetivos para empresas y gobierno sobre el compromiso con la prevención y tratamiento de la obesidad.

Un proyecto de esta naturaleza involucra instituciones del sector salud, instituciones de educación superior, centros públicos de investigación, instituciones privadas, industria alimentaria e industria agropecuaria, y requiere adoptar un enfoque multisectorial, que incluya varios

campos de conocimiento tanto de las ciencias médicas y de la salud, como sociales, tecnológicos, entre otros.

Dificultades para definir y enfocarse en prioridades:
lecciones aprendidas

La sección II.2: “Prioridades del sector Ciencia, Tecnología e Innovación” del PECiTI 2014-2018 presenta una lista de prioridades por área, que incluye los temas abordados en las Iniciativas estratégicas, y se agregan otros temas prioritarios, y la sección III.2 incluyó una descripción de los criterios para identificar oportunidades estratégicas, que incorpora las ideas que emergieron del proyecto de Iniciativas estratégicas.

A pesar de que la propuesta emergió y fue consensuada por un amplio número de personalidades de la academia, el sector público y el sector privado, fue presentada en diferentes órganos de gobierno e incluida en el PECiTI, no se incorporó en el diseño e implementación de la política pública de CTI. Varios temas prioritarios del PECiTI –incluso algunos de las Iniciativas estratégicas– se incorporaron en la “Convocatoria de Proyectos de Desarrollo Científico para Atender Problemas Nacionales”, pero junto con un amplio listado de temas que hace que lo que podría identificarse como prioridades se diluye y permite que muchos temas queden incluidos en las convocatorias. Adicionalmente, no se enfoca a la solución de problemas sino a la producción de conocimiento en torno a esos problemas, que recuerda al viejo enfoque oferta demanda. La convocatoria de un nuevo programa de contratos de posdoctorantes en 2014, llamado “Cátedras”, se enfocó a los temas prioritarios y busca orientar la investigación de los jóvenes doctores a problemas nacionales. Todavía es muy pronto para evaluar el resultado.

La experiencia del proyecto de Iniciativas estratégicas permite extraer algunas lecciones aprendidas del proceso.

- La definición de prioridades, aunque sea resultado de un consenso entre un grupo amplio de especialistas, no refleja el punto del conjunto de comunidades del sector de CTI.
- No hay certeza del éxito en la introducción de un nuevo instrumento/programa, de hecho hay un período de aprendizaje, por lo que los formuladores de política son cautelosos para introducir nuevos instrumentos/programas. El riesgo es mayor si el nuevo

programa/instrumento no tiene por delante un horizonte de tiempo amplio dentro de la administración.

- La definición de prioridades requiere ser sustentada con recursos, para lo cual es necesario un acuerdo para asignar una parte del presupuesto total. El presupuesto asignado a prioridades no puede poner en riesgo el asignado regularmente a instrumentos/programas que permiten el incremento gradual de las capacidades de CTI. En este sentido, es menos conflictivo asignar a prioridades una parte de los incrementos del presupuesto.
- Un nuevo instrumento/programa requiere definir claramente su articulación con el entramado institucional, y enmarcarse en los acuerdos de gobernanza del sistema. El entramado institucional mexicano es moderno pero complejo, por lo que un nuevo instrumento/programa requiere la creación de nuevos comités, que deben ser administrados y evaluados, lo que hace más compleja la gestión del CONACYT.
- Un nuevo instrumento/programa que atenta contra una gobernanza basada en grupos de poder dentro del sector de CTI, que presionan para mantener el *statu quo*, tiene pocas posibilidades de éxito, o desde otro punto de vista, es necesario negociar con los grupos de poder para impulsar cambios que los puedan afectar (Dutrénit y Puchet, 2015).
- Adicionalmente, el PECiTI en México se aprueba con posterioridad a los planes sectoriales (Ministerios), por lo que una propuesta que se aprueba con posterioridad es poco relevante para las Secretarías de Estado. Estas definen sus objetivos estratégicos, que deben cumplir durante la administración, por lo que están poco interesadas en explorar nuevas propuestas, aunque estas los podrían ayudar a cumplir sus objetivos sectoriales. De nuevo, un argumento central es que “explorar es costoso”, es mejor avanzar sobre lo seguro para cumplir los compromisos asumidos.⁷

⁷ Una discusión más amplia de las características de la gobernanza del sector de CTI mexicano se encuentra en Dutrénit y Puchet (2015).

Reflexiones finales

Un argumento central en este documento es que la política de CTI no puede ser un objetivo en sí mismo, debe ser una herramienta para el desarrollo, por lo que debe haber congruencia entre la política de CTI y una política de desarrollo sostenible, tanto social como ambientalmente. Esto amplía los objetivos tradicionales de la política de CTI hacia la solución de los problemas del desarrollo, que trascienden la elevación de la productividad y la competitividad, e incluyen desafíos de la sociedad, como la inclusión social (pobreza, salud, alimentación, vivienda, etcétera), el medio ambiente, la biodiversidad, la seguridad, entre otros.

Este cambio en el foco de la política de CTI trae retos adicionales al ciclo de la política (diseño, implementación y evaluación). Una política pública de CTI se debería caracterizar por: incluir muchos actores heterogéneos, promover la generación y aplicación de conocimiento, enfocarse a la solución de problemas nacionales, adoptar una perspectiva multi-inter-transectorial, adoptar un enfoque transversal y articular sectores y políticas (la política industrial, la política agrícola, la política de salud, la política social, la política de medio ambiente, entre otras) y asegurar la participación de las comunidades involucradas. Parece necesario romper con la forma tradicional de pensar la política de CTI y demostrar con mayor contundencia las contribuciones del sistema de CTI al desarrollo, y adoptar una perspectiva de inclusión social.

