

Teoría de la innovación: evolución, tendencias y desafíos

Herramientas conceptuales
para la enseñanza y el aprendizaje

Diana Suárez, Analía Erbes
y Florencia Barletta
(compiladoras)

Colección Ciencia, innovación y desarrollo



EDICIONES
COMPLUTENSE

EDICIONES **UNGS**



Universidad
Nacional de
General
Sarmiento

Teoría de la innovación: evolución, tendencias y desafíos
Herramientas conceptuales para la enseñanza
y el aprendizaje

Diana Suárez, Analía Erbes y Florencia Barletta
(compiladoras)

**Teoría de la innovación:
evolución, tendencias y desafíos**
Herramientas conceptuales
para la enseñanza y el aprendizaje



EDICIONES
COMPLUTENSE

EDICIONES **UNGS**



Universidad
Nacional de
General
Sarmiento

Teoría de la innovación: evolución, tendencias y desafíos : herramientas conceptuales para la enseñanza y el aprendizaje / Diana Suárez... [et al.] ; compilado por Diana Suárez ; Analía Erbes ; Florencia Barletta. - 1a ed.- Los Polvorines : Universidad Nacional de General Sarmiento ; Madrid : Ediciones Complutense, 2020.

Libro digital, PDF - (Ciencia, innovación y desarrollo ; 14)

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-630-481-8

1. Innovaciones. 2. Desarrollo Tecnológico. 3. Desarrollo Industrial. I. Suárez, Diana, comp. II. Erbes, Analía, comp. III. Barletta, Florencia, comp.
CDD 658.4063

EDICIONES **UNGS**

© Universidad Nacional de General Sarmiento, 2020
J. M. Gutiérrez 1150, Los Polvorines (B1613GSX)
Prov. de Buenos Aires, Argentina
Tel.: (54 11) 4469-7507
ediciones@campus.ungs.edu.ar
ediciones.ungs.edu.ar

© Ediciones Complutense, 2020
Pabellón de Gobierno
Isaac Peral s/n, 28015 Madrid
Tel.: 913 941127
info.ediciones@ucm.es
<http://www.ucm.es/ediciones-complutense>

Diseño gráfico de colección: Franco Perticaro
Diseño de tapa: Daniel Vidable
Diagramación: Eleonora Silva
Corrección: Miriam Andíñach



Licencia Creative Commons 4.0
Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada (by-nc-nd)



Libro
Universitario
Argentino

Índice

Introducción. Enseñanza, aprendizaje y teoría de la innovación <i>Florencia Barletta, Analía Erbes, Diana Suárez</i>	11
SECCIÓN I	
PRINCIPALES CONTRIBUCIONES A LA TEORÍA DE LA INNOVACIÓN	
Capítulo 1. La teoría moderna de la innovación y sus antecedentes en el pensamiento económico <i>Jorge Motta y Hernán Morero</i>	23
Capítulo 2. ¿Por qué las empresas difieren y cómo eso importa? <i>Richard Nelson</i>	71
Capítulo 3. Capacidades nacionales en los procesos de innovación <i>José Miguel Natera</i>	103
Capítulo 4. Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecnoeconómicos <i>Carlota Pérez</i>	133
Capítulo 5. Sistemas nacionales de innovación: antecedentes y debates <i>Analía Erbes y Diana Suárez</i>	161

Capítulo 6. Aprendizajes sobre la formulación de la política de CTI en América Latina y el Caribe	
<i>Gabriela Dutrénit y Martín Puchet</i>	197

SECCIÓN II

INNOVACIÓN EN LA PRÁCTICA: SOBRE LOS ACTORES Y PROCESOS

Capítulo 7. El proceso innovativo en el nivel de la firma: teoría y empiría	
<i>Florencia Barletta, Diana Suárez y Gabriel Yoguel</i>	235

Capítulo 8. Procesos de aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas en el nivel de empresa	
<i>Gabriela Dutrénit, Arturo Torres y Alexandre O. Vera-Cruz</i>	265

Capítulo 9. Paradigmas tecnológicos, regímenes y trayectorias: industria manufacturera y de servicios en una nueva taxonomía de patrones sectoriales de innovación	
<i>Fulvio Castellacci</i>	303

Capítulo 10. La visión sistémica del emprendimiento y el ecosistema emprendedor	
<i>Juan Federico, Sabrina Ibarra García y Hugo Kantis</i>	341

Capítulo 11. Una visión crítica del concepto de transferencia tecnológica y de conocimiento	
<i>Jeffrey Orozco</i>	381

Capítulo 12. Innovación, internacionalización y cadenas globales de valor	
<i>Isabel Álvarez, Raquel Marín y Nadia Albis</i>	403

Capítulo 13. Industrias de recursos naturales como plataforma para el desarrollo de nuevas actividades innovadoras	
<i>Anabel Marín y Lilia Stubrin</i>	445

**Capítulo 14. Innovación, territorio y desarrollo:
implicaciones analíticas y normativas del concepto de *arreglos*
y sistemas productivos e innovativos locales**

Helena Lastres, José Cassiolato, Marcelo Matos y Marina Szapiro477

SECCIÓN III

ALGUNOS EJES DEL DEBATE SOBRE INNOVACIÓN Y DESARROLLO

**Capítulo 15. Las políticas orientadas por misiones:
el debate en los países centrales y su aplicación
en el contexto de países en desarrollo**

*Pablo Lavarello, Mariana Minervini,
Verónica Robert y Darío Vázquez* 511

**Capítulo 16. Crecer a partir de recursos naturales.
Aspectos macro y microeconómicos, temas regulatorios
y el nuevo debate sobre “derechos ambientales”.
Teoría y políticas públicas**

Jorge Katz..... 545

**Capítulo 17. Hacia una teoría de la convergencia
económica basada en el conocimiento**

Keun Lee571

**Capítulo 18. Leyendo a Freeman cuando han desaparecido
las escaleras para el desarrollo**

Rodrigo Arocena y Judith Sutz.....605

Conclusiones. Desafíos para la teoría de la innovación

Florencia Barletta, Analía Erbes y Diana Suárez631

Introducción

Enseñanza, aprendizaje y teoría de la innovación

Florencia Barletta, Analía Erbes, Diana Suárez
Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento

Innovación, conocimiento y desarrollo

En 1912, Joseph Schumpeter definió la innovación como la introducción exitosa de un producto nuevo o una nueva práctica productiva en el mercado, que desplaza productos y/o prácticas obsoletas que permiten procesos recurrentes de lo que denominó “destrucción creativa”. En trabajos posteriores de otros autores que retomaron la obra de Schumpeter, esta definición se fue acotando hasta incluir casi con exclusividad a la innovación tecnológica que se desarrolla en el ámbito de la firma, mientras que se aceptó de manera generalizada que la innovación se refiere a algo nuevo y mejor que permite el ahorro de recursos, el despliegue de nuevas actividades o una combinación de las anteriores. Previo a Schumpeter, cabe reseñar la importancia de los aportes que realizaron tanto Adam Smith en 1778, sobre los diferentes modos de producción de conocimiento, como Karl Marx en 1872, sobre la competencia capitalista, para la posterior caracterización y desarrollo de los procesos de innovación. En otras palabras, es extensa la cabida que tiene en el pensamiento económico el cambio tecnológico y su impacto en el proceso capitalista.

En la actualidad, nadie duda del rol de la innovación y la producción de conocimiento para alcanzar elevados niveles de competitividad y para generar procesos de crecimiento y desarrollo. Como consecuencia de ello, la innovación se ha convertido en una actividad recurrente, desarrollada de manera más o menos sistemática, en el marco de operatoria de las

empresas, las industrias, las regiones y los países. De manera complementaria, en el ámbito académico, se fueron extendiendo las investigaciones en torno al fenómeno de la innovación (primero para el desarrollo de conceptos y más tarde para la presentación de evidencia empírica) y, a partir de esto, han proliferado las revistas especializadas. Sin embargo, en el ámbito de la enseñanza, la teoría de la innovación ocupa un lugar marginal. Más precisamente, es poco habitual introducir las ideas de los principales referentes de este campo de estudio en las asignaturas obligatorias de las carreras de grado y posgrado, en economía en particular, y vinculadas con las ciencias sociales, en general. Este retraso se evidencia también en la generación de materiales que complementen las enseñanzas en este campo teórico.

Este libro retoma la acepción original del concepto aportado por Schumpeter en 1912 y que remite en esencia a la innovación que se produce en la firma, aunque ello no implique asumir necesariamente que sea esta la que desarrolla en exclusiva el proceso innovativo. Por ello, proponemos una discusión sobre las formas, los actores, las relaciones y los procesos que intervienen en la generación de innovaciones. El resultado de ello es un abordaje complejo, multidimensional y dinámico, que se sustancia en la integración de perspectivas y dimensiones, y que reconoce la existencia de transformaciones y reconfiguraciones del fenómeno como elementos centrales en la construcción teórica.

La relevancia asignada a la innovación en ese marco, sin embargo, no la constituye como un fin en sí mismo, sino que se trata de un medio, de una herramienta que evidencia cada vez mayor capacidad para transformar a la sociedad y a la economía de los países mediante la mejora generalizada y sistemática del nivel de vida de todas las personas. De esta manera, la innovación es un vehículo central para motorizar el desarrollo. Por este motivo, de manera deliberada se ha buscado que cada capítulo contenga las implicancias para el desarrollo que presenta el tema analizado, en especial porque este no es un análisis que surja naturalmente en la discusión académica y política. Más aún, en la práctica tienden a imponerse trabajos empíricos, abocados a los temas más recientes de estudio, al tiempo que se descuidan análisis más complejos acerca de las relaciones de causa, efecto y retroalimentación.

En Iberoamérica –particularmente en América Latina– existen contribuciones conceptuales que fundamentan la importancia de los procesos de industrialización, de agregación de valor, de cambio estructural y de búsqueda de mejoras tecnológicas y organizacionales para el desarrollo.

Estas contribuciones, realizadas principalmente por la tradición estructuralista, han complementado en las últimas décadas a la teoría de la innovación, lo que ha permitido la generación de un cuerpo de conocimientos que incluye esa mirada particular sobre el desarrollo. Se suma a ello el aprendizaje que supone más de un siglo de desarrollo truncado, lo cual demanda, hoy más que nunca, seguir discutiendo alternativas para acordar una agenda del desarrollo. Así, teoría, práctica y política para entender la innovación como motor del desarrollo son los ejes que guían los capítulos que se compilan en este libro.

Con este marco, la selección realizada sobre los tópicos asociados con la teoría de la innovación se fundamenta en la relevancia que tiene cada uno de ellos para explicar el proceso de creación de nuevo conocimiento. Los temas que seleccionamos se relacionan con la dimensión teórica de la innovación, con su análisis en la práctica y con la manera en que ambas cuestiones repercuten sobre las recomendaciones y el quehacer mismo de la política, con un marco en que se entiende que el fin último es la contribución que todo ello pueda hacer al desarrollo latinoamericano.

Objetivos de la obra: la enseñanza como motivación

Este libro forma parte de las actividades de la Red Latinoamericana para el Estudio de los Sistemas de Aprendizaje, Innovación y Construcción de Competencias (LALICS). La red LALICS agrupa a pensadores dedicados al análisis teórico y empírico del rol que desempeña la innovación en los procesos de desarrollo, preocupación que se plasma tanto en actividades de investigación como de formación. Asimismo, este libro se ha visto posibilitado por el apoyo de la Secretaría General Iberoamericana (SEGIB), el Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI), de la Universidad Complutense de Madrid y el Instituto de Industria (IDEI) de la Universidad Nacional de General Sarmiento, los que aportaron su apoyo financiero e institucional para el despliegue de actividades colaborativas que permitieron la redacción y articulación de los capítulos.

La compilación de trabajos que se presenta en este libro se propone articular las dos actividades que atraviesan a las diferentes instituciones y actores involucrados en la obra: formación e investigación. En consecuencia, los capítulos recogen no solamente los debates internacionales más relevantes sobre temas centrales en el campo de la teoría de la innovación, sino fundamentalmente las especificidades de esas y otras

discusiones que necesitan ser reconocidas y reflexionadas junto con las nuevas generaciones de estudiantes en su proceso de formación. Dado el devenir del quehacer científico, cada vez es más frecuente enseñar con artículos originales porque allí se publica la discusión en la frontera del conocimiento; esto convierte a los programas de las asignaturas en una compilación *ad hoc* de textos escritos con múltiples motivaciones, pero enfocados todos en la discusión con pares. Este modo de enseñanza coloca a nuestros estudiantes frente a la necesidad de reconstruir conceptos centrales entre líneas de trabajos que fueron pensados en el marco de discusiones entre académicos, que son publicados en revistas especializadas (generalmente en inglés) y que solo excepcionalmente tienen en cuenta a los investigadores y *policy makers* en formación como un público objetivo.

Las consecuencias de lo anterior sobre el proceso de formación son múltiples. Entre las principales, vale mencionar, primero, que la presentación de conceptos en un marco de discusiones más amplias dificulta su comprensión y aprehensión por parte de quienes están iniciando su camino en el estudio de estos temas. En segundo lugar, aun cuando se atendiera a esas discusiones, muchas veces estas carecen de contexto histórico-tempo-espacial y asumen una linealidad en la formulación y aplicación de las ideas que trasciende cualquier especificidad nacional y regional. En tercer lugar, y como resultado de lo anterior, se obtiene una visión –la de los países históricamente referenciados como productores de conocimiento– que limita la utilización de estas ideas y conceptos en países de menor desarrollo relativo (y en sus empresas, organizaciones de ciencia y tecnología y sistemas de innovación) en tanto condiciona la introducción de especificidades reconocidas y validadas internacionalmente en la producción conceptual.

El objetivo de este libro es precisamente llegar a tender puentes entre la discusión en la frontera del conocimiento y la presentación de los conceptos y relaciones básicas de la teoría, y las implicancias para el análisis de la realidad latinoamericana. En otros términos, la producción científica original es clave para una enseñanza que busque discutir y transferir el estado del arte de los múltiples temas que aborda la teoría de la innovación. Sin embargo, consideramos que las características antes mencionadas de la producción científica actual demandan de la producción de material complementario que permita despertar el pensamiento crítico desde la realidad de la región.

Este libro recoge un conjunto de temas que son fundamentales para cursos de formación en teoría de la innovación, debido a que se centra en

la presentación de los principales debates en la materia que son particularmente de interés para las economías latinoamericanas. Así, la selección de temas responde a nuestra experiencia en la docencia, pero también a las discusiones de política tecnológica y estrategia de desarrollo que pueden leerse en los planes nacionales de ciencia, tecnología e innovación y en las cumbres ministeriales. Desde luego, se trata de un recorte arbitrario, que necesariamente deja fuera otros temas que podrían ser igualmente revelantes (por ejemplo, innovación abierta e industria 4.0). A este respecto, este libro se asume como un complemento para la enseñanza, pero también como un complemento para la enseñanza que deberá ser articulado con trabajos previos y posteriores de estos y otros académicos preocupados por la innovación y el desarrollo.

Los capítulos están dirigidos a estudiantes de grado y posgrado que transitan su recorrido en el estudio de estos campos de conocimiento. En este sentido, a lo largo de toda la obra, se privilegió una escritura que concilia el abordaje sistemático (conceptual y, en menor medida, metodológico) de cada tema, con la discusión más actualizada de sus implicancias para la cuestión del proceso innovativo y el desarrollo. El foco está puesto en la discusión teórica y conceptual más que en el abordaje empírico, no porque ello no sea relevante sino porque es preciso discutir las bases de qué medir antes de enfrentarnos a lo que es medible.

Este es un libro que busca convocar al debate y a la reflexión. El objetivo que se persigue no es, por lo tanto, presentar verdades absolutas ni leyes fundamentales. Ningún libro debería leerse en esos términos. Cada capítulo se focaliza en presentar las principales preguntas relacionadas con el tema abordado, en generar discusiones críticas respecto de lo que se ha escrito e incluso discutido en otros contextos, en identificar las necesidades de formulación teórica y en generar algunas ideas sobre cómo cerrar esa brecha.