Este nuevo foco discute las recomendaciones recientes del modelo analítico de la política de CTI que se promueve en el nivel internacional. Para acelerar el proceso de desarrollo, parece ser más relevante centrarse en la articulación de las políticas para buscar soluciones sostenibles e inclusivas, que discutir si los nuevos instrumentos que crean “demanda eficiente” son más útiles que aquellos orientados a estimular la oferta de conocimientos y tecnologías.

Es necesario definir prioridades en torno a los grandes problemas nacionales; sin duda también es necesario generar recursos para movilizar la economía hacia la solución de los grandes problemas nacionales. Por ello, combinar los objetivos de productividad y competitividad con aquellos asociados a los desafíos de la sociedad parece indispensable.

Para lograr un proceso de política pública en CTI es necesario pensar en nuevas formas de movilizar a las comunidades y generar consensos. Los estudios sobre las acciones colectivas han abierto nuevas formas de pensar la participación. Hay que repensar la gobernanza del sistema de

CTI, entendiendo mejor la relación entre la economía política y la política de CTI.

Finalmente, se requiere pensar el marco analítico de la política de CTI desde la realidad latinoamericana. Las políticas de CTI deberían mirar al futuro, a partir de las capacidades y condiciones existentes y de las oportunidades que se abren en el largo plazo en el contexto global. Se trata de generar pensamiento estratégico sobre las políticas de CTI en la región, para lo cual, probablemente, se requiere un esfuerzo mayor en la generación de capacidades estratégicas de diseño propio de la política de CTI. Este esfuerzo se debería abordar colectivamente.

Anexo. Prioridades del PECiTI 2014-2018

Área	Prioridad
Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión integral del agua, seguridad hídrica y derecho al agua.* • Los océanos y su aprovechamiento. • Mitigación y adaptación al cambio climático.* • Resiliencia frente a desastres naturales y tecnológicos.* • Aprovechamiento y protección de ecosistemas y de la biodiversidad.*
Conocimiento del universo	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de astronomía y de cosmología. • Estudios de física, matemáticas, química y sus aplicaciones. • Estudio de las geociencias y sus aplicaciones.
Desarrollo sustentable	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentos y su producción.* • Aspectos normativos para la consolidación institucional. • Ciudades y desarrollo urbano. • Estudios de política pública y de prospectiva.
Desarrollo tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Automatización y robótica. • Desarrollo de la biotecnología.* • Desarrollo de la genómica. • Desarrollo de materiales avanzados. • Desarrollo de nanomateriales y de nanotecnología. • Conectividad informática y desarrollo de las tecnologías de la información, la comunicación y las telecomunicaciones.* • Ingenierías para incrementar el valor agregado en las industrias. • Manufactura de alta tecnología.*

Energía	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo sustentable de energía.* • Desarrollo y aprovechamiento de energías renovables y limpias.* • Prospección, extracción y aprovechamiento de hidrocarburos.
Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Conducta humana y prevención de adicciones.* • Enfermedades emergentes y de importancia nacional.* • Medicina preventiva y atención de la salud. • Desarrollo de la bioingeniería.
Sociedad	<ul style="list-style-type: none"> • Combate a la pobreza y seguridad alimentaria.* • Comunicación pública de la ciencia. • Economía del conocimiento. • Sociedad y economía digital.* • Estudios de la cultura humana. • Migraciones y asentamientos humanos. • Prevención de riesgos naturales. • Seguridad ciudadana.*

* Corresponden a las iniciativas estratégicas.

Fuente: PECITI 2014-2018, p. 37.

Bibliografía

Abramovitz, M. (1956). "Resource and Output Trends in the United States since 1870". *American Economic Review*, vol. 46, n° 2, pp. 5-23.

——— (1986). "Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind". *The journal of economic history*, vol. 46, n° 2, pp. 385-406.

Arocena, R. y Sutz, J. (2013). "Innovation and Democratization of Knowledge as a Contribution to Inclusive Development". En Dutrénit G. y Sutz, J. (eds.), *Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo: la experiencia latinoamericana*. México; Fondo de Cultura Económica.

Bortagaray, I. y Gras, N. (2014). "Science, technology and innovation policies for inclusive development: a shifting trend in South America?". En Crespi, G. y Dutrénit, G. (eds.), *Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience*. Berlin: Springer.

- Casas, R. (2005). "Exchange and knowledge flows between large firms and research institutions". *Innovation: management, policy and practice*, vol. 7, n° 2-3, pp. 188-199.
- Casas, R.; Corona, J. M. y Rivera, R. (2014). "Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina: entre la competitividad y la inclusión social". En Kreimer, P.; Arellano, A.; Vessuri, H. y Velho, L. (eds.), *Perspectivas Latinoamericanas en el Estudio Social de la Ciencia, la Tecnología y el Conocimiento*. México: FCCT-Siglo XXI.
- CEPAL (2008). *La transformación productiva 20 años después. Viejos problemas, nuevas oportunidades*. Santiago de Chile: CEPAL/Naciones Unidas.
- Cooke, P. (2011). "Transversality and regional innovation platforms". En Cooke, P.; Asheim, B.; Boschma, R.; Martin, R.; Schwartz, D. y Tödtling, F. (eds.), *The Handbook of Regional Innovation and Growth*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Crespi, G. y Dutrénit, G. (2014). *Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience*. Berlin: Springer.
- Dutrénit, G. (2014). "Informe de actividades del período agosto 2012-julio 2014". México DF: FCCT.
- Dutrénit, G. y Puchet, M. (2015). "Tensions of STI policy in Mexico: analytical models, institutional evolution, national capabilities and governance". En Kuhlmann, S. y Ordóñez-Matamoros, G. (eds.), *International Research Handbook on Science, Technology and Innovation Policy in Developing Countries: Rationales and Relevance*. Cheltenham: Edward Elgar (en prensa).
- Dutrénit, G. y Sutz, J. (2014). *National Innovation Systems, Social Inclusion and Development. The Latin American Experience*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Edler, J. (2011). "Innovation in EU CEE: the Role of Demand- Based Policy". En Radošević, S. y Kaderabkova, A. (eds.), *Challenges for European Innovation Policy. Cohesion and Excellence from a Schumpeterian Perspective*. Cheltenham/Northampton: Edward Elgar.
- European Union (2013). *EU Research and Innovation: Tackling the Societal Challenges*. Brussels: Directorate General for Research and Innovation.
- FCCT (2013a). *Iniciativa Estratégica – Diseño y desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado*. México DF: FCCT.

- (2013b). *Iniciativa Estratégica – Prevención, detección y control de la Obesidad y la Diabetes Mellitus Tipo 2*. México DF: FCCT.
- (2013c). “Iniciativas Estratégicas de CTI para la solución de problemas nacionales prioritarios”. Documento de trabajo, México DF: FCCT.
- (2013d). “Notas sobre la estrategia de la política de CTI”. México DF: FCCT.
- Flanagan, K.; Uyarra, E. y Laranja, M. (2011). “Reconceptualising the ‘polycymix’ for innovation”. *Research Policy*, vol. 40, n° 5, pp. 702-713.
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. Londres: Pinter.
- Furtado, C. (1958). “Capital formation and economic development”. En Agarwala, A. N. y Sing, S. P. (eds.), *The Economics of Underdevelopment*. Oxford: Oxford University Press.
- (1961). *Desenvolvimento e Subdesenvolvimento*. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura.
- Georghiou, L. (2001). “Evolving frameworks for European collaboration in research and technology”. *Research Policy*, vol. 30, n° 6, pp. 891-903.
- Guston, D. H. (2000). “Retiring the social contract for science”. *Issues in Science and Technology*, (Summer) pp. 32-36.
- Herrera, A. (1971). *Ciencia y política en América Latina*. México: Siglo XXI.
- Izsák, K.; Markianidou, P. y Radošević, S. (2013). “Lessons from a Decade of Innovation Policy”. Final Report, European Union.
- Johnson, B. y Andersen, A. D. (2012). *Learning, Innovation and Inclusive Development: New perspectives on economic development strategy and development aid*. Aalborg: Aalborg Universitetsforlag. (Globelics Thematic Report, vol. 2011/2012).
- Katz, J. (ed.) (1986). *Desarrollo y crisis de la capacidad tecnológica latinoamericana*. Buenos Aires: IDB/CEPAL/CIID/UNDP.
- (2000). *Reformas Estructurales, Productividad y Conducta Tecnológica en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL/Fondo de Cultura Económica.

- Kim, L. (1997). *From Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*. Boston: Harvard Business School Press.
- Kuhlmann, S. (2001). "Future governance of innovation policy in Europe – three scenarios". *Research Policy*, vol. 30, n° 6, pp. 953-976.
- Lalics, (2014). "Declaración LALICS: Aportes desde la Ciencia, la Tecnología y la Innovación a la Inclusión Social". Montevideo.
- Lundvall, B-Å. (1992). *National System of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- Metcalf, J. S. (1995). "Technology systems and technology policy in an evolutionary framework". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, n° 1, pp. 25-46.
- Murray, F. (2002). "Innovation as co-evolution of scientific and technological networks: exploring tissue engineering". *Research Policy*, vol. 31, n° 8-9, pp. 1389-1403.
- Nelson, R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- (1994). "The Co-evolution of Technology, Industrial Structure, and Supporting Institutions". *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, n° 1, pp. 47-63.
- OCDE (2010). "The Innovation Policy Mix". En *OECD Science, Technology and Industry Outlook*, OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2010-en.
- Ostrom, E. (2005). *Understanding Institutional Diversity: from theory to practice*. Princeton: Princeton University Press.
- Prebisch, R. (1949a). "O desenvolvimento econômico da América Latina e alguns de seus problemas principais". En R. Bielschowsky (org.), *Cinquenta anos de pensamento na CEPAL*. Rio de Janeiro: Editora Record.
- (1949b). "Problemas teóricos e práticos do crescimento econômico". En Bielschowsky, R. (ed.), *Cinquenta anos de pensamento na CEPAL*. Rio de Janeiro: Editora Record.
- RICYT, (2015). <http://www.politicasciti.net/>.
- Rodrik, D. (2007). *One Economics, Many Recipes. Globalization, Institutions, and Economic Growth*. Princeton: Princeton University Press.