En resumen, se trata de una compilación de temas estructurados con el fin de presentar de manera ordenada el conjunto de elementos que determinan la manera en la que ocurre y se manifiesta la innovación. En este sentido, se entiende a la innovación como proceso, un proceso que es social e histórico, con una clara impronta económica en sus resultados e impacto, pero que se extiende más allá y se vincula estrechamente con las diferentes trayectorias de desarrollo. Es un proceso que resulta de inversiones en conocimiento pero que está fuertemente determinado por la acumulación de capacidades y la creación de competencias. Por lo tanto, son las personas como unidad mínima y las instituciones como el

agregado de reglas y rutinas, un aspecto fundamental de ese proceso. Este es el espíritu del libro y el hilo conductor de cada uno de los capítulos.

Estructura de la obra y contenidos: la problematización como herramienta

Teoría de la innovación: evolución, tendencias y desafíos se estructura en tres secciones, más una introducción y al final las conclusiones. La primera sección, “Principales contribuciones a la teoría de la innovación”, presenta una discusión general sobre la teoría de la innovación, desde sus bases y fundamentos hasta los abordaje más actuales. En el capítulo 1, Jorge Motta y Hernán Morero revisan la teoría de la innovación en la historia del pensamiento económico. Se presentan aquí los elementos básicos de la teoría de la innovación que son introducidos luego en los capítulos siguientes. El capítulo busca también disparar el análisis crítico en cuanto revisa los supuestos explícitos e implícitos y la ontología de la moderna teoría de la innovación, en particular, en relación con el *mainstream* o corriente principal.

Seguidamente se incluye una traducción del clásico artículo de Richard Nelson de 1990, sobre por qué las firmas difieren y por qué ello importa, más un *postscriptum*. Este trabajo fundacional de la teoría de la innovación cuestiona la visión principal de la teoría económica sobre las firmas y presenta una discusión sobre el proceso innovativo y cómo la estrategia, la estructura y las capacidades de las firmas explican un mercado en que la microheterogeneidad es la regla y no la excepción. En el *postscriptum*, Nelson revisa los conceptos originales dados los avances en la medición y los desafíos para la teoría y la práctica.

Como ya se ha mencionado, la cuestión de las capacidades es un elemento central en la explicación del proceso innovativo y de ahí que se dedica un capítulo exclusivamente a su presentación y análisis en relación con el crecimiento y desarrollo. El capítulo de José Miguel Natera explora el concepto mismo de capacidades en el plano nacional, que van mucho más allá de la simple agregación de capacidades individuales y empresariales. En concreto, se analizan los conceptos de capacidades tecnológicas, de innovación, de absorción y sociales, y se discuten alternativas para operacionalizarlas.

A continuación, el capítulo de Carlota Pérez (traducido del original en inglés) presenta y discute su clásico concepto de paradigma tecnoeconómico.

mico, para revisarlo a la luz del estado actual del conocimiento. El capítulo ubica el concepto en el contexto de la teoría de la innovación y en su relación con las revoluciones tecnológicas. Luego, propone un abordaje integral de la noción del cambio técnico que implica las interacciones en los niveles micro, meso y macro y la influencia mutua entre la tecnología y el cambio social e institucional.

El capítulo de Analía Erbes y Diana Suárez sobre los sistemas nacionales de innovación permite abordar el fenómeno innovativo en un nivel más agregado en tanto es un fenómeno que involucra evidentemente a las empresas, pero también a la infraestructura de conocimiento, a las políticas públicas, a los consumidores, y a todas las instituciones que determinan las reglas de juego. El eje de este capítulo es el desarrollo latinoamericano y la relación entre la definición conceptual del enfoque de sistemas y la contribución teórica, conceptual y empírica desde y para la región. En última instancia se aborda la pregunta respecto de la necesidad del desarrollo de los sistemas de innovación o la conformación de sistemas de innovación para el desarrollo.

El último capítulo de esta sección es sobre políticas de innovación. Un elemento común a todas las contribuciones es la reflexión crítica sobre las implicancias para el diseño e implementación de políticas públicas. En este capítulo, Gabriela Dutrénit y Martín Puchet describen y analizan qué es hacer política entendiéndola como el proceso que incluye el diseño de la herramienta de intervención pública, su implementación y evaluación de impacto, pero también las actividades de monitoreo y ajuste. Se presenta así una idea de intervención pública como proceso a partir del concepto de ciclo de la política.

La segunda sección, “Innovación en la práctica: sobre los actores y procesos”, propone abordar la manera en la que se manifiesta el proceso de innovación en diferentes niveles de análisis. En primer lugar, Florencia Barletta, Diana Suárez y Gabriel Yoguel retoman las contribuciones originales de Nelson para analizar el proceso innovativo en el nivel de la firma en los casos de la industria manufacturera y de los servicios. El objetivo es entender el estado actual del conocimiento acerca de los determinantes y resultados del cambio tecnológico y organizacional, las posibilidades de medición y la necesidad de pensar más allá de las clásicas actividades de investigación y desarrollo; en particular, cuando se analiza el caso de empresas de países latinoamericanos. También con eje en la firma, el capítulo de Gabriela Dutrénit, Arturo Torres y Alexandre Vera-Cruz retoma el concepto de capacidades, pero esta vez para anali-

zarlas en términos micro y cómo ello determina senderos diferenciales de desarrollo tecnológico, organizacional y económico entre empresas.

El capítulo siguiente consiste en el análisis de la dimensión mesoeconómica del proceso innovativo. Fulvio Castellacci propone una nueva taxonomía sectorial que combina manufactura y servicios, basada en la función que tienen los diversos sectores como proveedores o consumidores de productos y servicios intensivos en conocimiento, y el modo de innovación dominante en el sector.

El capítulo de Juan Federico, Sabrina Ibarra García y Hugo Kantis pone el acento en la intersección entre innovación y emprendimiento, proponiendo un abordaje conceptual sistémico sobre el fenómeno emprendedor que atiende a las particularidades de los países latinoamericanos. A diferencia de los capítulos anteriores y los que siguen en esta obra, este capítulo se focaliza en el recorrido que ha tenido la teoría sobre el surgimiento de emprendedores y emprendimientos y, en particular, discute los fundamentos, especificidades y alcances del concepto de ecosistema emprendedor, explicitando los puentes con conceptos también tratados en este libro como los sistemas de innovación. De esta manera, se incluye una perspectiva que refleja la emergencia de nuevas empresas, un proceso que es fundamental en la discusión del cambio estructural.

Otra dimensión clave de la innovación es el proceso de difusión. A este respecto, se incluyen dos capítulos que la abordan desde perspectivas diferentes. En primer lugar, Jeffrey Orozco revisa el modo en que se ha analizado el proceso de difusión del conocimiento en la forma de innovaciones. En particular, discute la visión lineal que se esconde por detrás del concepto de transferencia, para avanzar hacia las maneras más actuales de estudiar el fenómeno, dadas por el análisis de los procesos de cooperación en el marco de una visión sistémica de la innovación. Adicionalmente, se abordan cuestiones vinculadas con los derechos de propiedad y los determinantes de los procesos de derrame y absorción de tecnología.

Seguidamente, Isabel Álvarez, Raquel Marín y Nadia Albis abordan la internacionalización del proceso innovativo. En un mundo cada vez más globalizado, con una fuerte concentración del comercio en un número reducido de empresas multinacionales, es necesario entender la dinámica de las cadenas de valor más allá de los límites de los Estados nacionales. Tal como sostienen las autoras, entender las posibilidades de cambio estructural y la dinámica de competitividad empresarial requie-

re entender las estrategias de innovación de estas empresas globales y el lugar que ocupan en ellas los diversos mercados y empresas subsidiarias.

A continuación, Anabel Marín y Lilia Stubrin reflexionan sobre las posibilidades y oportunidades de innovar en sectores basados en recursos naturales. Evidentemente, el estudio de la innovación en el caso latinoamericano no puede desconocer la importancia de dichos recursos para el crecimiento y desarrollo, pero además debe tener algo para decir respecto del viejo dilema entre los recursos naturales como maldición o como palanca. A este respecto, las autoras plantean cómo los recursos naturales están abriendo posibilidades para la diversificación hacia actividades intensivas en el uso de conocimiento.

El último capítulo de esta sección retoma el enfoque sistémico de la innovación para aplicarlo al desarrollo local. Así, Helena Lastres, José Cassiolato, Marcelo Matos y Marina Szapiro ofrecen una revisión de su clásico concepto de “*arranjos*” productivos locales e invitan a reflexionar sobre la innovación en términos contextuales y acumulativos. En este capítulo se reflexiona en torno a la importancia de contextualizar teorías y políticas, para lo cual dialoga críticamente con los enfoques de tipo taxonómicos (que generalmente ignoran el tiempo y el espacio, por lo tanto, los diferentes contextos), con el enfoque de *catch-up* (con iguales limitaciones) y con el análisis de las “políticas orientadas por misión”. Al igual que en el capítulo de Erbes y Suárez, estos autores concluyen con los desafíos de repensar la política de innovación a la luz de la experiencia acumulada luego de más de dos décadas de políticas que en teoría se definen como sistémicas y sobre todo contextualizadas.

La última sección agrupa algunos temas más recientes en la literatura, enfocados en la problemática de la relación entre innovación y el desarrollo. La tercera sección, “Algunos ejes del debate sobre innovación y desarrollo”, incluye una reflexión acerca del “renovado” debate sobre políticas de innovación orientadas por misiones; un análisis sobre la micro y la macro de las estrategias basadas en recursos naturales de las economías latinoamericanas; la revisión de los procesos de cierre de la brecha tecnológica y los aprendizajes que de ellas se desprenden; y finalmente, por qué Christopher Freeman aún sigue “dando cátedra”.

Pablo Lavarello, Mariana Minervini, Verónica Robert y Darío Vázquez discuten en qué medida los debates acerca de las políticas orientadas por misión son en realidad “nuevos” debates, cuánto de estas discusiones es válido para América Latina y qué capacidad tendrían dichas políticas para abordar los grandes desafíos sociales que enfrenta la región. Se-

guidamente, en el nivel de las macropolíticas, el capítulo de Jorge Katz retoma la cuestión de los recursos naturales para entender los desafíos que supone una estructura productiva basada en su explotación, las instituciones que demandan y por qué es necesario un nuevo encuadre de teoría económica y de política tecnológica.

A continuación se presenta una versión traducida al español de un trabajo de Keun Lee que sintetiza los principales desafíos que deberán superar ciertos países de la región latinoamericana que se encuentran en la “trampa de los países de ingresos medios”. El capítulo busca identificar ventajas y desventajas de las tecnologías de ciclo corto versus las de ciclo largo, y su vinculación con el desarrollo. Revisar estas cuestiones tecnológicas arroja luz sobre los factores que condujeron a procesos exitosos de *catch-up*, los bloqueos que no han podido superar los países que aún se encuentran rezagados.

Finalmente, Rodrigo Arocena y Judith Sutz nos convocan a reflexionar sobre el desarrollo, sus implicancias teóricas, prácticas, éticas e ideológicas y proponen una mirada alternativa a la problemática. Esto último es ofrecido con el prisma de la obra de Christopher Freeman. Retoman así las ideas pioneras de Freeman sobre la innovación como un proceso social determinado por la acumulación de capacidades, en el marco de procesos históricos marcados por las relaciones globales y dinámicas propias de los sistemas nacionales.

El libro concluye con unas breves reflexiones finales que tratan de sintetizar la contribución de la obra y los principales desafíos para la teoría de la innovación. De manera deliberada, se ha tratado que todos los capítulos finalicen con una sección de desafíos para la temática, los que van desde nuevas preguntas que amenazan “consensos establecidos” hasta problemas metodológicos para abordar una realidad compleja. Este abanico de temas da cuenta del camino que aún queda por recorrer, camino que esperamos elijan recorrer los destinatarios de esta obra. Así, este libro pretende ser una herramienta de enseñanza pero fundamentalmente de motivación para la discusión crítica dentro de las aulas.

Sección I
Principales contribuciones a la teoría
de la innovación

Capítulo 1

La teoría moderna de la innovación y sus antecedentes en el pensamiento económico

Jorge Motta y Hernán Morero
Universidad Nacional de Córdoba

Introducción

En este capítulo primero presentamos los conceptos básicos de la economía de la innovación moderna, que serán útiles para la lectura y comprensión de los capítulos siguientes.

Luego, el estudio del cambio técnico y la innovación tiene un carácter central para entender los procesos de desarrollo, crecimiento y de competencia en la economía capitalista. Por tanto, el pensamiento económico ha dedicado esfuerzos en su comprensión a lo largo de la historia de las ideas sociales; y a continuación presentamos estas raíces del campo de la economía de innovación en la teoría económica. En tercer lugar presentamos la manera en que la ortodoxia económica, basada en la teoría neoclásica, analiza convencionalmente el cambio técnico, así como se señalan las principales limitaciones de su instrumental para captar la naturaleza y los efectos del fenómeno de la innovación, limitaciones que ameritan la necesidad de paradigmas teóricos heterodoxos. Finalmente, describimos las nociones y conceptos básicos más importantes sobre los que se erige la moderna economía de la innovación en la actualidad.

La economía de la innovación y el cambio técnico en la historia del pensamiento

Las teorizaciones económicas iniciales y clásicas sobre el cambio técnico y la innovación

Desde la Antigua Grecia hasta el advenimiento del capitalismo, la preocupación central sobre el avance técnico y el crecimiento económico ha estado sobre su impacto en la estructura de la sociedad y los vínculos humanos. Podemos hablar de este período como una “larga meditación acerca del progreso” (Fernández López, 1998), pero no con un pensamiento sobre las fuentes del crecimiento o del cambio técnico en sí mismo. Mientras los fisiócratas atribuían el crecimiento a la productividad agraria, recién con los clásicos, pero sobre todo con Marx, el cambio técnico aparece vinculado al proceso económico. Con la Revolución industrial, la innovación y el cambio técnico forman parte del pensamiento social como involucrados en los procesos mismos de funcionamiento del sistema económico, del capitalismo.

A los *economistas clásicos* se remonta la consideración del impacto económico del cambio técnico, en particular su efecto sobre la productividad. En *La riqueza de las naciones*, Adam Smith (1776) comienza su obra con una discusión de lo que hoy llamaríamos las fuentes y consecuencias del avance técnico (Nelson y Winter, 1982) en su Libro I, “De las causas del mejoramiento de la capacidad productiva del trabajo, y del orden por el que su producto se distribuye naturalmente entre las distintas clases del pueblo”.

La división del trabajo en la manufactura estilizada por Smith es lo que facilita el uso de nuevas maquinarias y la acumulación de habilidades especializadas en los trabajadores. La ampliación de la dimensión de los mercados y la extensión de la competencia y el comercio es lo que permite mayores escalas y una profundización de la división del trabajo. A su vez, David Ricardo (1821) reconocía el impacto de la aplicación de la maquinaria sobre la productividad al ahorrar trabajo y John Stuart Mill (1848) consideraba el progreso en los conocimientos y en las invenciones de maquinarias y herramientas un determinante más de la productividad laboral; aunque no el único.

Hay en los clásicos una fe en la capacidad autorreguladora de los mercados (una “mano invisible”) y una concepción exógena del estado de las artes industriales y técnicas. Parten de una conceptualización abs-

tracta y esencialmente ahistórica del impacto de la maquinaria sobre la productividad, que ve la tecnología de un modo cosmopolita vinculado a los procesos de mercado liberalizados. En general, en los economistas clásicos de finales del siglo XVIII y del siglo XIX, aparece un énfasis general y a veces indirecto del papel de la tecnología y de la innovación en el aumento de la productividad y en el crecimiento de la economía, pero no un abordaje sistemático y frontal sobre el tema.

Es propiamente con Karl Marx que se introduce una concepción del cambio técnico involucrada como parte de los propios procesos de mercado. En su obra, la ciencia no opera en la sociedad como una variable exógena, sino que responde a las necesidades cambiantes de los seres humanos. La tecnología es un proceso social que viene determinado por las relaciones sociales de producción y el desarrollo de las fuerzas productivas. En su enfoque, la función de las relaciones de producción consiste en promover el desarrollo de las fuerzas productivas, pero estas deben cambiar cuando su adecuación a ellas no se efectúa (Neffa, 2000).

El capitalismo es un sistema dinámico en el sentido que no tiende al reposo, sino que está en constante cambio, porque los empresarios invierten continuamente parte de sus ganancias en nuevas técnicas de producción. Ello no surge de la propiedad privada de la producción (dado que los capitalistas podrían destinar sus ganancias a acumularlas, en riqueza, por ejemplo, o bien en consumo conspicuo o suntuoso), sino de la propia presión de la competencia de mercado (Elster, 1992).

La Revolución industrial introdujo una extensión de la mecanización que, junto con la extensión de la presión de la competencia, colaboran a comprender en Marx el aspecto superador del capitalismo a sus sistemas económicos previos. Desde ese momento fue posible instaurar un mecanismo de perfeccionamiento continuo de la productividad, y la base técnica de la industria manufacturera es revolucionaria en ese sentido, en tanto que los modos anteriores de producción eran esencialmente conservadores (Neffa, 2000). El proceso innovativo comienza con la introducción de innovaciones ahorradoras de trabajo, pero en la medida que estas innovaciones se generalizan (por copia, imitación o compra de patentes), la tasa de ganancia de los capitalistas tiende a igualarse, aunque a un nivel inferior, porque se han utilizado ganancias para invertir en estas innovaciones. A medida que la tasa de ganancia sigue cayendo, el sistema entra en crisis.

Otra de las reacciones al pensamiento de los clásicos que ha impactado fuertemente sobre las concepciones de la moderna economía de la

innovación es el historicismo y su influencia sobre el institucionalismo heterodoxo. En particular, sobre sus nociones de sistemas de innovación y sus conceptos de instituciones y hábitos de comportamiento.

Ello se remonta a Friedrich List (1841), con una fuerte reacción a la doctrina clásica que prescribía un *laissez faire* como estrategia de desarrollo industrial y de difusión del cambio técnico. List consideró que Adam Smith subestimaba el rol de la ciencia y la tecnología en su argumentación de la división del trabajo. Por tanto, introdujo su noción de sistema nacional de economía política, con la que estableció el carácter orgánico de una sociedad para producir el cambio técnico, el progreso industrial y el desarrollo de una nación, mediante el impulso estatal de la educación y capacitación de la fuerza laboral y la infraestructura productiva necesaria para la acumulación de capital industrial. De este modo, a List se le reconoce el primer antecedente teórico y sistemático de focalizarse en el carácter sistémico de la innovación de las naciones (Lundvall, 1992).

Es él quien abre la línea historicista en la disciplina, con la escuela histórica alemana (Wilhelm Roscher, Bruno Hildebrand y Gustav von Schmoller) y la escuela histórica británica (Richard Jones, Walter Bagehot y John Kells Ingram), y su continuación en la escuela institucionalista heterodoxa. Esta última línea reconoce ampliamente el carácter contextual y particularmente específico de las experiencias nacionales, oponiéndose al cosmopolitismo abstracto de los clásicos y a sus recetas de política atemporales. La impronta historicista es muy marcada en la investigación actual de sistemas nacionales de innovación.¹ Con List y los historicistas es que aparece el verdadero análisis institucional vinculado al progreso técnico en la disciplina económica.

En oposición, la concepción abstracta y descontextualizada en el pensamiento económico fue continuada por la corriente neoclásica. Estos reprodujeron el argumento clásico del carácter autorregulador de los mercados como funcionamiento social económico, y refinaron una concepción exógena del cambio técnico que perdura en los manuales de economía hasta nuestros días. Por esta razón, una presentación más detallada de esta teoría y sus limitaciones es presentada en el apartado siguiente. De un modo excesivamente sintético, puede decirse que esta se apoya en un constructo analítico en el que se hace abstracción de la posición de los agentes en las relaciones de producción, estos se comportan como autómatas optimizadores de funciones objetivos que explican

1 Ver capítulo 5 de Erbes y Suárez.

sus transacciones monetarias en un ambiente de completa información y conocimiento; y el cambio técnico opera como saltos exógenos en la función de producción de las empresas, que es una importante variable en su maximización de los beneficios.

Una de las tantas reacciones a la ortodoxia neoclásica en la disciplina apareció con el institucionalismo americano que abrió paso la obra de Thorstein Veblen. Son muy variados los aportes de Veblen al pensamiento económico en esta área, en especial desde el punto de vista epistemológico, pero su influencia central está en la consideración de las instituciones, del cambio técnico como un proceso institucional y su concepción no automática del comportamiento humano y de la empresa.

En Veblen, las instituciones son principios de acción y normas de comportamiento: “Las instituciones son, en sustancia, hábitos mentales predominantes con respecto a relaciones y funciones particulares del individuo y de la comunidad” (Veblen, 1963).² Además, este autor sostiene una visión coevolutiva entre la tecnología y otras instituciones como comprensiva del desempeño y de los ciclos económicos de un sistema social (Veblen, 1965 y 1923), que ha mantenido su vigencia hasta la actualidad, influyendo sobre la obra de Richard Nelson (1994) y otros autores evolucionistas contemporáneos.

Otro autor crítico de la postura neoclásica fue Joseph Schumpeter (1883-1950). Como señala Jon Elster (1992), Schumpeter quizá sea el escritor más influyente en el moderno tratamiento del cambio tecnológico. Él consideró la innovación como el motor del desarrollo económico. Analizó el crecimiento junto con los ciclos, y ató estos al desarrollo del modo de producción capitalista, porque su fuente son las innovaciones, para las que el sistema provee un aliciente constante.

La innovación se define, en general, como la realización de nuevas combinaciones de los medios de producción, e incluye los siguientes casos: a) la introducción de un nuevo producto; b) la introducción de un nuevo método de producción, de alguna manera basado en un descubrimiento científico nuevo o en un nuevo modo de comercialización; c) la apertura de un nuevo mercado; d) el acceso o conquista de una nueva

2 Mientras que desde la corriente ortodoxa neoinstitucionalista son meras restricciones de las interacciones económicas, sociales y políticas que surgen de la inventiva humana. Douglas North define a las instituciones como “las limitaciones ideadas por el hombre que dan forma a la interacción humana” (North, 1990), asumiendo el comportamiento optimizador de los agentes económicos. Hay un contraste muy fuerte en el carácter de “optimalidad” en los análisis históricos que realizan ambos enfoques de determinadas instituciones concretas (Figueras y Morero, 2013).

fuente de insumos; y e) la realización de una nueva organización de la industria (Schumpeter, 1911).

Schumpeter ofreció una explicación del proceso innovador en sí mismo, en que el factor explicativo clave es el empresario. Aquí no hay nada como un agente optimizador de ganancias, sino que señala, en una primera instancia, tres motivos empresariales: el sueño y la voluntad de tener un reino privado; la voluntad de conquistar, por el éxito mismo y no por sus frutos; y la alegría de crear (1911). Luego, agregó que el aliciente del capitalismo es que los premios y castigos se miden en términos monetarios, que es la misma visión de Veblen. Subir y bajar en la escala social significa ganar y perder dinero.

No es el cálculo racional lo que involucra a los empresarios en la labor innovativa, ni la provisión de buenas señales por parte del mercado para este cálculo. Sino que, en la lectura de los procesos de selección de mercado:

... se adjudican premios espectaculares, mucho mayores de lo que habría sido necesario para atraer el esfuerzo [...] a una pequeña minoría de ganadores afortunados, dando así un impulso mucho más potente que el que supondría una distribución más equitativa [...] a la actividad [...] de los hombres de negocios, que no reciben [...] más que una recompensa muy modesta o nada o menos que nada y, no obstante, hacen cuanto pueden, porque tienen ante sus ojos los premios grandes y *sobreestiman* sus oportunidades de conseguirlos (Schumpeter, 1942, el destacado es nuestro).

La fuerza del capitalismo no es que posibilite la efectivización del cálculo racional de los agentes, sino que induce expectativas irrealistas respecto del éxito y de ese modo logra mucho más resultados con los mismos esfuerzos (Elster, 1992).

Las innovaciones se ven sujetas a un proceso de selección social, que no presenta una optimalidad *a priori*. De hecho, señaló que

... un sistema [...] que en cada momento dado utiliza plenamente sus posibilidades con la máxima ventaja, puede, no obstante, ser a la larga inferior a un sistema que no alcanza en ningún momento dado este resultado, porque el fracaso del último en este respecto puede ser una condición precisa para el nivel o el ímpetu de la prestación a largo plazo (Schumpeter, 1942).

Por tanto, solo en un mundo sin innovación, un abordaje estático puede ser adecuado para identificar una solución óptima o conveniente en un momento del tiempo. Pero el mundo real, en el que se introducen constantemente innovaciones que, por naturaleza y definición son desequilibrantes y transformadoras del sistema, solo puede ser comprendido y explicado por medio de un abordaje dinámico.

En consecuencia, desarrolla una visión del capitalismo como un organismo en constante cambio, imposible de ser concebido como un sistema que alcance un estadio de último o transitorio reposo. En sus palabras: “El capitalismo es, por su naturaleza, una forma o método de transformación económica y no solamente no es jamás estacionario, sino que no puede serlo nunca” (Schumpeter, 1942). Los instrumentales analíticos de equilibrio se muestran, por tanto, inadecuados para comprender y analizar a los procesos de mercado, que son esencialmente dinámicos.

De este modo, el capitalismo es un sistema que genera constantemente los incentivos para la introducción de innovaciones y avanza revolucionando “... incesantemente la estructura económica *desde dentro*, destruyendo ininterrumpidamente lo antiguo y creando continuamente elementos nuevos. Este proceso de *destrucción creadora* constituye el dato de hecho esencial del capitalismo” (Schumpeter, 1942, el destacado es nuestro).

A la posguerra prosiguieron los abordajes que se abocaron a la influencia del cambio técnico a nivel agregado sobre el crecimiento. Luego de la extensión de sistemas estadísticos de cuentas nacionales de las primeras décadas del siglo XX, numerosos estudios publicados a principios de la posguerra comenzaron a documentar que el ritmo de crecimiento económico de las naciones se explicaba en una parte muy menor por el crecimiento de los factores de la producción, estimando el impacto del ritmo de cambio tecnológico sobre el mismo (Abramovitz, 1952; Schmookler, 1952; Schultz, 1953; Fabricant, 1954; Kendrick, 1956).

Tanto Jacob Schmookler como Moses Abramovitz señalaban el crecimiento como un fenómeno de desequilibrio, refiriéndose respectivamente a las ideas de Schumpeter y de Simon Kuznets.

Los neoclásicos se sirvieron de esta investigación empírica detallada y la formalizaron en modelos de crecimientos que, a través del instrumental de una función de producción agregada, se abstraían de gran parte de los aspectos estilizados por la literatura de esta relación. Surgen de esta manera los modelos neoclásicos de crecimiento *a la Solow*, en el que es-

te se trata como un fenómeno de equilibrio y se adopta una concepción exógena del cambio técnico, pero ya a nivel agregado.

Estos modelos englobaron el estado del conocimiento tecnológico en el instrumental de una función de producción agregada de la economía. Solow (1957) mostró cómo atribuir el crecimiento a diversas fuentes (cambios en la dotación de factores productivos), entre las cuales el residuo no explicado de sus estimaciones se consideró el avance tecnológico.

En los modelos *a la Solow* la tecnología es presentada como un conjunto de técnicas libremente conocidas y sustituibles, en que el capital se considera maleable, y las técnicas son meramente información disponible a costo cero, de modo tal que pueden ser evaluadas de manera exclusiva del diferencial entre tasa de beneficios y de salarios. El conocimiento tecnológico se percibe como explícito, articulado, imitable, codificable y perfectamente transmisible. Independientemente de su historia, su situación específica o ambiente institucional, los agentes económicos pueden producir y usar innovaciones a partir de un *stock* o *pool* de conocimiento científico y tecnológico que ofrece información codificada y fácilmente reproducible. Así, el cambio tecnológico consiste en modificar la intensidad del capital cuando la relación beneficio / salario cambia.

Hacia los enfoques modernos en economía de la innovación

Las insatisfacciones con este tipo de modelos, *a la Solow*, han sido muy marcadas. Las principales han sido el carácter exógeno del tratamiento del cambio técnico y equilibrante de los sistemas, muy en las antípodas del pensamiento de Schumpeter, y el no tratamiento de las fuentes del avance técnico. Pero adicionalmente, estos modelos se basan en suposiciones muy estrictas (Nelson, 1997), tales como una visión de la empresa que no contempla la rivalidad competitiva u oligopólica, un tratamiento excesivamente simplificado del cambio técnico que ignora la visión schumpeteriana del mismo como un fenómeno de desequilibrio, la presunción del pleno empleo, una consideración meramente aditiva de las fuentes del crecimiento, y un tratamiento pobre del ambiente institucional de la actividad económica.

Por otro lado, estos modelos basados en el instrumental de una función de producción agregada fueron seriamente cuestionados por su inconsistencia lógica. Los poskeynesianos (Joan Robinson, Luigi Pasinetti, Pierangelo Garegnani) demostraron en la década de 1960, en la denomi-

nada “controversia de Cambridge”, que el instrumental de una función de producción agregada resulta una imposibilidad desde el punto de vista lógico en su consideración del capital: la especificación de la función de producción (agregada) asume la agregación de sus factores de la producción, mientras capitales heterogéneos pueden agregarse en tanto que se cuenten con sus precios, estos pueden obtenerse dentro del modelo a partir de su productividad, que proviene de la función de producción.

A pesar de ello, la obra de Solow dio lugar al surgimiento de distintas líneas de trabajo en los modelos de crecimiento ortodoxos. Por un lado, aparecen ‘modelos ampliados’, en el sentido de ampliar el rango de variables explicativas, como el capital humano (Mankiw, Romer y Weil, 1992) a fin de reducir la importancia del residuo; y modelos de “contabilidad de crecimiento” (Denison, 1962). La estrategia de muchos de estos estudios, que han sido muy numerosos, ha estado en una mayor sofisticación de las funciones de producción, una más amplia consideración de diversos elementos que afectan la calidad de los servicios que prestan los factores de la producción, y en la consideración de factores de la producción suplementarios.

Por otro lado, hacia fines de los ochenta y principios de los noventa, surge una línea que busca incorporar en los modelos de corte neoclásico aspectos ya señalados por la investigación de principios de los cincuenta, sobre todo el carácter endógeno al proceso económico del cambio tecnológico, de lo que deriva su mote de “modelos de crecimiento endógeno” (Aghion y Howitt, 1990; Romer, 1990; Grossman y Helpman, 1991).

En general, se podría señalar como un avance de estos modelos la incorporación de ciertos aspectos relevantes de la tecnología y el cambio tecnológico y sus efectos sobre el crecimiento económico, tales como la consideración del cambio técnico como un fenómeno en cierta medida endógeno, que el conocimiento tecnológico sea parcialmente apropiable, que las estructuras de mercado que alientan el cambio técnico no son las perfectamente competitivas, que las nuevas tecnologías vuelven obsoletas a las anteriores, que los gastos en investigación y desarrollo (I+D) pueden tener retornos crecientes.

Sin embargo, todos estos aspectos incorporados en las nuevas teorías formales de crecimiento, ya formaban parte de la teoría apreciativa del crecimiento desarrollada en la década de 1950, y han fallado en incorporar algunos de los aspectos más importantes que virtualmente toda aquella investigación empírica detalla y que la teoría apreciativa sobre avance tecnológico radical había señalado (Nelson, 1997). Por ejemplo, la

incapacidad de los agentes de prever, siquiera de modo probabilístico, aun en trazos gruesos, el sendero de desarrollo de tales avances tecnológicos, ha sido totalmente ignorada. Por el contrario, los nuevos modelos suponen previsibilidad perfecta o, en el mejor de los casos, probabilística de los agentes, considerando que la incertidumbre sobre el futuro puede ser tratada en términos de una distribución de probabilidades correctamente especificada sobre los posibles eventos futuros. Estos “nuevos” modelos, según Nelson (1997), procurando no apartarse demasiado de las estilizaciones formales de sus predecesores, desvían la atención de las fuentes últimas del crecimiento.