- (2009). “Industrial Policy: Don’t Ask Why, Ask How. Middle East”. *Development Journal*, vol. 1, n° 1, pp. 1-29.
- Sabato, J. A. y Botana, N. (1968). “La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina”. En Sabato, J. A. (ed.), *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*. Buenos Aires: Paidós.
- Sagasti, F. (1978). *Ciencia y tecnología para el desarrollo: informe comparativo central del proyecto sobre instrumentos de política científica y tecnológica (STPI)*. Bogotá: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID).
- (2011). *Ciencia, Tecnología, Innovación: Políticas para América Latina*. Lima/México: Fondo de Cultura Económica.
- Schumpeter, J. (1942). *Capitalism, socialism, and democracy*. Londres: George Allen & Unwin.
- Shinn, T. (2005). “New sources of radical innovation: research-technologies, transversality and distributed learning in a post-industrial order”. *Social Science Information*, vol. 42, p. 731.
- Smits, R.; Kuhlmann, S. y Shapira, P. (eds.) (2010). *The Theory and Practice of Innovation Policy. An International Research Handbook*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Solow, R. M. (1956). “A Contribution to the Theory of Economic Growth”. *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, n° 1, pp. 65-94.
- Teubal, M. (2002). “What is the Systems of Innovation (SI) Perspective to Innovation and Technology Policy (ITP) and how can we apply it to Developing and Industrialized Economies?”. *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 12, pp. 233-257.
- Torres, A.; Casas, R.; De Fuentes, C. y Vera-Cruz, A. O. (2014). “Strategies and governance of the Mexican system of innovation: challenges for an inclusive development”. En Dutrénit, G. y Sutz, J. (eds.), *National Innovation Systems, Social Inclusion and Development: The Latin American Experience*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Velho, L. (2005). “S&T institutions in Latin America and the Caribbean: an overview”. *Science and Public Policy*, vol. 32, n° 2, pp. 95-108.

Conclusiones

Nuevas preguntas para una nueva agenda del desarrollo

Analía Erbes y Diana Suárez

Introducción

Más de trescientas páginas atrás planteábamos que los objetivos de este libro se relacionaban con el análisis de la cuestión del desarrollo latinoamericano desde el enfoque de los sistemas nacionales de innovación. Para ello, se discutió la relación entre los procesos de desarrollo, por un lado, y la dinámica productiva, social y tecnológica, por el otro. En general, se observó que a pesar de los avances regionales registrados durante la presente década aún persisten severos obstáculos para avanzar en un sendero de crecimiento genuino, inclusivo y sustentable.

El análisis realizado por Dutrénit y Katz (2005) aporta un conjunto de hechos estilizados sobre la estructura productiva regional que sustenta lo anterior. En particular, estos autores sostienen que: 1) existe una estructura productiva sesgada hacia la industrialización de productos primarios (*commodities*) y hacia el ensamble (maquiladoras), con un bajo contenido de conocimiento en la dinámica productiva y en los productos generados; 2) los procesos productivos están muy por debajo de la frontera tecnológica internacional; 3) predominan capacidades de absorción e innovación de reducido nivel a pesar de esfuerzos crecientes realizados por los países en este sentido y 4) existe una estructura productiva dual en la que unas pocas empresas exitosas (que son las que operan en la frontera tecnológica, producen bienes de alto valor agregado, etcétera) concentran el producto sin que su desempeño sea suficiente para traccionar un aumento generalizado de la productividad.

A pesar de tratarse de una estilización de la realidad regional que tiene más de una década de antigüedad, la evidencia empírica más reciente

confirma su vigencia. Si la estrategia de desarrollo regional se propone, entre otros objetivos, el cierre de la brecha con respecto a las economías más avanzadas del mundo y mide el éxito de las acciones y políticas a partir de esto, es preciso destacar que, de acuerdo con lo que describen distintos indicadores, queda aún un largo camino por andar. Así:

- El 53% de los productos exportados por la región son primarios, lo cual implica que no existe sobre ellos ningún proceso de transformación ni de agregado de valor. Solo el solo 5% de las exportaciones están representadas por sectores de alta tecnología, proporción que se reduce al 2% si excluimos a México y al impacto de la maquila TIC en las exportaciones totales (CEPAL, 2015; WB, 2015).
- El valor agregado por la manufactura per cápita es de 578 dólares, lo que equivale al 10% de los valores registrados por los Estados Unidos (World Bank, 2015).
- Casi una de cada trecientas personas alcanza un título de grado, proporción que equivale a la mitad de lo alcanzado en los Estados Unidos. Esto se combina con inversiones en I+D que solamente representan el 0,74% del PBI, un cuarto de los valores registrados en el país del norte (RICyT, 2015).

Desde hace veinte años, la literatura asociada a la caracterización y análisis de los sistemas de innovación viene generando herramientas para comprender no solo la existencia sino también la persistencia de estas diferencias. Desde la publicación de los primeros libros sobre el enfoque y durante ese tiempo, el mundo académico ha avanzado en complejas explicaciones respecto de las limitaciones para lograr el *catch-up*, las trabas a la competitividad genuina, las fallas de los sistemas de innovación y los problemas distributivos asociados a nuestro patrón de especialización. En ese marco, también se avanzó en la identificación de los procesos históricos y estructurales que derivaron en fallas sistémicas y multicausales en el momento de consolidar un sistema de innovación al servicio del desarrollo genuino.

Algunos datos duros de la realidad permiten poner en perspectiva las implicancias de lo anterior. América Latina y el Caribe es una región que cuenta con cerca de seiscientos millones de habitantes y con un PBI de 5,8 mil millones de dólares. El PBI per cápita es de 9.600 dólares al año, un valor cinco veces menor al PBI per cápita de los Estados Unidos (RICyT, 2015). El análisis de indicadores tales como pobreza, salud y educación

torna aún más preocupante el panorama esbozado a partir del indicador anterior: 165 millones de personas viven en condición de pobreza –equivalente a todo México más toda la Argentina– de los cuales 69 millones vive en condiciones de indigencia –el tamaño poblacional de Colombia más Chile– (UIS-UNESCO, 2015). Por su parte, la tasa de mortalidad infantil promedio es de dieciocho cada mil habitantes (es decir, casi uno cada cincuenta) y alrededor de 48 millones de personas son analfabetas –equivalente a Ecuador más Venezuela– (CEPAL, 2015). En este marco, es posible afirmar que en América Latina la “cuestión del desarrollo” es un problema social que se mide en millones de personas, donde “la brecha” es más que un problema de productividad media de factores, ingreso per cápita y niveles de gasto en I+D.

La vinculación entre la realidad social y la dinámica productiva es objeto de un intenso debate al cual ha pretendido contribuir este libro. Cada uno de los capítulos concentra sus esfuerzos en la identificación de las relaciones que permiten conectar la evolución de los sistemas de innovación –y con ellos, la estructura productiva– con la mejora sistemática y generalizada en el nivel de vida. En este contexto, el objetivo de este capítulo, más que concluir, es sintetizar las principales contribuciones e identificar las preguntas que emergen a partir de dos décadas de análisis de los sistemas de innovación combinadas con más de medio siglo de análisis del desarrollo.

Así, este capítulo final se estructura en torno a cinco preguntas que son transversales a toda esta obra, para cuya respuesta pueden encontrarse ideas y argumentos dispersos en los diferentes capítulos.

¿Cuál debería ser la agenda del desarrollo?

Quizá la pregunta más importante se relaciona con la necesidad de consensuar una agenda para el desarrollo. De acuerdo con Ocampo (2012), América Latina ha sabido avanzar, en los últimos años, en tres frentes clave para la sostenibilidad del crecimiento: la reducción de la inflación, el saneamiento y control de las cuentas públicas y la combinación del crecimiento hacia adentro con salida exportadora. En el plano social, aunque también se registran avances significativos, reflejados, por ejemplo, en mejoras en el indicador de desarrollo humano, existen aún amplios sectores de la población que se mantienen marginados. Una parte significativa de ellos es resultado de las reformas neoliberales de la década de

1990 y de las dificultades para generalizar el crecimiento económico que experimentó la región durante la primera década de 2000.

A pesar de los años de crecimiento, del desendeudamiento, de la relativa estabilidad y de las mejoras en la redistribución del ingreso, la región sigue siendo la más desigual del mundo. Esto se debe a que la desigualdad en la región remite no solo al diferencial de ingresos entre estratos de la población, sino que también se manifiesta en severos problemas para el acceso de los sectores más postergados a la salud, a la educación y a la vivienda. En este marco, Ocampo (2012) sostiene que para compatibilizar el crecimiento económico con la búsqueda de igualdad, los países de la región deben complejizar su estructura productiva, avanzar en procesos de diversificación exportadora, mejorar los niveles de productividad y, muy especialmente, incrementar las capacidades garantizando el acceso equitativo a la educación formal.

Ante este diagnóstico, el enfoque de los sistemas de innovación nos ofrece dos tipos de análisis: el que establece una causalidad de la innovación (privada) hacia el desarrollo (social) y el que destaca la importancia de colocar a los grandes problemas sociales como objetivo mismo de la innovación. Cada una de estas perspectivas ha sido presentada y discutida a lo largo de este libro, aunque también se ha ejemplificado la complementariedad entre ellas a partir de su análisis integrado y de la relación que cada una sostiene con otras dimensiones relevantes, particularmente la importancia del contexto regional y de la estructura productiva (Erbes, Katz y Suárez; Arocena y Sutz; Dutrénit, Puchet y Teubal; Johnson y López; Dutrénit y Vera-Cruz). Esta complementariedad implica reconocer tanto el rol que desempeñan los sectores más intensivos en conocimiento en la generación de mayores ingresos, como la necesidad de solucionar grandes problemas de la población que no son retomados por la inversión neta-mente privada porque no son rentables. Myrdal (1973, 1974) ya sostenía que el desarrollo era la resultante de procesos de causación acumulativa: las mejoras en salud, educación y vivienda tienen un impacto económicamente perceptible y valorizable y que, a la inversa, las mejoras en la distribución del ingreso también impactan en estos indicadores de desarrollo.

Si, tal como lo plantean Ocampo y Myrdal, la agenda del desarrollo debe ser la búsqueda de equidad, y si se sostiene la complementariedad entre innovación y desarrollo, las preguntas que emergen y que habrá que responder se relacionan con el tipo de innovación que debe promocionarse. ¿Debe promoverse un proceso de cambio estructural que favorezca a los sectores tecnológicamente más complejos o, por el

contrario, el énfasis de la promoción tiene que estar en la solución innovadora para problemas básicos del desarrollo que *a priori* parecen ser tecnológicamente menos complejos? La idea de causación acumulativa enfatiza en la necesidad de combinar las ideas de derrame tecnológico y tracción social para resolver esta aparente contradicción, la cual constituye un desafío tanto para los académicos que buscan explicaciones como para los hacedores de política que desarrollan instrumentos que les permitan operar sobre la realidad. Desde luego, superar esta dicotomía implica pensar cómo se tienden puentes entre academia y política y cómo se superan los obstáculos a la interacción.

¿Cómo construir teoría y contrastarla empíricamente?