En todo sentido, los modelos que utilizan la función de producción agregada se presentan en la literatura como instrumentos analíticos inadecuados para el abordaje del crecimiento económico y el cambio técnico. En este océano de limitaciones y sobre los fundamentos sobre la innovación de pensadores como Schumpeter, List, Veblen, teóricos de la firma como Edith Penrose y Arthur Chandler, entre otros, es que nacen a principios de la década de los ochenta los modelos de crecimiento evolucionistas *a la Nelson y Winter* y la moderna economía de la innovación evolucionista.

El modelo emblemático en esta línea es el de Richard Nelson y Sidney Winter (1982), que intenta estudiar la relación entre los patrones de cambio tecnológico y patrones de crecimiento a partir del análisis de la interrelación y competencia entre un conjunto heterogéneo de agentes con distintas capacidades de innovación e imitación. Las empresas son las incubadoras y acarreadoras de las tecnologías y prácticas productivas en la forma de rutinas (operativas, de comportamiento inversor y de procesos deliberados de búsqueda). Si los procesos de búsqueda son exitosos, la técnica es incorporada solo si la tasa esperada de rentabilidad es mayor a la actual, estando las expectativas sujetas a error acerca de cuáles son los verdaderos valores de los coeficientes productivos. Nuevas empresas pueden entrar y las entidades son más o menos aptas según su nivel de rentabilidad. De este modo, opera el proceso de selección simultáneamente sobre las empresas y sobre las técnicas productivas. La lógica de estos modelos basados en agentes define un sistema dinámico estocástico, que puede ser modelado como un complejo proceso Markov y genera series temporales de las principales variables macroeconómicas en una economía cerrada.

Los modelos de crecimiento evolucionista que siguieron a la obra de Nelson y Winter presentan una serie de ventajas respecto de los de

la economía ortodoxa. En primer lugar, explican las series temporales superando la principal inconsistencia que tiene la economía ortodoxa con la evidencia empírica microeconómica: virtualmente todo estudio sobre los aspectos microeconómicos del cambio técnico ha mostrado como central la heterogeneidad de los agentes (Jewkes, Sawers y Stillerman, 1961; Habakkuk, 1962; Schmookler, 1966; Mansfield, 1968; Rosenberg, 1972; David, 1974; Freeman, 1974). Tanto las diferencias entre las empresas como el desequilibrio en el sistema aparecen como aspectos esenciales del crecimiento económico comandado por el cambio técnico (Nelson y Winter, 1982).

En segundo lugar, permiten incorporar en modelos de crecimiento formales otros aspectos esenciales y subyacentes al cambio técnico tales como: 1) la tecnología como un cuerpo de conocimiento y prácticas, y los procesos implícitos en el dominio y avance de la tecnología; 2) la naturaleza de las organizaciones, presentando una concepción de la empresa y de su organización más sofisticada; 3) estos modelos representan un avance en incorporar la *path dependency* que caracteriza a los fenómenos históricos (como el desarrollo), lo que los ha llevado a ser caracterizados como modelos “*history – friendly*”.³

Sin embargo, pese al énfasis que los evolucionistas ponen en la importancia de la historia y la incertidumbre, es difícil que sean plenamente estos aspectos los que estén realmente involucrados en estos modelos. Estos modelos formales trabajan en el tiempo lógico y no en el tiempo histórico. En este aspecto, los estudios en la línea de los sistemas de innovación (Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Edquist, 1997), ya mencionada, son superadores en el abordaje y comprensión de los procesos de desarrollo de las naciones, al aportar a la moderna teoría de la innovación un marco analítico que recoge la impronta historicista.

La economía de la innovación en perspectiva latinoamericana

Ahora bien, tanto los modelos evolucionistas como los neoclásicos han sido creados con cierta prescindencia de una consideración particular de las problemáticas de las economías periféricas. En cambio, tanto para los clásicos del desarrollo económico como para el estructuralismo latinoamericano, el análisis de la innovación, de la cuestión tecnológica

³ Ver, por ejemplo, Malerba *et al.*, 2008.

y de las brechas de productividad ha estado siempre en el corazón de su abordaje del crecimiento de los países periféricos.

Especialmente durante las décadas de 1940 y 1950, los estudios de los teóricos clásicos del desarrollo económico enfatizaban la disparidad entre las estructuras productivas de las economías periféricas respecto de las economías centrales y las diferencias de productividad intersectoriales, como un factor explicativo de las diferencias en sus niveles de desarrollo. Entre los principales exponentes de esta corriente se puede citar a Albert Hirschman, Raúl Prebisch, Arthur Lewis, Paul Rosenstein-Rodan, Alexander Gerschenkron y Hollis B. Chenery. Estos autores veían el desarrollo como una transición desde una economía principalmente agrícola hacia una estructura con mayor participación relativa de los “sectores modernos”, identificado usualmente como la industria.

En su modelo dual (en que hay un sector “moderno” y uno “tradicional”), W. Arthur Lewis (1954) planteaba que la eliminación de la heterogeneidad estructural y que la transformación de la estructura productiva son aspectos centrales para sortear la situación de subdesarrollo. Así, en estos autores subyacía la idea de que el desarrollo implicaba el traslado de los recursos de la producción hacia los sectores de alta productividad, en que prevalecen los rendimientos crecientes, capaces de generar significativos efectos de derrame, externalidades pecuniarias y tecnológicas y encadenamientos hacia el resto de la economía (Cimoli *et al.*, 2005).

Estos autores ya señalaban algunos problemas que había que superar para desarrollar nuevas actividades. Entre estos problemas se destacan las complementariedades sectoriales (el crecimiento de nuevas actividades requiere aguas arriba el desarrollo de las industrias productoras de insumos y maquinarias, las que a su vez, para ser viables, requieren de la existencia de industrias demandantes de dichos insumos) y las indivisibilidades tecnológicas, que elevan las escalas necesarias para las inversiones.

Por el contrario, las conceptualizaciones *a la Solow* tratan a las economías con absoluta abstracción (muy al estilo cosmopolita de la escuela clásica) de las particularidades de su “estadio o condición de desarrollo”. Desde esta concepción, se deriva que solo los países desarrollados están en condiciones de generar tecnologías nuevas y que las economías menos desarrolladas pueden acceder con su incorporación, libre u onerosamente, a similares niveles de eficiencia que los países desarrollados.

En contraposición a ello, el estructuralismo latinoamericano retomó muchos de los aspectos de los clásicos estudios del desarrollo, enfatizando

la dependencia tecnológica como una de las principales causas explicativas de la dependencia económica de las economías latinoamericanas. Desde su visión, el sistema comercial internacional es incapaz de distribuir de modo homogéneo los beneficios del progreso tecnológico, y ello ha repercutido en las economías periféricas tornando sus estructuras productivas altamente heterogéneas (Erbes y Suárez, 2016).

La cuestión de la heterogeneidad estructural y sus implicancias asociadas a las brechas tecnológicas han estado presentes en el pensamiento de la CEPAL desde sus orígenes, como una herencia de los teóricos del desarrollo (Prebisch, 1949 y 1961). Sin embargo, los trabajos de Aníbal Pinto durante los setenta sobre heterogeneidad productiva precisaron y complejizaron este diagnóstico (e implicaron el abandono de los modelos “duales” tradicionales). Según este autor, la concentración del progreso tecnológico en el interior de las economías en algunos agentes (principalmente extranjeros) creó una estructura productiva segmentada, no solo entre sectores, sino también en el interior de los propios sectores (Pinto, 1965 y 1976).

La manera que el sistema comercial internacional distribuye los frutos del cambio técnico ha configurado estructuras productivas en las que, por un lado, las capacidades de generación de cambio técnico son menores en la periferia (debido a la menor participación relativa de los sectores intensivos en conocimiento, pero, por otro, debido a la existencia de disparidades muy marcadas de productividad inter e intrasectoriales). Esto repercute en que el cambio técnico (sea adquirido vía externa, sea generado internamente), se difunda de un modo desigual, fortaleciendo la posición económica de los segmentos económicos ya acomodados; y que esfuerzos descentralizados de crecimiento (por ejemplo, de liberalización y concentradas en políticas horizontales) perpetúen las condiciones de desigualdad y dependencia.

Aunque durante la década de los setenta, prácticamente se abandonaron los estudios sobre desarrollo y cambio estructural, especialmente a partir de los noventa el estructuralismo latinoamericano retomó sus estudios sobre el desarrollo ligándolo estrechamente a los procesos de cambio estructural, potenciado por los modernos enfoques en economía de la innovación y del aprendizaje. La renovación del pensamiento latinoamericano en este momento viró desde su foco original en los frutos del progreso técnico, hacia un énfasis en el fortalecimiento de sus determinantes (Sztulwark, 2005), con un aditamento especial de interés en el desarrollo con equidad (CEPAL, 1990; Fajnzylber, 1990).

Surge desde la CEPAL la postura de que la necesidad de llenar el “cassillero vacío” en América Latina (el crecimiento con equidad) implica abrir la “caja negra” del progreso técnico. Son todos aspectos en los que el estructuralismo latinoamericano abre vínculos con los aportes del evolucionismo y la moderna economía de la innovación, con una agenda de temas de investigación y desarrollos conceptuales estrechamente relacionados.

En la visión sistémica de la competitividad, la influencia de los enfoques de sistemas de innovación es muy marcada (que refleja el interés tradicional en las estructuras productivas y su transformación), incluyendo la agenda de inclusión (Dutrénit y Sutz, 2014); así como en los estudios sobre las competencias productivas de los actores económicos y las interacciones entre la micro y la macroeconomía (Katz, 1996; Katz y Bernat, 2012), la influencia de la teoría de la firma evolucionista es especialmente notoria.

Según los modelos de crecimiento *a la Nelson* y los *a la Dosi* (Dosi *et al.*, 1994), las ventajas competitivas de las naciones y las posibilidades de desarrollo de un país son un fenómeno construido y que no responde a la abundancia originaria de factores y a los derrames del comercio internacional. Más aún, el fortalecimiento de los sistemas de innovación es el mecanismo de construcción y desarrollo de estas ventajas competitivas. Estas ideas son compatibles con el pensamiento estructuralista latinoamericano y son absorbidas en su ideario desde los años noventa en adelante, en un “neoestructuralismo” que resignificó y realzó la importancia del cambio estructural para la región (Erbes y Suárez, 2016).

La teoría de la innovación en la concepción neoclásica

En la sección anterior hemos repasado la evolución de las ideas económicas sobre el cambio técnico en la historia del pensamiento. Esta sección explora en mayor profundidad el tratamiento que la teoría neoclásica da a la innovación y al cambio técnico, para luego presentar de un modo esquemático sus principales limitaciones, particularmente metodológicas. Se argumentará que esas limitaciones tornan inadecuada a dicha teoría para el análisis de los procesos de cambio y muestran por qué ha sido necesario el desarrollo de un paradigma alternativo.

La conceptualización de la teoría neoclásica del cambio técnico

La teoría neoclásica supone, entre otras cosas, perfecta información y racionalidad de los agentes económicos. En consecuencia, las empresas se mueven en un mundo sin incertidumbre (o acotada probabilísticamente) en busca de maximizar sus utilidades.

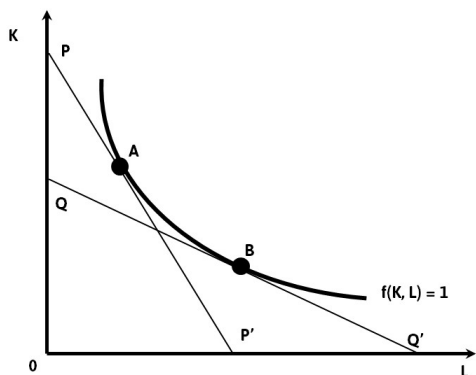
La tecnología es considerada como el conjunto de técnicas productivas que en un momento del tiempo están disponibles. Son perfectamente conocidas por las empresas, que las seleccionan en función de sus costos y beneficios. El desarrollo de la tecnología cae fuera del ámbito de la problemática neoclásica y se lo considera desincorporado de la función de producción existente e independiente de la acumulación de capital. De allí que la adquisición de conocimientos y el proceso de aprendizaje no tengan cabida en esta teoría. De esa manera, la tecnología es tratada como un dato de naturaleza exógena a la empresa, dado –al decir de Joan Robinson– por “Dios y por los ingenieros”.⁴ Así, el conocimiento tecnológico es percibido como explícito, articulado, imitable, codificable y transmisible.

La herramienta neoclásica básica para el estudio de la tecnología y de la innovación es el concepto de “función de producción”. Esta función especifica una relación cuantitativa entre factores productivos y producción: qué cantidad de factores es necesaria para obtener un determinado volumen de producción o, en otros términos, cuál es el volumen de producción que se obtiene con una dada cantidad de factores productivos.

Normalmente, los modelos suponen que solo hay dos factores productivos: trabajo y capital agregado.⁵ También se supone que la función de producción es continua y continuamente diferenciable en ambas variables, y que los productos marginales son decrecientes. De este modo, es posible suponer la existencia de infinitas (o al menos de varias) combinaciones de factores productivos que permiten obtener el mismo nivel de producto (y que gráficamente se representan por medio de una isocuanta).

⁴ Al menos esto está implícitamente supuesto en los modelos basados en funciones de producción homogéneas en el nivel de toda una economía o una industria.

⁵ Las conclusiones más relevantes de estos modelos que suponen trabajo y capital homogéneos pueden ser extendidas sin mayores complicaciones a situaciones en las que coexisten distintos tipos de capital y diferentes calificaciones de la mano de obra.

Figura 1. Función de producción y selección de tecnología

Fuente: elaboración propia.

Se supone que todos los puntos de la isocuenta son igualmente accesibles a la empresa y que el punto correspondiente a la práctica real no está privilegiado de ningún modo (Elster, 1992). La elección de la técnica más conveniente (la que permite maximizar las utilidades de la empresa) es función de los precios relativos (dado que se supone perfecta información y ausencia de incertidumbre). Dado que los productores tienen conocimiento perfecto del abanico de tecnologías disponibles, producen eligiendo las técnicas más eficientes *ex ante*. Cambios en los precios determinan cambios de la técnica productiva utilizada (pasando, por ejemplo, del punto A al punto B en la figura 1). Por su parte, el progreso tecnológico se manifiesta en el aumento en la producción manteniendo constante el uso de factores productivos.

El “problema tecnológico” se reduce entonces a: i) un análisis beneficio-costos para determinar la conveniencia o no de utilizar una tecnología determinada (de entre un conjunto de opciones tecnológicas de las que la empresa puede optar libremente), cuyas características y potencialidades, actuales y futuras, son perfectamente conocidas; ii) al estudio de las “consecuencias” que una nueva tecnología tiene sobre los precios de las mercancías producidas y sobre las variaciones en la capacidad productiva, en la producción y en los niveles de productividad; iii) y a la determinación del grado de sustituibilidad entre factores productivos (capital y trabajo) ante variaciones en el precio relativo de dichos factores.

Independientemente de su historia, su situación específica o ambiente institucional, “la empresa representativa” puede producir y usar innovaciones a partir de un *stock* o *pool* de conocimiento científico y tecnológico que ofrece información codificada y fácilmente reproducible.

Invención, innovación y difusión son considerados como tres actos o etapas claramente separables y bien definidas. Por último, cualquiera sea la explicación adoptada sobre los factores que determinan el ritmo y la dirección de las innovaciones, se supone que estas se difunden por toda la industria (en la mayoría de los modelos casi inmediatamente, aunque no hay problemas en suponer la existencia de rezagos en la difusión, debido a la existencia de patentes, secretos de fabricación, etcétera), de forma que todas las empresas competidoras acaban utilizando la misma tecnología.

Sin duda que esta descripción del tratamiento que la teoría neoclásica hace de la tecnología y de la innovación corresponde a sus modelos más simples. Pero también es la más extendida. Además, si bien a este esquema general se le han introducido infinitos adornos y variaciones, la lógica básica de los modelos (fundada en la concepción de la tecnología como información transferible, en la conducta racional y optimizadora, y en la elección de técnicas según precios relativos) continúa siendo la misma.

Las limitaciones de la teoría neoclásica para el tratamiento de la cuestión tecnológica y la innovación

Esta conceptualización del cambio técnico parte de, y en consecuencia es congruente con, el sistema de supuestos básicos propio de la teoría neoclásica, entre los supuestos que interesa destacar: el comportamiento microeconómico optimizador de todos los agentes económicos, la existencia de racionalidad ilimitada, el carácter lógico o a-histórico del tiempo y la equivalencia entre las nociones de riesgo e incertidumbre, y su asociación con él de certeza probabilística. A su vez, este conjunto de supuestos son la base para operar metodológicamente con la idea de equilibrio.

El rol de cada uno de estos supuestos en la teoría (y toda la intensidad de sus falencias) es totalmente comprensible en relación con el resto de los mismos: conforman un sistema, aunque aquí los analizaremos críticamente por separado.

• *Racionalidad ilimitada y conducta optimizadora*

El supuesto de comportamiento microeconómico básico de la teoría neoclásica es la conducta optimizadora, o lo que retóricamente se denomina conducta racional. Técnicamente, el supuesto estándar de la economía ortodoxa se refiere a racionalidad ilimitada, conjugado con comportamiento optimizador. Se asume que el agente (una empresa, un consumidor) actúa realizando cálculos exhaustivos y completos de los resultados de cada curso de acción posible, asimilables a un cómputo de optimización, libre o restringida. Para ello cuenta con una función, de tipo matemática, que vincula unívocamente cada opción posible a un resultado determinado; de modo que al optimizar esa función puede establecer la opción que le reporta la máxima satisfacción: sea el mayor beneficio posible, sea la mayor utilidad asequible, sea el menor costo.

El comportamiento racional de la economía neoclásica resulta un imposible. Esta crítica se apoya en el reconocimiento de que el ser humano es incapaz de contar oportunamente con información precisa sobre un futuro que no existe al momento de tomar las decisiones, simultáneamente conocer todas las relaciones relevantes y coeficientes que describen el entorno en un momento dado del tiempo y todo el universo de decisiones del resto de los agentes del cual depende el resultado final de la acción que se está emprendiendo.

Esta función es exógena al agente, compuesta por parámetros externos, y comprende todo el universo de cursos de acción posible. El agente optimiza esa función, sujeta a una restricción particular. Una vez determinados los parámetros, está determinada la elección del agente de un modo automático, sin que exista lugar para la creatividad o voluntad humana. El ser humano y las organizaciones sociales, como la empresa, son desde esta perspectiva autómatas optimizadores.

De esta manera, la teoría neoclásica sugiere, erróneamente, la inevitabilidad y optimalidad en la toma de decisiones, negando el hecho de que las diferencias interpersonales o interorganizacionales en la percepción y en la evaluación importan mucho, e ignorando el hecho de que *ex ante* no es del todo claro qué es lo correcto y qué, lo incorrecto.

La racionalidad ilimitada resulta un imposible práctico en la realidad humana. Esto se apoya en el reconocimiento de que el ser humano es incapaz de contar en forma oportuna con información precisa sobre un futuro que no existe al momento de tomar una decisión y, asimismo,

de conocer todas las relaciones relevantes, los coeficientes que describen correctamente el entorno que está enfrentando en un momento dado del tiempo y el conjunto de decisiones que han de tomar el resto de los agentes del cual depende el resultado final de la acción que está emprendiendo el agente en cuestión. Además, los mercados, por más perfectos que fueren, no pueden entregar información o descontar la probabilidad de estados de la naturaleza futuros que *no existen* en el momento de efectuar el cálculo.

Por lo tanto, el comportamiento racional (como está planteado por la economía neoclásica) resulta un imposible. Esto ha llevado a los teóricos sociales que adoptan una perspectiva metodológica individualista (en lugar de holista) a conceptualizar la conducta racional humana como limitada (*bounded rationality*) (Simon, 1947). En este supuesto están basadas muchas de las teorizaciones formales microfundamentadas más modernas de modelos de simulación computacional basados en agente.

Por tanto, la racionalidad optimizadora resulta una imposibilidad práctica. Sin embargo, hay una línea de críticas más conceptual, que va hacia el corazón de la esencia de la decisión humana. Ello se centra en la naturaleza de la incertidumbre en la esfera del mundo social, en contraste con la economía neoclásica, que funda sus modelos en contextos de certidumbre o de certeza probabilística.

• *Incertidumbre y certeza probabilística*

El supuesto de comportamiento optimizador de la economía neoclásica suele fundarse en contextos de información completa, o en reducciones de las situaciones de información incompleta a riesgo.

Riesgo e incertidumbre son fenómenos de distinta naturaleza. El *riesgo* aplica a situaciones en las que no se conoce exactamente el resultado de cada acción posible, pero sí es conocido el universo de cursos de acción, y el pasado permite construir una función de distribución de probabilidades subjetivas del resultado de cada una de ellas. En las situaciones de *incertidumbre* el pasado no ofrece una guía suficiente para calcular la distribución de probabilidad de cada uno de los cursos de acción posibles e identificados. En estos casos, la toma de decisiones económicas no se basa en certezas o probabilidades ciertas sino en expectativas subjetivas que se forman los agentes y en normas de comportamiento, hábitos o rutinas.

La literatura ha reconocido la diferencia entre riesgo e incertidumbre de un modo claro, desde la obra de Frank Knight (1921). Riesgo se refiere a situaciones en las que es factible construir una función de probabilidad de los resultados de cada situación o curso de acción. En ese sentido, en lo referido al supuesto de comportamiento, aplica a situaciones en que no se conoce exactamente el resultado de cada acción posible (lo que conforma la incompletitud de la información), pero sí es conocido el universo de cursos de acción, y el pasado permite construir una función de distribución de probabilidades subjetivas del resultado de cada una de ellas. De este modo, cualquier decisión bajo riesgo puede ser convertida en una de equivalencia a certeza, a través de funciones esperadas de elección.

En cambio, incertidumbre se refiere a situaciones en que, aunque fuesen conocidos todos los medios posibles de conducta, el pasado no ofrece información suficiente para calcular una distribución de probabilidad sobre los resultados de cada medio.⁶

Las decisiones económicas se toman en un contexto influido por los resultados de decisiones pasadas, pero *no totalmente determinadas por ellas*. Más aún, la esfera social involucra decisiones colectivas e individuales simultáneas. En este contexto, las decisiones se toman bajo incertidumbre porque, aunque el agente pudiese especificar una lista completa de las opciones a su alcance sería imposible poder especificar la consecuente secuela de cada una de ellas, puesto que su resultado depende de las decisiones de los demás que son desconocidas y cuyas secuelas también lo son (y son, además no conocibles, tal como la propia).

Ello, en modo alguno, quiere decir que los agentes sean incapaces de tomar decisiones. Lo harán sobre la base de su construcción mental de las posibles secuelas de sus actos, construyendo en su presente solitario la existencia de un futuro a realizarse y cuya realización está parcialmente en sus manos (Shackle, 1968). Es decir, ante un ambiente incierto, los agentes forman *expectativas* sobre el futuro, de naturaleza esencialmente *subjetiva*, y no deciden en base a probabilidades ciertas, sino a sus expectativas (no matemáticas, sino subjetivas y mentales) sobre las posibilidades de ocurrencia de construcciones mentales de lo que pueden constituir los resultados de unos cursos de acción. Este es el contexto en

⁶ Siguiendo a Keynes: “por conocimiento ‘incierto’ [...] no me refiero meramente a una distinción entre lo que es conocido con certeza y lo que es meramente probable. El juego de la ruleta no está sujeto [...] a la incertidumbre [...] [concepto que, en cambio, se refiere a situaciones] donde no hay base científica sobre la cual formar cualquier cálculo probabilístico. Sencillamente, no sabemos” (Keynes, 1937).

el que la decisión humana no es una decisión vacía, sino una apuesta intencional, en un mar nebuloso e incierto de posibilidades.

• *Tiempo lógico y ahistoricidad*

La incertidumbre se ubica en el corazón mismo de la decisión humana y refiere al carácter irreversible del tiempo en ella. Al momento de la elección, el futuro no existe y, por tanto, no es factible conocer la función de probabilidad de estados de la naturaleza inexistentes en el momento presente. El cambio técnico es, prácticamente por definición, un fenómeno dinámico dado que involucra cambio, y no hay cambio posible si no transcurre el tiempo. En los modelos neoclásicos el tiempo se sucede de un modo lógico (... $t - 2$, $t - 1$, t , $t + 1$, $t + 2$...), en el cual situaciones de distintos períodos son abstraídas para ser tratadas y comparadas en términos matemático-formales, fundamentalmente, comparando distintas situaciones de equilibrio. Lo particular de esta manera de conceptualizar el cambio en la economía ortodoxa es que el tiempo no es un fenómeno histórico, sino una secuencia lógica.

Al introducir en el análisis el *tiempo histórico* y la idea de *incertidumbre*, el problema deja de ser el de “responder correctamente” los incentivos que se enfrenta (dadas las preferencias, la tecnología y las instituciones), y pasa a ser el de identificar qué puede ser conveniente hacer y cómo hacerlo bien.

Sin embargo, la realidad social se desenvuelve en la historia, y el paso del tiempo es irreversible. El cambio en la esfera social sucede en tiempo histórico real. Existe un pasado inmutable, un presente eterno y un futuro *inexistente* (Arestis, 1992). Es decir que los fenómenos sociales transcurran en el tiempo implica un proceso continuo e irreversible que altera las propiedades de sus elementos constituyentes (tales como la oferta de trabajo, la estructura de preferencias, la naturaleza y el número de bienes o el conocimiento técnico) y es la esencia de su carácter continuamente cambiante, es decir, de la dinámica.

El reconocimiento de la naturaleza *irreversible* del paso del *tiempo histórico*, y del devenir *incierto* de la dinámica social implica que los resultados sociales en un momento del tiempo cualquiera (por ejemplo, un “equilibrio”) son absolutamente dependientes del sendero que los ha llevado hasta ese momento, son *path dependent*.

Con la introducción de la idea de incertidumbre y de tiempo histórico, las empresas dejan de enfrentarse a un conjunto de opciones dadas y conocidas. El problema deja de ser el de “responder correctamente” a los incentivos que enfrentan (dadas las preferencias, la tecnología y las instituciones) y pasa a ser el de identificar qué puede ser conveniente hacer y cómo hacerlo bien. El resultado de los intentos de desarrollar nuevas tecnologías es inherentemente incierto. Poco o nada se puede decir sobre si dichos esfuerzos serán o no coronados por el éxito. En virtud de esta incertidumbre, frecuentemente habrá serias dudas respecto de si las decisiones tecnológicas adoptadas en un determinado momento del tiempo son las más convenientes para la empresa.

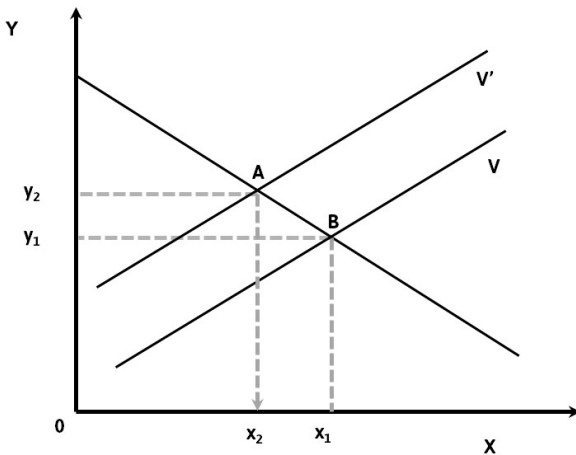
• Equilibrio, tendencia al reposo y cambio

El equilibrio representa una situación en la que todos los participantes (agentes representativos) consideran que han alcanzado la mejor posición posible, dadas las condiciones (precios relativos) vigentes. Como todos han alcanzado la mejor posición posible, el equilibrio significa por definición la ausencia de cambio. Solo un *shock* exógeno (desde fuera del modelo) puede sacar a los agentes del equilibrio temporalmente, hasta que encuentren una nueva posición de equilibrio (o retornen a la original). O sea, el cambio y la innovación solo pueden ser explicados por un *shock* o evento exógeno que modifique las condiciones vigentes y “empujen” a las empresas a una nueva situación de equilibrio.

La figura 2 ilustra de un modo esquemático y genérico la concepción del cambio de la economía ortodoxa con el instrumental de equilibrio. El cambio se analiza por la comparación entre dos situaciones de equilibrio: la A y la B. El paso de una situación de equilibrio a otra es consecuencia de un evento no explicado por el modelo (como podría ser la introducción de una nueva tecnología). Es notable que la manera en que se arrije de A a B o de B a A es irrelevante en el modelo. Esto significa que el modo (cuál sea la fuerza que desplace las curvas) en que se arriba desde una situación de equilibrio a otra no afecta el equilibrio final. Esto es equivalente a decir que los equilibrios finales son “independientes del sendero” (*path independency*). Además, se supone que hay reversibilidad del cambio. Esto es, el pasaje de A a B no impide que una fuerza idéntica y opuesta retorne la función V' hasta V , y se restablezca el equilibrio inicial en A, como si el tiempo (ni el cambio) no hubiera pasado. Lo ocurrido

entre equilibrios, es irrelevante en el análisis de estática comparativa (o es meramente anecdótico).

Figura 2. El cambio como estática comparativa en economía ortodoxa



Fuente: elaboración propia.

En síntesis, las limitaciones metodológicas de la teoría neoclásica y la inadecuación de sus supuestos para el tratamiento de la problemática del cambio tecnológico explican, en gran medida, el fracaso de esta teoría para captar, por ejemplo, la naturaleza de los procesos de aprendizaje en el nivel de la firma, la relación que estos guardan con la acumulación de capacidades técnicas, la importancia de las formas de organización de la producción y de lo institucional en la creación a través del tiempo de competencias, saberes y capacidad de absorción tecnológica en las empresas (Katz, 1999).

La teoría neoclásica puede ser adecuada para tratar con fenómenos que impliquen repetición y continuidad, pero manifiesta severas limitaciones en el tratamiento de los procesos de cambio, particularmente inciertos en su evolución y resultados finales. Algunos de sus supuestos básicos sobre los que se asienta el razonamiento neoclásico, por ejemplo, el de firma representativa, tendencia al equilibrio, perfecta información, etcétera, muchas veces bloquean, más que facilitan, la conceptualización de los problemas relacionados con la innovación y el cambio tecnológico

(Katz, 1999). Tal como señala Julio Neffa (2000), esta teoría no deja mucho espacio para plantear el problema de la innovación, ya que en la función de producción el papel de las innovaciones está ignorado o subvaluado y proviene desde afuera del sistema económico.

La economía moderna de la innovación. Conceptos básicos

En este apartado presentaremos los conceptos básicos que componen la moderna economía de la innovación. En un primer momento abordaremos la concepción actual de la tecnología en la disciplina, como un cúmulo de conocimiento, repasando las dimensiones y clasificaciones de los tipos de conocimiento que la componen, así como las características que asumen las tecnologías desde el punto de vista económico. A partir de allí, desarrollaremos el concepto de innovación como cambios en la tecnología, sus diversos tipos y las fuentes que nutren el proceso de innovación en la empresa, que son las maneras en que esta aprende, obtiene y acumula conocimiento. En una tercera instancia, avanzaremos en cuáles son las características y aspectos esenciales de la innovación y qué la distingue de otros procesos de avance técnico como las invenciones. La sección cerrará con cuáles son los modelos que permiten comprender la dirección y el ritmo de introducción de innovaciones en las firmas.

¿Qué es la tecnología?

Los enfoques modernos en la disciplina la conciben como un cúmulo de conocimientos. Desde ese punto de vista, la tecnología es más que solo información, es *conocimiento*. Mientras que la *información* representa proposiciones acabadamente establecidas y codificadas sobre estados de la naturaleza o algoritmos que explican formas de actuar; el *conocimiento* abarca categorías cognoscitivas, códigos de interpretación de la información, habilidades tácitas y heurísticas de resolución de problemas que son irreductibles a algoritmos, y es altamente relacional (Fernández López, 1998), y contexto específico.