La segunda pregunta se relaciona con el rol de la investigación en la agenda para el desarrollo. Tal como se señaló en los primeros capítulos de este libro, los abordajes teóricos del enfoque de los sistemas de innovación se debaten entre la idea del desarrollo de los sistemas y la de los sistemas para el desarrollo. La primera de estas concepciones está ligada a la hipótesis del derrame tecnológico, mientras que la segunda se relaciona con la importancia de la tracción desde el plano social. Sea cual fuere la posición que se adopte, desde la teoría se coincide en señalar que se trata de fenómenos complejos que implican dinamismo, coevolución y relaciones policausales. Ahora bien, ¿cómo se abordan estos fenómenos de manera empírica?

Las técnicas más avanzadas de análisis de datos se basan en sistemas de información que también son complejos y dinámicos, y que combinan una multiplicidad de fuentes. En nuestra región, el énfasis en la comparabilidad internacional, antes que en la comprensión de la especificidad de los procesos internos, coloca a los investigadores en la posición de adaptar los esquemas concebidos en países de otras regiones. El resultado de esto es pedirles a las encuestas, primero, y a las bases de datos, después, que respondan preguntas para las que no fueron concebidas. Como consecuencia, las investigaciones redundan en extensas disquisiciones sobre las limitaciones de la propia investigación y en aclaraciones sobre el alcance de los resultados. En la mayoría de los casos, se agrega a las conclusiones la necesidad de complementar el análisis con enfoques cualitativos.

De la misma manera, el análisis cualitativo ha avanzado significativamente, casi sin distinción entre el mundo desarrollado y en desarrollo. También aquí las tecnologías y técnicas han dado lugar al despliegue de

metodologías y estudios que permiten una profunda comprensión de los fenómenos de la innovación y su relación con el desarrollo. No obstante, estos tampoco se encuentran exentos de limitaciones, en especial dada la naturaleza anecdótica de los casos y las dificultades para reproducir las conclusiones, e incluso las prescripciones que se derivan de estos estudios, en otros momentos y realidades.

Varios capítulos incluidos en este libro recogen estos problemas metodológicos –algunos de manera exclusiva– como parte de sus objetivos (Olivari y Stubrin; Natera). De su lectura integrada se deriva el desafío de avanzar en análisis más robustos que se transformen en el punto de partida para la construcción de nueva teoría. En algún momento entre los libros originales de Lundvall y Nelson de principios de los noventa y los análisis robustos y complejos del último lustro, la búsqueda de la teoría y de la conceptualización parecería haberse perdido en la construcción de modelos econométricos. A su vez, este abordaje simplista, sustentado más en técnicas estadísticas que en ideas, ha sido ubicado en el lugar de las “verdades universales” que son extrapolables a cualquier realidad en cualquier momento. Del mismo modo, la preocupación de Freeman por explicar el caso japonés o la de Edquist respecto de la necesidad de formalizar el enfoque se han convertido en estudios cuyo principal objetivo es capturar generalidades y proponer taxonomías.

En este marco, se requiere encontrar un camino alternativo, original y propio, que permita superar las limitaciones de información de nuestra región y que, al mismo tiempo, nos coloque en la senda de la discusión teórica, profunda y consciente respecto del rol de la investigación en general y de la asociada a los sistemas de innovación en particular, en los procesos de desarrollo. Las características y el rol que asuma la academia en este sentido se vuelve crucial: deberá avanzar en investigaciones que generen discusiones relevantes en la frontera del conocimiento y, al mismo tiempo, que contribuyan al análisis de la realidad local y al diseño de políticas para el desarrollo. Esto nos lleva a la tercera pregunta, relativa a la relación entre lo nacional y lo global.

¿Cuál es el rol de lo nacional en contexto global?

El mundo que rodea a Latinoamérica hoy no es el mismo que vieron Sabato y Botana o incluso Freeman. La necesidad de articulación entre los diferentes espacios en los que se manifiesta y construyen los procesos

de desarrollo es mucho mayor que en el pasado, lo que fuerza también a una mayor interacción entre lo global y lo local. En el marco de los sistemas de innovación esto ha redundado en intervenciones que, después de largas argumentaciones, han logrado justificar –y con gran éxito– la relevancia de lo nacional, lo sectorial y lo regional, aún en un contexto global. En esta obra se ha abordado además la importancia de comprender los procesos de innovación como el resultado articulado de diferentes planos y no solo como consecuencia de lo que sucede en el nivel nacional (Orozco), como tantas veces se le ha criticado al enfoque.

En este marco de interdependencias, la estructura productiva (los agentes económicos), la comunidad académica y las políticas públicas no solamente deben interactuar, sino que también es importante que articulen las demandas y las oportunidades globales con las locales. A partir de los aportes realizados en este libro, es importante retomar algunas cuestiones que permitan comprender cómo los diferentes espacios entre lo global y lo local impactan en los principales actores que configuran, mediante sus relaciones, los sistemas nacionales de innovación.

En relación con la estructura productiva, en este libro se ha sostenido la necesidad de iniciar un proceso de cambio estructural que permita incrementar la importancia de los bienes intensivos en conocimiento entre los producidos y exportados, y esto implica que las empresas locales formen parte de los eslabones de mayor valor agregado en las cadenas de producción y distribución internacionales. De manera simultánea, se requiere buscar mejoras tecnológicas que incrementen la productividad de los sectores tradicionales, teniendo en cuenta que son estos los que explican la mayor parte del empleo y del producto. Aunque menos tratado a lo largo de la obra, pero señalado en el inicio de este capítulo, también se ha reconocido la importancia de combinar el crecimiento hacia dentro –la expansión de la demanda interna– con la salida exportadora. Esto implica que la inserción de los bienes y servicios producidos en los flujos mundiales de comercio es una condición necesaria pero no suficiente para que el proceso de cambio estructural sea exitoso. La articulación de los nuevos sectores con la demanda interna y con las actividades preexistentes es una condición básica para el derrame de los beneficios generados por el progreso tecnológico.