Información son proposiciones acabadamente establecidas y codificadas sobre estados de la naturaleza. *Conocimiento* involucra categorías cognoscitivas, códigos de interpretación de la información, habilidades tácitas

y heurísticas de resolución de problemas, altamente relacional y contexto específico. Estas son irreducibles meramente a algoritmos. Conocimiento es más que información.

Una parte de ese conocimiento es *explícito* o *codificado*, pero otra parte es *tácito* (no puede ser especificado ni por quienes lo poseen) y *específico* a la firma (sirve para esa firma pero tiene menor o ninguna utilidad para otras). Resulta necesario distinguir estas distintas dimensiones del conocimiento.

Los componentes explícitos o codificados son aquellos susceptibles de poder “transmitirse utilizando el lenguaje formal y sistemático” (Nonaka y Takeuchi, 1995), es decir, constituyen aquella parte del conocimiento que está articulada por medio de palabras, números, códigos, fórmulas científicas, etcétera. La mayoría del conocimiento de tipo científico tiene esta característica. También la tienen los saberes de tipo tecnológico incorporados en las máquinas, materiales, componentes y productos finales, y los saberes de tipo organizacional que son transmisibles por interacción en el mercado (Smith, 1994).

Por otro lado, el conocimiento posee una *dimensión tácita*⁷ enraizada en la experiencia y que “es personal y de contexto específico y, así, difícil de formalizar y comunicar” (Nonaka y Takeuchi, 1995). Esto es así porque se trata de conocimiento que el individuo aplica sin ser totalmente consciente de ello, reglas contextuales que se aplican pero no son enteramente reconocidas como tales ni pueden ser correctamente definidas por quienes las siguen, que no son codificables en manuales de procedimientos ni publicaciones de otro tipo, razón por la cual, se trata de conocimiento que es desde difícil a imposible de transmitir (Cowan, David y Foray, 2000) y que difiere de persona a persona, aunque pueda ser compartido, de manera significativa, por colegas y colaboradores que tienen experiencias en común (Ricardo, 1955).

El conocimiento tácito en la empresa involucra saberes generales y comportamentales, saberes no codificados en manuales sobre la tecnología de procesos, la capacidad de resolución de problemas no codificados

⁷ Este es un concepto que se remonta al epistemólogo Michael Polanyi, principalmente en su obra *The tacit dimension* (Polanyi, 1966), en el que desarrolla el concepto como una forma o componente del conocimiento humano distinto, pero complementario al conocimiento explícito en el proceso cognitivo consciente, que se manifiesta en la forma de hábitos y aspectos culturales en un actor que difícilmente reconoce en sí mismo; y de allí su famoso aforismo: “Conocemos mucho más de lo que podemos decir” (Polanyi, 1966).

y la capacidad para vincular situaciones y para interactuar con otros recursos humanos.

Además, el conocimiento tecnológico es –en parte– *específico* a cada empresa, en el sentido que no es perfectamente transferible a otra firma. Habitualmente, la empresa receptora (adoptante o “imitadora”) de una tecnología recibe un conocimiento menos completo que el que posee el vendedor o el primer usuario, aunque se sigan las mismas instrucciones, se emplee el mismo tipo de máquinas, etcétera, lo que la obliga a introducir algunas soluciones propias. También es distinto el contexto en el que cada empresa utiliza una determinada tecnología, por lo que –por lo general– no resulta eficiente que las organizaciones receptoras utilicen dicha tecnología exactamente como lo hace la transferente, sino que le realicen ciertas modificaciones o adaptaciones a la tecnología original. Obviamente, esta necesidad de adaptación será mayor mientras las realidades de las empresas transferente y receptora (en materia de tamaños de mercado, precios relativos, condiciones y estabilidad de la demanda, etcétera) sean más disímiles. En la mayoría de los casos de adopción de tecnologías provenientes del extranjero,⁸ estas diferencias son muy marcadas.

De este modo, desde esta concepción de la tecnología, el conocimiento no está ni libremente disponible ni puede adquirirse totalmente en el mercado. Y ello está en la propia naturaleza del conocimiento. La primera razón es la importancia de la dimensión tácita del conocimiento. Mientras el elemento codificado del conocimiento es básicamente transable, el elemento tácito es propio de la empresa, no se puede comprar fácilmente en el mercado y, por eso, es un factor fundamental de las diferencias tecnológicas de las empresas y sus ventajas competitivas (Mill, 1951; Marx, 2011). Constituye, por lo general, un activo estratégico de las empresas (Cowan, David y Foray, 2000).

En segundo lugar, el carácter específico de la aplicación de conocimiento en la tecnología de una empresa explica por qué tanto la generación como la posibilidad de apropiarse y de utilizar conocimiento generado por otros dependen de esfuerzos activos y del nivel de capacidades cognitivas existentes en la organización.

Una clasificación alternativa, aunque complementaria de la anterior, de tipos de conocimiento es la desarrollada por Lundvall y Johnson (1994) y Foray y Lundvall (1996), para describir y explicar los procesos de

8 En especial, en las transferencias de tecnología norte-sur.

aprendizaje y de acumulación de competencias. Dichos autores identificaron cuatro tipos de conocimientos: *el saber qué (know what)*, *el saber por qué (know why)*, *el saber cómo (know how)* y *el saber quién (know who)*. En cada uno de ellos aparecen el conocimiento codificado y el tácito en distintas proporciones.

El saber qué (*know what*) se refiere a todo aquel conocimiento acerca de hechos concretos, y es el tipo de conocimiento más cercano a lo que normalmente se llama información y está compuesto fundamentalmente por datos.

El saber por qué (*know why*) alude al conocimiento científico acerca de los principios y leyes de la naturaleza, y es el tipo de conocimiento subyacente al desarrollo tecnológico, de productos y procesos en la mayoría de las industrias modernas. La producción y la reproducción de este tipo de conocimiento usualmente están organizadas en torno a organizaciones especializadas como laboratorios y universidades, y es accesible a las empresas a través de interacción con estas instituciones o a través de la captación de recursos humanos provenientes de las mismas.

El saber cómo (*know how*) se refiere a las habilidades o las capacidades necesarias para hacer algo y se trata típicamente de un tipo de conocimiento desarrollado y mantenido dentro de las empresas. Se trata básicamente de conocimiento tácito típicamente desarrollado a través de la experiencia práctica diaria, la interacción con otros expertos en el campo y el *learning by doing*.

Por último, el saber quién (*know who*) representa el conocimiento acerca de quién sabe hacer qué y quién sabe cómo hacerlo. Se trata de un conocimiento socialmente enraizado (*socially embeded*) y se vincula con el tejido de relaciones sociales con otros agentes e instituciones, que permiten a la empresa acceder a expertos externos.

Las dos primeras clases de conocimiento, el saber qué y el saber por qué, son básicamente de tipo más bien explícito y susceptible de ser fácilmente codificado. Por ello, si se desarrollan los instrumentos institucionales adecuados, pueden transferirse en el mercado como información. Mientras que los últimos dos, el saber cómo y el saber quién, se refieren a tipos de conocimiento en los cuales las dimensiones tácitas son relativamente más importantes y se hallan más bien enraizados en la experiencia práctica. Ninguno de estos últimos dos puede ser fácilmente transferido en el mercado sin perder en ello alguna de sus funciones esenciales.

Por otra parte, la tecnología puede ser caracterizada en sus aspectos más relevantes desde el punto de vista económico en términos de su

grado de *oportunidad tecnológica*, *acumulatividad del progreso técnico* y *apropiabilidad privada*, que son todos aspectos que varían según el tipo de sector productivo que se trate y entre distintas actividades económicas (Malerba y Orsenigo, 1997).

La *oportunidad tecnológica* se refiere al potencial de avance del progreso científico, lo que se refleja en los beneficios potenciales y en los costos asociados al proceso de innovación. La oportunidad tecnológica depende, entre otras cosas, de la base de conocimientos científicos y tecnológicos en los que se apoya. Y como el conocimiento evoluciona siguiendo una lógica parcialmente interna, se deduce que distintos sectores productivos diferirán significativamente en su grado de oportunidad tecnológica.

Por su parte, al hablar de *acumulatividad del progreso técnico* se hace referencia al hecho de que la probabilidad de que una empresa logre producir o incorporar nuevos avances técnicos es, entre otras cosas, función del nivel tecnológico que haya alcanzado previamente. Finalmente, la *apropiabilidad privada* de los efectos del cambio técnico se refiere al grado de control que el innovador tiene sobre los resultados económicos del cambio técnico que introduce (y al grado de exclusividad que tiene sobre el conocimiento generado).

¿Qué es la innovación?

La innovación puede comprenderse directamente como cambios en la tecnología. La innovación es cualquier aplicación productiva de conocimiento nueva para la firma que es introducida exitosamente en el mercado (Nelson, 1992; Thomson, 1993).

El *Manual de Oslo*, que guía los diseños actuales de la mayoría de las encuestas de innovación, en su cuarta edición, definió la innovación como la introducción de “producto o proceso mejorado (o combinación de los mismos) que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores de la unidad y que se ha puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o ha sido puesto en uso por la unidad (proceso)” (OCDE/Eurostat, 2018). Por muchos años, la definición de innovación (profundamente influida por la economía schumpeteriana) focalizaba exclusivamente en la innovación empresarial, esta es entendida como una idea introducida en los procesos de selección de mercado que de una u otra manera es monetizada y (en diversos grados) apropiada por la empresa, reforzando su posición económica. Recién en su cuarta edición,

publicada en 2018, plantea la existencia de otros espacios (unidades) en los que la innovación puede tener lugar, y aclara que el eje del manual estará puesto en la innovación empresarial.

La intensidad del proceso de innovación puede medirse por sus resultados o “*outputs*”, o por los esfuerzos realizados para innovar o “*inputs*”. Las primeras y más tradicionales formas de medir la innovación han sido las patentes obtenidas, como indicador de resultado, y los gastos en investigación y desarrollo (I+D) como indicador del nivel de esfuerzos. La disponibilidad de bases de datos conteniendo uno u otro de dichos indicadores ha sido la causa más frecuentemente señalada para justificar sus usos. Pero, especialmente partir de la década de 1990, fue creciendo el reconocimiento de las limitaciones que ambos indicadores tienen para medir adecuadamente el proceso de innovación, muy especialmente en los países más alejados de la frontera tecnológica. Y, en consecuencia, comenzaron a desarrollarse una serie de indicadores más completos y complejos, contruidos a partir de información proveniente de las encuestas tecnológicas o de innovación.⁹

Desde el punto de vista de la literatura conceptual, la importancia o grado de novedad de la innovación permite clasificarla en *radical* o *incremental*. La innovación radical se identifica con eventos discontinuos que implican novedad y complejidad técnica, generalmente resultado de I+D, y que generan familias de nuevos productos, procesos, etcétera. Implican cambios revolucionarios la manera de concebir la tecnología en un sector o rama productiva y representan puntos de inflexión para las prácticas existentes. Por su parte, las innovaciones de tipo incremental se definen como cambios menores que se introducen como resultado de procesos de aprendizaje, por lo general, en el proceso productivo y se refieren a pequeñas mejoras en productos o procesos ya existentes.

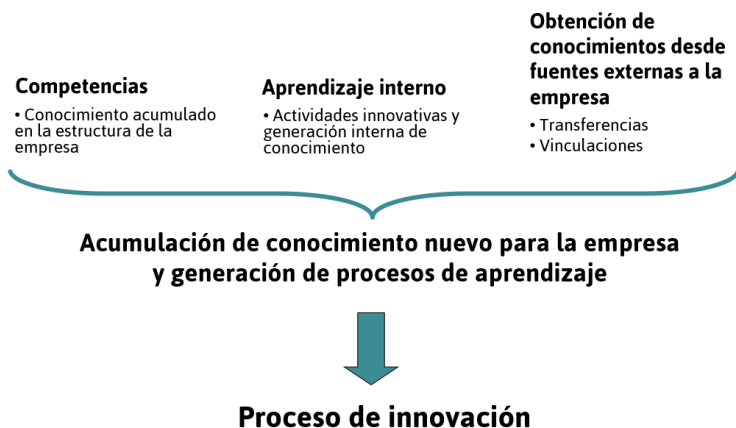
Además de las innovaciones empresariales, existen otros tipos de innovaciones. El *Manual de Oslo* reconoce este hecho pero excluye explícitamente su tratamiento. Entre estas se destacan las innovaciones del sector público, los productos de la comunidad académica y las innovaciones sociales. Estas últimas pueden definirse como aquellas que no tienen objetivos de negocios o de beneficios, sino objetivos sociales. Son desarrolladas principalmente por la sociedad civil, pero también pueden surgir en las empresas públicas e incluso en privadas (Echeverría Ezponda y Merino Malillos, 2011).

⁹ A este respecto, consultar el capítulo 7, de Barletta, Suárez y Yoguel.

Fuentes de la innovación

Si la innovación implica aplicar nuevo conocimiento o una nueva combinación de conocimientos ya utilizados, la incógnita es cómo se generan y acumulan esos nuevos conocimientos. Las fuentes de conocimiento para la innovación pueden ser tanto internas como externas a la empresa. Internamente, la firma puede servirse de conocimiento acumulado en sus competencias, enquistadas en su propia estructura y producto de su historia. También internamente puede llevar adelante actividades innovativas de aprendizaje interno, para la generación de conocimiento nuevo. Y externamente, esta puede acudir a la adquisición de conocimiento desde otros agentes, vía transferencias o vinculaciones.

Figura 3. Fuentes de la innovación en las empresas



Fuente: elaboración propia.

La creación interna de conocimiento

La empresa puede crear conocimiento internamente a través de diversas fuentes que involucran procesos de aprendizaje. Puede desarrollar en actividades innovativas internas, dedicando recursos a I+D, en tareas de ingeniería reversa y realizando esfuerzos para la modificación de los modos en que produce, las características de sus productos o servicios ofrecidos, la manera en que se organiza o comercializa. En estas actividades de cambio, las empresas aprenden con el propio uso de la tecnología

y la propia práctica (*learning by doing* y *learning by using*), equivocándose (*learning by failing*) e interactuando (*learning by interacting*).

El aprendizaje interno es concebido como un proceso interactivo de naturaleza social. El desarrollo de nuevos conocimientos al interior de la empresa, y la apropiación y adecuación de los conocimientos generados externamente depende, en buena medida, de la intensidad y de las modalidades de interacción tanto entre agentes internos de la firma, como entre estos y agentes externos.

Un aporte para comprender los procesos internos de creación y transformación de conocimiento dentro de las empresas ha sido el de Nonaka y Takeuchi (1995). En su libro, la firma es una productora y usuaria de conocimiento. La empresa crea y utiliza conocimiento convirtiendo conocimiento explícito y tácito a través de lo que denominaron proceso SECI (por la sigla de socialización, externalización, combinación e internalización). El conocimiento es concebido no tanto como un proceso de aprendizaje individual, sino de aprendizaje colectivo. Es producto de la acción social de las organizaciones en las que la transformación y creación de conocimiento sigue un proceso dialéctico de conversión de conocimiento tácito en explícito a través de cuatro instancias estilizadas (ver figura 4): i) la *socialización*; ii) la *externalización*; iii) la *combinación*; y iv) la *internalización*.

Figura 4. Modos de conversión del conocimiento



Fuente: elaboración propia basada en Nonaka y Takeuchi (1995).