Un razonamiento análogo aplica a la relación entre lo nacional y lo global en el plano académico. Tal como se señaló, la academia debe discutir en la frontera del conocimiento con las metodologías y objetos que se discuten y utilizan en el nivel internacional. No obstante, también debe

ser capaz de dar respuesta a problemas nacionales y regionales, con los instrumentos e insumos que se dispone en estos ámbitos. Si se dejara de discutir en la frontera, se corre el riesgo de perder de vista la brecha que debe cerrarse e incluso, los logros alcanzados en este sentido y el camino que aún resta recorrer. Pero cuando el eje del análisis es el desarrollo, el analista debe buscar soluciones a problemas que son específicos, idiosincrásicos, muchos de los cuales han desaparecido como objeto de estudio en la frontera y esto fuerza nuevamente al estudio y la comprensión de los procesos locales y nacionales. En definitiva, para “gestionar” equilibradamente lo global y lo local, es preciso volver al propio camino de desarrollo. Los académicos, los científicos sociales, cuentan con un mayor margen para innovar, para ser creativos y para identificar senderos propios que permitan alcanzar el desarrollo. Esta característica es particularmente relevante en la diferenciación respecto de los agentes económicos, en que la configuración del paradigma tecnoproductivo imperante condiciona el desarrollo de la creatividad dentro de sus mismos márgenes.

Finalmente, esta interacción entre lo nacional y lo global también atañe a la política pública. Mientras que la estructura debe ser capaz de “subirse a la ola” y la academia de buscar el camino alternativo, la política debe poder adaptarse al cambio. Asumiendo que el desarrollo se logra a través de mejoras en la equidad, las formas de alcanzar este objetivo cambian de acuerdo con determinantes políticos, económicos, culturales y sociales que también tienden a modificarse. Por ejemplo, el contexto de expansión de las políticas de protección y desendeudamiento de principios del siglo XXI en Latinoamérica será diferente del que se observe como consecuencia de la crisis financiera internacional de 2008, o la superación de la crisis presente en los países del sur de Europa. Tampoco será lo mismo el contexto global ya sea que avancen o no posiciones más a la derecha o la izquierda. El levantamiento del histórico bloqueo a Cuba, la situación internacional en la lucha contra el terrorismo, la posición de Estados Unidos respecto del gobierno de Venezuela, la deuda Argentina o los conflictos políticos en Brasil determinarán entornos diferentes. También serán diferentes las formas en que se reciba internamente la política pública y lo que se espere del Estado. Así, tanto como avanza la tecnología y tanto como se acumula conocimiento, cambia el contexto en el que se diseñan y aplican las políticas. Es decir, la política persigue un “blanco móvil” y como tal debe ser capaz de responder al cambio (Pérez). Cualquiera sea el sentido del cambio, si la política debe adecuarse, entonces es preciso avanzar en esquemas experimentales de promoción de la innovación y el desarrollo.

¿Cómo articular la agenda de políticas para la innovación y el desarrollo?

En distintos capítulos de este libro se plantea la necesidad de implementar políticas públicas orientadas a resolver los diferentes bloqueos a la innovación y el desarrollo (Katz; Yoguel, Pereira y Barletta; Dutrénit y Vera-Cruz), en un contexto amplio de articulación con otras acciones de promoción y regulación. Desde el enfoque de los sistemas de innovación, se enfatiza la importancia de la política de ciencia, tecnología e innovación y, en menor medida, de la política educativa. En ese marco, suele hacerse referencia a “la política” como un constructo que es resultado de un único organismo del sector público, con una agenda única y libre de conflictos. Esta obra plantea la construcción política como la consecuencia de una puja de intereses, de agendas y de actores en la que el sector público juega un rol preponderante, pero no es el único agente relevante. La importancia de este sector en la planificación e implementación de la política pública requiere avanzar en procesos de articulación que contribuyan a profundizar el impacto de las acciones desarrolladas. En particular, podemos destacar tres espacios de acción bien determinados.

En primer lugar, y quizá la cuestión más evidente, es la necesidad de avanzar en esquemas que permitan la experimentación. Si los contextos internos y externos cambian y si la problemática del desarrollo resulta un tema complejo, entonces, es preciso desarrollar esquemas de intervención que permitan la articulación de políticas en distintos planos desde su diseño y el ajuste en su monitoreo. Esto implica que el financiamiento para la promoción de la innovación que en otras regiones resulta suficiente, en el caso latinoamericano debe estar acompañado por políticas complementarias en el ámbito nacional y subnacional que permitan, por ejemplo, explotar, mejorar y multiplicar buenas prácticas, muchas de ellas específicas y poco extrapolables, pero con un amplio potencial para contribuir a procesos de desarrollo. Aquí las preguntas que surgen son cuáles son los elementos nacionales que cuentan con mayor potencial de desarrollo y cómo se los podría expandir.

En segundo lugar, se observó que la innovación es el emergente de un proceso más complejo de generación y acumulación de conocimiento. En consecuencia, cabría preguntarse en qué medida la política de innovación contribuye tanto a que se desarrollen las condiciones necesarias para que tengan lugar los procesos de aprendizaje, como a que se gene-

ren las capacidades que requiere la innovación en los individuos, en las empresas y también en las instituciones.