Comenzando en la etapa de *socialización* del conocimiento, el conocimiento individual tácito se convierte organizacionalmente en nuevo conocimiento tácito, pero colectivo, en modelos mentales y habilidades técnicas compartidas. Luego en el proceso de *externalización* este conocimiento tácito colectivo se convierte en explícito para la organización y los grupos de la misma, a través del diálogo y la reflexión conjunta. Explicitado el conocimiento colectivo se mezcla y sistematiza con otros conocimientos explícitos en lo que denominaron la instancia de *combinación*, y en que nuevo conocimiento explícito colectivo es creado. La espiral “cierra” el ciclo (más bien lo retoma) en el proceso de *interiorización* o *internalización*, cuando el conocimiento explícito organizacional es incorporado en los individuos como nuevo conocimiento tácito para ellos, que aplican en la práctica. Este proceso se funda en el *aprender haciendo*. Con el uso, el conocimiento explícito pasa a ser paulatinamente internalizado por los integrantes de una organización. De esta manera se generan las condiciones para el comienzo de un nuevo “ciclo”.

En este contexto, importan las características de las estructuras organizacionales de las empresas en la medida en que estas favorecen o limitan el desenvolvimiento de los procesos de circulación de conocimiento (por ejemplo, estos “modos de conversión” de conocimiento de Nonaka). Ahí se incluyen, entre otras, las estructuras de capacitación de las empresas, de I+D, y especialmente las relacionadas con las formas que adopta la organización del proceso de trabajo.

Obtención de conocimiento desde fuentes externas a la empresa

Normalmente no es necesario que la empresa acumule o desarrolle internamente todos los conocimientos necesarios para introducir una innovación. En muchos casos la empresa no está en condiciones (financieras, tecnológicas, etcétera) de desarrollar el conocimiento “faltante” para la innovación, o directamente es antieconómico o requiere demasiado tiempo intentar desarrollar un conocimiento que está disponible para ser transferido (de manera gravosa o no) en el mercado. En esos casos, es conveniente obtener ese conocimiento de fuentes externas a la empresa. La vía más habitual a la que recurren las empresas para obtener conocimiento externo es la compra de tecnología incorporada en bienes de capital o nuevos insumos. Otras posibilidades son adquirir tecnología no incorporada, en forma de software, patentes y consultorías, recurrir a I+D

externa, o establecer acuerdos de colaboración tecnológica, tanto formales como informales, con otras empresas o instituciones de investigación.

De todos modos, no existe *a priori* perfecta sustituibilidad entre conocimiento interno y externo, ya que para reconocer, evaluar, negociar y, finalmente, adaptar y operar tecnología potencialmente disponible externamente de otras empresas u otros actores e institucionales, es necesario que las empresas tengan conocimientos específicos y sus capacidades de absorción, que son las habilidades para identificar, asimilar, transformar y explotar conocimiento externo (Cohen y Levinthal, 1990).

La transferencia de tecnologías de parte de agentes externos necesariamente requiere conocimientos previos y aprendizaje por parte de la empresa receptora, porque una parte del conocimiento tecnológico es tácito y los principios en los que se basan no son totalmente conocidos. Siempre será necesario adaptar el conocimiento transferido a las posibilidades y a las necesidades de la empresa.

En suma, para dominar una nueva tecnología la firma adoptante debe poseer ciertas competencias iniciales, y realizar esfuerzos e inversiones con ese fin. Asimismo, los resultados finales que se alcanzan son inciertos y varían de empresa a empresa dependiendo de la calidad y cantidad de insumos aportados (las recientemente mencionadas competencias iniciales, esfuerzos e inversiones) y de elementos aleatorios.

Las empresas que realizan actividades de innovación se enfrentan a cuatro dimensiones de la incertidumbre: i) *incertidumbre técnica*, que se relaciona a la imposibilidad de conocer con certeza, ni siquiera probabilística, de la factibilidad de alcanzar un resultado esperado; ii) *incertidumbre temporal*, relacionada con el impedimento de saber el tiempo necesario para alcanzar dicho resultado; iii) *incertidumbre comercial*, respecto del posible éxito o no del producto en el mercado; y iv) *incertidumbre estratégica*, en la que entra la dificultad de conocer cuál será la acción o reacción de los competidores ante las estrategias que lleve adelante la firma.

Características de la innovación

En los acápites anteriores hemos explicitado el concepto de innovación, a partir de cambios en la tecnología y otras prácticas productivas de la empresa, identificamos indicadores para su medición y se señalaron fuentes internas y externas a la empresa de nuevos conocimientos. Corresponde ahora referir dos características fundamentales de la innovación en un

contexto de economía de mercado: su naturaleza esencialmente incierta y su carácter procesual.

Incertidumbre e innovación

Las actividades innovativas son de una naturaleza intrínsecamente inciertas. El resultado técnico (y mucho más aún, el comercial) de las actividades de investigación muy difícilmente puede ser conocido *ex ante*. La incertidumbre no solo tiene su origen en la falta de conocimiento sobre los costos y resultados precisos de las distintas alternativas, sino también –muy a menudo– en la falta de conocimiento sobre cuál es el conjunto exhaustivo de todas las alternativas y de sus secuelas. Las empresas realizan procesos de búsqueda de innovaciones por la percepción de una oportunidad inexplorada, pero no puede conocer *a priori* los resultados de esa búsqueda.

La innovación como proceso

La firma está constantemente buscando mejorar y ampliar su base de conocimientos con el propósito de mejorar o introducir nuevos productos y formas de producción. Dicha búsqueda de nuevos conocimientos y capacidades no se realiza sobre todo el espectro de conocimientos existentes (o sea, no se trata de elegir la tecnología económicamente más eficiente entre el *stock* total de tecnologías técnicamente eficientes), sino que se efectúa en los márgenes o en la cercanía de los conocimientos acumulados en la firma. En este sentido, precisamente, se sostiene que el desarrollo tecnológico es local.

Además, el desarrollo tecnológico es un proceso acumulativo, en el que las capacidades acumuladas hoy afectarán lo que es posible hacer en el futuro. La tecnología y las capacidades tecnológicas de una firma “evolucionan” a lo largo del tiempo, siempre sobre la base de la tecnología disponible en un momento anterior. Una vez que se reconoce la naturaleza acumulativa y específica a cada empresa de la tecnología, su evolución en el tiempo deja de ser aleatoria y pasa a estar restringida a áreas cercanas tecnológica y económicamente a las actividades existentes. En este sentido, la trayectoria que sigue el desarrollo de una tecnología es *path dependence*. Es decir, depende del sendero previamente transitado (Silverberg, Dosi y Orsenigo, 1988).

Estas dos características del desarrollo tecnológico, su carácter local y *path dependent* ayudan a explicar por qué la innovación debe ser considerada *como un proceso* y no como actos aislados. Por lo general, la introducción primera de una innovación radical o significativa (como, por ejemplo, el automóvil o el transistor) tiene escaso impacto económico. Sin embargo, el posterior perfeccionamiento de dicha innovación a través de una larga serie de mejoras incrementales, que reducen costos y mejoran su desempeño y la productividad, y su complementación con otras innovaciones posibilitan una amplia difusión de la misma.

Considerar a la innovación como un proceso implica romper con la tradicional distinción schumpeteriana entre invención / innovación / difusión.

El considerar la innovación como proceso implica una ruptura con la tradicional distinción schumpeteriana entre invención (generación de nuevo conocimiento potencialmente aplicable en el proceso productivo), innovación (introducción exitosa de la invención en el mercado) y difusión (imitación de una innovación por parte de los competidores).

La introducción de una innovación, en la mayoría de los casos (o en no pocos casos), induce a nuevas invenciones e innovaciones que mejoran o complementan la innovación inicial. Del mismo modo, la difusión, imitación y transferencia tecnológica no implica una copia estática de la innovación original, pues siempre es necesario adaptar y transformar la innovación debido a que el conocimiento es parcialmente tácito y específico.

En este sentido, la difusión no es un proceso trivial, sino que requiere de numerosas invenciones complementarias y el desarrollo de tecnologías auxiliares mediante procesos de aprendizaje generalmente interactivos, lo que probablemente incluya realizar investigaciones científicas en tales áreas. Todo ello para adaptar la tecnología a las necesidades de la empresa adoptante y aumentar la eficiencia con la cual emplea dicha tecnología. De hecho todo acto de adopción de una tecnología implica algún nivel de búsqueda creativa e involucra ciertas transformaciones en la innovación original, constituyendo, por consiguiente, un acto de innovación incremental en sí mismo. Por tanto, no se trata de un proceso que comienza en la ciencia y termina en la difusión de la innovación sin que, a su vez, esta última requiera innovaciones, invenciones e investigaciones adicionales.

Todavía más, en muchos casos los avances en el proceso de aprendizaje posteriores a la introducción de las innovaciones son de particular importancia. Por un lado, a medida que se avanza en la producción en una determinada esfera y se va conociendo mejor la nueva tecnología, es posible aprovechar todas sus potencialidades de modo de poder reducir los costos reales por unidad de producción. Ese proceso de aprendizaje, que es interno al proceso de producción, es conocido en la literatura como aprender haciendo (*learning by doing*). Por otro lado, en algunos casos, el avance en el conocimiento solo es posible como resultado del uso de un equipamiento por sus usuarios finales. El proceso de aprendizaje, conocido como aprender usando (*learning by using*) es típico de ciertas industrias de alta tecnología –por ejemplo, ciertos bienes durables de capital–, cuyas características de desempeño no son previsible ni por la teoría científica ni a partir de experiencias con tecnologías relacionadas o análogas.

Así, una rígida separación entre invención e innovación, si bien puede ser útil para algunos fines didácticos, oscurece la naturaleza del proceso de cambio tecnológico. Esta es la razón por la cual algunos modelos que procuran explicar la dirección y el ritmo de introducción de innovaciones a partir de la ciencia (*science push*), tienen limitaciones. A continuación, presentamos los modelos de conceptualización de este tipo.

¿Qué factores explican la dirección y el ritmo de la introducción de innovaciones? Los modelos de innovación

En la literatura especializada hay dos tipos de modelos explicativos de los factores que determinan la dirección y el ritmo de introducción de innovaciones. Por un lado, están los modelos lineales, que son los más tradicionales o antiguos y, por otro, los modelos interactivos, más recientes ya que se popularizaron recién a partir de los años ochenta del siglo pasado.

Si bien los modelos lineales en la actualidad han caído en descrédito entre los estudiosos de la economía de la innovación, es importante su consideración pues todavía continúan influenciando el imaginario de muchos responsables tanto de las acciones privadas como de las políticas públicas en materia tecnológica.

Los modelos lineales de innovación

Básicamente es posible distinguir dos tipos de modelos lineales. Los “basados en la ciencia” o *science-push theories*, según los cuales la dirección y el ritmo de introducción de innovaciones es producto del desarrollo científico, y los modelos “empujados por la demanda” o *demand-pull theories*, en los que las innovaciones son inducidas por la demanda de mercado de los consumidores y usuarios.

En los primeros, se parte del supuesto que el avance de la ciencia, que es considerado exógeno al sistema económico, genera un conjunto de inventos. Estos inventos, expresados en términos de información perfectamente transferible, están a disposición de los empresarios. Como estos actúan siguiendo conductas racionales y optimizadoras introducen, en forma de innovaciones, aquellos que les permiten aumentar (maximizar) sus beneficios, aunque sea durante un corto lapso, hasta que se difundan por todo el sector.

En su versión más difundida, el desarrollo tecnológico es un proceso lineal que va de la ciencia y la investigación básica (la invención) a las aplicaciones en la esfera productiva de dicho conocimiento (la innovación), primero por el innovador y luego por los imitadores, cuya difusión es considerada meramente como la copia de la innovación original.

Sin embargo, esta forma lineal no se adecua bien a muchos fenómenos innovativos estilizados empíricamente. Muchas veces los conocimientos tecnológicos que están detrás de una innovación ya eran conocidos años, incluso siglos, antes de su primera aplicación (como ha sido, por ejemplo, el caso de la máquina a vapor, protagonista indiscutida de la Primera Revolución Industrial, cuyos principios técnicos ya eran conocidos desde hace más de un siglo).

Otra limitación es que esta conceptualización no se adecua bien a explicar la aparición de innovaciones en los casos en los que el desarrollo tecnológico ha antecedido al desarrollo científico, incluso al establecimiento concreto de un campo disciplinar en la ciencia. La aleación de metales se ha venido llevando a cabo desde varios siglos antes de la aparición de la metalurgia, y el desarrollo informático ha precedido a las disciplinas computacionales. La falta de conocimientos científicos muchas veces no es un obstáculo infranqueable para la innovación. La existencia de fuertes incentivos económicos para la innovación puede llevar a que se encuentre una respuesta puramente técnica a un problema que todavía no tiene una respuesta científica. Como resultado de ello, el

trabajo de los científicos, en muchos casos, se resume a dar una explicación científica al conocimiento tecnológico (Rosenberg, 1982).

No se trata de negar la obvia influencia que los avances en la ciencia tienen sobre las invenciones y las innovaciones, sino simplemente destacar la existencia de importantes influencias también en la dirección opuesta, desde la innovación a la investigación científica. Adicionalmente, la actividad científica está fuertemente influenciada y direccionada por factores de orden económico, dado que la investigación científica es una actividad costosa y que esta puede ser dirigida hacia direcciones que prometen altos retornos financieros. En suma, la actividad científica no es totalmente exógena al sistema económico.

La segunda formulación en los modelos lineales de innovación tiene su origen en un clásico artículo de Schmookler (1962), denominado *Demand Pull*. Según este autor los incentivos para realizar un invento dependen de la relación entre rendimientos esperados y costos esperados. Y dado que los beneficios esperados de las invenciones cambian según las circunstancias sociales y de mercado, son estos factores los que direccionan la actividad científica.

La idea por detrás de esta visión es que, en tanto la sociedad y los mercados funcionen “libremente”, ante la aparición de una necesidad; el mercado eleva los precios y la rentabilidad de bienes y servicios que potencialmente podrían satisfacer esa necesidad. Ello induciría a la búsqueda de alguna tecnología capaz de abordar esa demanda adicional, sea invirtiendo en desarrollar una solución particular, o modificación al estado actual de las artes tecnológicas, o explorar la preexistencia de alguna tecnología creada para solucionar ese problema (por ejemplo, en un banco de patentes), para ponerla en valor económico. Se trataría, en esencia, de un mecanismo que responde a las señales e incentivos de los precios esperados de los mercados.

En este caso, el ritmo y la dirección del proceso de innovación son generalmente explicados en función de dos variables: i) el nivel de apropiabilidad (de los beneficios por parte de las firmas innovadoras), el que a su vez es afectado por el tamaño y la estructura del mercado, y ii) por la magnitud de los cambios en la demanda (o en la tasa de cambio de la demanda).

Es indudable que los cambios en la demanda influyen la conducta de los empresarios en su política tecnológica y esfuerzos en innovación. Sin embargo, aquí el concepto de demanda es igualado al de necesidad o, al menos, al de demanda potencial, lo que lo hace no operativo, ya que

existe casi una infinita variedad de objetos y servicios que tienen una gran demanda potencial y no se sigue de ello que necesariamente se materialicen en innovaciones. En ese sentido, el problema es que ese modelo no logra explicar por qué son introducidos ciertos productos o procesos y no otros. Tampoco logra explicar por qué las tasas de innovación tecnológica y de crecimiento de la productividad varían tanto entre industrias.

Además, no permite comprender por qué la innovación se produce en algún momento y no en otro. Para responder a este último interrogante no es suficiente plantear que las condiciones de la demanda estimularon tal innovación. Es necesario demostrar que las condiciones de la demanda cambiaron de manera más significativa que las condiciones de la oferta. Esto es, aunque se admitiese que la demanda tiene un papel dominante en el proceso de innovación, sus efectos se relacionarían con el estímulo a las actividades innovativas (como la asignación de recursos de I+D), pero no con sus resultados, con la tasa de introducción o con la dirección de las innovaciones. Y son estas las variables que se pretende explicar con estos modelos.

En síntesis, el mercado no transmite señales claras y fácilmente identificables que puedan influenciar decisivamente las innovaciones, tanto en su ritmo de incorporación cuanto en su dirección, lo cual es particularmente cierto en el caso de las innovaciones radicales para las cuales (debido a la existencia de incertidumbre) no es posible identificar con mediana claridad una curva de demanda. De allí la necesidad de incluir mecanismos de “oferta” en la explicación del *timing* y dirección del proceso innovador, que están claramente subestimados en este modelo.