En tercer lugar, debido a la estrecha relación entre la innovación y el desarrollo (y también entre la innovación y cada uno de los determinantes del desarrollo), es difícil pensar que la política de innovación es un atributo exclusivo de los ministerios de ciencia y tecnología o que la política educativa es una función que solo atañe al ministerio de educación, o que la política industrial puede estar desvinculada del sistema de compras públicas. La pregunta que se deriva de este cuestionamiento apunta a cómo construir esquemas interministeriales, interdisciplinarios e interjurisdiccionales que permitan avanzar en el diseño e implementación de una única agenda de política que integre los múltiples objetivos que debe afrontar un gobierno y las múltiples demandas que llegan desde cada sector de la sociedad.

¿Sistemas de innovación para o desde Latinoamérica?

Finalmente, sostuvimos que el eje de las discusiones y argumentaciones presentadas está puesto en la región latinoamericana. A partir de allí se avanzó en discusiones sobre el enfoque de los sistemas de innovación, considerando principalmente su potencial para contribuir a explicar y superar la condición de subdesarrollo. Los antecedentes desarrollistas en la región, la cuestión de los recursos naturales, la historia e idiosincrasia y los problemas que deberían superarse en el corto plazo fueron los elementos que justificaron la necesidad de una discusión regional del enfoque y una identificación más clara que en la perspectiva original de la relación entre este enfoque y la teoría del desarrollo.

Después del recorrido realizado, una de las principales inquietudes que aún queda por responder es cuánto de lo discutido en este libro constituye una contribución general al desarrollo y cuándo es, de hecho, refleja solamente un “problema” latinoamericano. En otros términos, se ha dicho que el subdesarrollo latinoamericano es diferente del que puede observarse en África o Asia, pero ¿cuánto del impacto de los recursos naturales aplica a los países de esas regiones? Del mismo modo, ¿cuánto de nuestra historia reciente serviría para explicar las crisis en España o Grecia en el contexto de políticas de ajuste y estabilización?

Es cierto que nuestro recorte de la realidad latinoamericana nos ha permitido avanzar en propuestas teóricas y metodológicas minimizando

los considerandos y las limitaciones que podrían surgir si se hablara de desarrollo en general. No obstante, mucho de lo que se ha discutido en los capítulos aplica para los países de menor desarrollo relativo en general, sean estos miembros o no de la OECD y se localicen en el Norte o el Sur del planeta. La necesidad de un camino propio, de reconocer la historia, de articular lo nacional con lo internacional, muy probablemente sea relevante en el análisis de cualquier país del mundo y, en ese sentido, esta obra ha pretendido contribuir al debate internacional respecto de la necesidad de pensar la innovación como un medio para la mejora generalizada en el nivel de vida de la población. De esta manera, el aporte realizado en este libro al debate sobre el desarrollo no se sustenta en la búsqueda de explicaciones y en el análisis empírico raramente generalizable. Por el contrario, se enfoca en la discusión crítica tomando como punto de partida los conceptos y las herramientas que provee el enfoque de los sistemas nacionales de innovación y que pueden articularse para comprender la cuestión del desarrollo.

Bibliografía

- CEPAL (2015). CEPALSTAT Estadísticas de América Latina y el Caribe. http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/Portada.asp.
- Dutrénit, G. y Katz, J. (2005). "Innovation, growth and development in Latin-America: Stylized facts and a policy agenda". *Innovation: Management, Policy & Practice*, vol. 7, n° 2-3, pp. 105-130.
- Myrdal, G. (1973). "Equity and growth". *World Development*, vol. 1, n° 11, pp. 43-47.
- (1974). "What Is Development?". *Journal of Economic Issues*, vol. 8, n° 4, pp. 729-736.
- Ocampo, J. A. (2012). *La historia y los retos del desarrollo latinoamericano*. Santiago de Chile: CEPAL.
- RICyT (2015). Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología. www.ricyt.org.
- UIS-UNESCO (2015). UNESCO Institute for Statistics Data Base. <http://stats.uis.unesco.org>
- World Bank (2015). World Bank Database. <http://microdata.worldbank.org>.

La colección **Ciencia, Innovación y Desarrollo** se propone reunir la producción académica relacionada con las ciencias básicas y aplicadas, el desarrollo tecnológico, la innovación, el emprendedurismo y el desarrollo.

Este libro surge del esfuerzo conjunto de pensadores latinoamericanos a los que les preocupan más los sistemas de innovación como medio para el desarrollo que el desarrollo de los sistemas de innovación. Geográficamente se circunscribe a Latinoamérica porque, si bien se reconoce la existencia de especificidades nacionales y el rol que tienen en el mundo capitalista, se sostiene la importancia de elementos regionales comunes y, en especial, desafíos comunes que solo pueden ser superados a partir de una estrategia regional.

Se trata de una contribución que se propone explicitar las principales preguntas que se deben responder en el mediano plazo para avanzar en el sendero de desarrollo, al mismo tiempo que resalta tanto los elementos vigentes del enfoque como aquellos que deben ser rediscutidos ante los desafíos actuales. No pretende ser un manual; por el contrario, cada capítulo propone una discusión de las preguntas planteadas. Como marco teórico general, retoma el enfoque de los sistemas de innovación y, sobre esta base, se espera que contribuya a un debate crítico que permita repensar los sistemas de innovación a la luz de la realidad latinoamericana.

Universidad Nacional
de General Sarmiento



Libro
Universitario
Argentino