Modelo interactivo

Estos modelos lineales sentaron las bases para que, a partir de sus limitaciones, Ralph Kline y Nathan Rosenberg (1986) plantearan una serie de avances teóricos en lo que se conoce como el modelo interactivo, o *chain-link model*, del proceso innovativo. Este modelo plantea que el ritmo y dirección de las innovaciones no sigue un proceso lineal entre etapas, sino un proceso interactivo entre las mismas.

Ciencia, oferta y demanda interactúan constantemente en este proceso. Así, el proceso de innovación se caracteriza por las continuas interacciones entre las distintas etapas y actividades que están involucradas. Aquí, la información y el conocimiento no solo fluye desde los laboratorios de I+D hacia el área de producción y de comercialización, sino

también en sentido contrario. Los productos y procesos ya introducidos experimentan cambios debido al aprendizaje en la producción y a la interacción con usuarios y proveedores y la producción de conocimiento pasa a ser una actividad de la cual todas las áreas de la firma son responsables.

Lo particular del modelo interactivo es que los *outputs* de las diversas etapas del proceso de innovación (investigación básica, investigación aplicada, el desarrollo, la producción y la comercialización) pueden ser utilizados como insumos por todos los actores y etapas del proceso. De esta manera, todos los actores “reposan sobre un conjunto de conocimientos con los cuales se interactúa constantemente, es decir, se realiza un fluido intercambio con el stock existente de conocimientos al mismo tiempo que se elaboran y agregan otros nuevos conocimiento” (Naclerio, 1999).

En la actualidad, hay prácticamente unanimidad en concebir al aprendizaje y a la innovación como procesos interactivos y de naturaleza social. Las empresas no solo producen bienes sino también conocimientos. El desarrollo de nuevos conocimientos en el interior de la empresa y la apropiación y adecuación de los conocimientos generados externamente dependen, en buena medida, de la intensidad y de las modalidades de interacción tanto entre agentes en el interior de la firma como entre estos y agentes externos.

En esta visión, las barreras entre lo público y lo privado tienden a desdibujarse. Ocurre que para favorecer la articulación entre las distintas fases de desarrollo, surge la necesidad de que existan fuertes incentivos que garanticen, o por lo menos promuevan, su interacción. Una de las alternativas para la concreción de la provisión de estos incentivos fue esquematizada para el caso latinoamericano mediante del denominado “triángulo de Sabato” (Sabato y Botana, 1968). En este se postulaba la pertinencia de contener los desarrollos innovadores en un “triángulo” estructurado por el Estado, las empresas privadas y las instituciones de ciencia y tecnología (sus tres “vértices”), proveyendo de incentivos entre estos actores (los tres “lados” del triángulo) para relacionarlos y potenciarlos. Es necesaria la acción deliberada desde los tres tipos de actores para dinamizar la creación de conocimiento y efectivizar la transferencia de la ciencia y tecnología a la sociedad.

Bibliografía

- Abramovitz, Moses (1952). "Economics of growth". En Haley, Bernard, *A survey of contemporary economics*. Illinois: American Economic Association.
- Aghion, Philippe y Howitt, Peter (1990). "A model of growth through creative destruction". Working Paper n° 3223. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Anlló, Guillermo; Suárez, Diana y De Angelis, Jésic (2009). *Indicadores de Innovación en América Latina: diez años del Manual de Bogotá*. Buenos Aires: RICYT.
- Arestis, Phillips. (1992). *The Post-Keynesian Approach to Economics*. Aldershot: Edward Elgar.
- CEPAL (1990). *Transformación productiva con equidad: la tarea prioritaria del desarrollo de América Latina y el Caribe en los años noventa*. Santiago de Chile: CEPAL, NU.
- Cimoli, Mario; Porcile, Gabriel; Primi, Annalisa y Vergara, Sebastián (2005). "Cambio estructural, heterogeneidad productiva y tecnología en América Latina". En Cimoli, Mario, *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL, NU.
- Cohen, Wesley M. y Levinthal, Daniel A. (1990). "Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation". *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n° 1, pp. 128-152.
- Cowan, Robin; David, Paul y Foray, David (2000). "The explicit economics of knowledge codification and tacitness". *Industrial and corporate change*, vol. 9, n° 2, pp. 211-253.
- David, Paul A. (1974). *Technical choice innovation and economic growth: essays on American and British experience in the nineteenth century*. Londres: Cambridge University Press.
- Denison, Edward Fulton (1962). *Sources of economic growth in the United States and the alternatives before us*. Washington DC: Committee for Economic Development.
- Dosi, Giovanni; Fabiani, Silvia; Aversi, Roberta y Meacci, Mara (1994). "The dynamics of international differentiation: a multi-country

- evolutionary model”. *Industrial and corporate change*, vol. 3, n° 1, pp. 225-242.
- Dutrénit, Gabriela y Sutz, Judith (eds.) (2014). *Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo. La experiencia latinoamericana*. México, DF: LALICS/Edward Elgar Publishing.
- Echeverría Ezponda, Javier y Merino Malillos, Lucía (2011). “Cambio de paradigma en los estudios de innovación: el giro social de las políticas europeas de innovación”. *Arbor*, vol. 187, n° 752, pp. 1031-1043.
- Edquist, Charles (ed.) (1997). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organization*. Londres: Pinter.
- Elster, Jon (1992). *El cambio tecnológico: Investigación sobre la racionalidad y la transformación social*. Barcelona: Gedisa.
- Erbes, Analía y Suárez, Diana (comps.) (2016). *Repensando el desarrollo latinoamericano. Una discusión desde los sistemas de innovación*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Fabricant, Solomon (1954). *Economic Progress and Economic Change*. Nueva York: National Bureau of Economic Research.
- Fajnzylber, Fernando (1990). *Industrialización en América Latina: “de la caja negra” al “casillero vacío”: comparación de patrones contemporáneos de industrialización*. Cuadernos de la CEPAL. Santiago de Chile: CEPAL.
- Fernández López, Manuel (1998). *Historia del pensamiento económico*. Buenos Aires: AZ.
- Figueras, Alberto José y Morero, Hernán Alejandro (2013). “La teoría del consumo y de los ciclos en Thorstein Veblen”. *Revista de economía institucional*, vol. 15, n° 28, pp. 159-182.
- Foray, Dominique y Lundvall, Bengt-Åke (eds.) (1996). *Employment and Growth in the Knowledge-Based Economy*. París: OCDE.
- Freeman, Christopher (1974). *The Economics of Industrial Innovation*. Harmondsworth, Middlesex: Penguin Books.
- Grossman, Gene y Helpman, Elhanan (1991). *Innovation and growth in the world economy*. Cambridge: MIT Press.

- Habakkuk, Hrothgar John (1962). *American and British Technology in the Nineteenth Century: The search for labour saving inventions*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Jaramillo, Hernán; Lugones, Gustavo y Salazar, Mónica (2001). *Manual de Bogotá. Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*. Bogotá: COLCIENCIAS.
- Jewkes, John; Sawers, David y Stillerman, Richard (1961). *The sources of invention*. Nueva York: Springer.
- Katz, Jorge (1996). “ Régimen de incentivos, marco regulatorio y comportamiento microeconómico ”. En Katz, Jorge, *Estabilización macroeconómica, reforma estructural y comportamiento industrial: estructura y funcionamiento del sector manufacturero latinoamericano en los años 90*. Buenos Aires: Alianza.
- (1999). *Reformas estructurales y comportamiento tecnológico: Reflexiones en torno a las fuentes y naturaleza del cambio tecnológico en América Latina en los años noventa*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Katz, Jorge y Bernat, Gonzalo (2012). “ Interacciones entre la macro y la micro en la post convertibilidad: dinámica industrial y restricción externa ”. *Desarrollo económico*, vol. 52, n° 207-208, pp. 383-404.
- Kendrick, John Whitefield (1956). *Productivity trends: capital and labor*. Nueva York: National Bureau of Economic Research.
- Keynes, John Maynard (1937). “ The general theory of employment ”. *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 51, n° 2, pp. 209-223.
- Kline, Stephen y Rosenberg, Nathan (1986). “ An Overview of Innovation ”. En Landau Ralph y Rosenberg, Nathan, *The Positive Sum Game: Harnessing technology for Economic Growth*. Washington DC: National Academic Press.
- Knight, Frank Hyneman (1921). *Risk, uncertainty and profit*. Nueva York: Hart, Schaffner and Marx.
- Lewis, W. Arthur (1954). “ Economic development with unlimited supplies of labour ”. *The manchester school*, vol. 22, n° 2, 139-191.
- List, Friedrich (1997 [1841]). *Sistema nacional de economía política*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

- Lundvall, Bengt-Åke (ed.) (1992). *National Systems of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. Londres: Printer [Primera edición en español: UNSAM Edita, 2009].
- Lundvall, Bengt-Åke y Johnson, Bjorn (1994). "The Learning Economy". *Industry and Innovation*, vol. 1, n° 2, 23-42.
- Malerba, Franco y Orsenigo, Luigi (1997). "Technological Regimes and Sectoral Patterns of Innovative Activities". *Industrial and Corporate Change*, vol. 6, n° 1, pp. 83-117.
- Malerba, Franco; Nelson, Richard; Orsenigo, Luigi y Winter, Sidney (2008). "Public policies and changing boundaries of firms in a 'history-friendly' model of the co-evolution of the computer and semiconductor industries". *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol. 67, n° 2, pp. 355-380.
- Mankiw, N. Gregory; Romer, David y Weil, David N. (1992). "A contribution to the empirics of economic growth". *The quarterly journal of economics*, vol. 107, n° 2, pp. 407-437.
- Mansfield, Edwin (1968). *Industrial research and technological innovation; an econometric analysis*. Nueva York: Norton.
- Marx, Karl (2011 [1867]). *El capital. Crítica de la economía política*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Mill, John Stuart (1951 [1848]). *Principios de economía política*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Naclerio, Alejandro (1999). "La innovación desde la empresa o los sistemas nacionales". *Informe de Coyuntura*, vol. IX, n° 79, pp. 29-51.
- Neffa, Julio C. (2000). *Las innovaciones científicas y tecnológicas. Una introducción a su economía política*. Buenos Aires: Lumen Humanitas / Asociación Trabajo y Sociedad (CEIL-PIETTE CONICET).
- Nelson, Richard (1992). "The roles of firms in technical advance: a perspective from evolutionary theory". En Dosi, Giovanni; Giannetti Renato y Toninelli, Pier, *Technology and enterprise in a historical perspective*. Oxford: Clarendon Press.
- (ed.) (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*. Nueva York: 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. Versión en español publicada en revista *Buenos Aires Pensamiento Económico*, n° 1, 1996.
- (1997). “How new is new growth theory?”. *Challenge*, 40(5), pp. 29-58.
- Nelson, Richard y Winter, Sidney (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: Harvard University Press.
- Nonaka, Ikujiro y Takeuchi, Hirotaka (1995). *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- North, Douglas (1990). “Institutions and their consequences for economic performance”. En Cook Karen S. y Levi, Margaret (eds.), *The limits of rationality*, pp. 383-401. Chicago: University of Chicago Press.
- OCDE/Eurostat (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*, 4ta. edición, serie The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. París/Eurostat, Luxemburgo: OCDE. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>.
- Pinto, Aníbal (1965). “Concentración del progreso técnico y de sus frutos en el desarrollo latinoamericano”. *El trimestre económico*, n° 125, pp.3-69.
- (1976). “Notas sobre los estilos de desarrollo en América Latina”. *Revista de la CEPAL*, n° 1, pp. 97-128.
- Polanyi, Michael (1966). *The tacit dimension*. Garden City, N.Y.: Doubleday.
- Prebisch, Raúl (1949). “El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas”. *El trimestre económico*, vol. 16, n° 63 (3), pp. 347-431.
- (1961). “El falso dilema entre desarrollo económico y estabilidad monetaria”. *Boletín Económico de América Latina*, n°1, pp. 1-26.
- Ricardo, David (1955 [1891]). *Principios de economía política y de tributación*. Madrid: Aguilar.
- Romer, Paul M. (1990). “Endogenous technological change”. *Journal of political Economy*, vol. 98, n° 5, parte 2, pp. S71-S102.

- Rosenberg, Nathan (1982). *Inside the black box: technology and economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- (1972). *Technology and American economic growth*. Nueva York: Harper and Row.
- Sabato, Jorge y Botana, Natalio (1968). “La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina”. *Revista de la Integración*, n° 3.
- Schmookler, Jacob (1952). “The changing efficiency of the American economy, 1869-1938”. *The review of Economics and Statistics*, vol. 34, n° 3, pp. 214-231.
- (1962). “Changes in industry and in the state of knowledge as determinants of industrial invention”. En National Bureau of Economic Research, *The rate and direction of inventive activity: economic and social factors*. Princeton: Princeton University Press.
- (1966). *Invention and economic growth*. Cambridge: Harvard University Press.
- Schultz, Theodore W. (1953). *The economic organization of agriculture*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Schumpeter, Joseph Alois (1911). *The theory of economic development. An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*. New Brunswick-Londres: Transaction Publishers.
- (1939). *Business cycles*. Nueva York: McGraw-Hill.
- (1942). *Socialism, capitalism and democracy*. Nueva York: Harper and Brothers.
- Shackle, George (1968). *La naturaleza del pensamiento económico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Silverberg, Gerald; Dosi, Giovanni y Orsenigo, Luiggi (1988). “Innovation, diversity and diffusion: a self-organisation model”. *The Economic Journal*, vol. 98, n° 393, pp. 1032-1054.
- Simon, Herbert Alexander (1947). *Administrative behavior. A study of decision-making processes in administrative organization*. Nueva York: Free Press.

- Smith, Adam (1994 [1776] [Primera edición en español: 1937]). *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Solow, Robert M. (1957). "Technical change and the aggregate production function". *The Review of Economics and Statistics*, vol. 39, n° 3, pp. 312-20.
- Sztulwark, Sebastián (2005). *El estructuralismo latinoamericano: fundamentos y transformaciones del pensamiento económico de la periferia*. Buenos Aires: Prometeo libros.
- Thomson, Ross (ed.) (1993). *Learning and technological change*. Nueva York: Springer.
- Veblen, Thorstein (1923). *Absentee ownership and business enterprise in recent times: The case of America*. Nueva York: B.W. Huebsch.
- (1963 [1899]). *Teoría de la Clase Ociosa*. México: Fondo de Cultura Económica.
- (1965 [1904]). *Teoría de la Empresa de Negocios*. Buenos Aires: Eudeba.

Bibliografía recomendada

- Barletta, Florencia; Robert, Verónica y Yoguel, Gabriel (2014). *Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico*, (vol. 1). Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Elster, Jon (1992). *El cambio tecnológico. Investigación sobre la racionalidad y la transformación social*. Barcelona: Gedisa.
- Fagerberg, Jan; Mowery, David C. y Nelson, Richard R. (eds.) (2004). *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Schumpeter, Joseph Alois (1942). *Socialism, capitalism and democracy*. Nueva York: Harper and Brothers.

Capítulo 2

¿Por qué las empresas difieren y cómo eso importa?*

Richard Nelson
Columbia University

Introducción

Este documento se ocupa de las fuentes e importancia de las diferencias entre empresas, desde el punto de vista de un economista. ¿Cómo podría la perspectiva de un economista diferir en este tema, digamos, de aquella de un estudiante de administración de empresas? Yo argumentaría que la diferencia más importante es que los economistas tienden a ver a las empresas como jugadores en un juego económico multiactor, y su interés está en el juego y sus resultados, más que en la jugada o desempeño particular, o el rendimiento de la empresa individual. Es decir, los economistas están interesados en cómo funciona la industria automovilística y su desempeño en varias dimensiones, y no en General Motors o Toyota *per se*, sino solo en la medida que las particularidades de estas empresas influyan en la industria en general. Esta perspectiva es bastante diferente, me parece, que la de un estudiante de administración de empresas que se ocupa del comportamiento y desempeño de las empresas individuales en sí mismas.

Mi objetivo en este ensayo es demostrar el significado económico de las diferencias discrecionales entre empresas, en el sentido descrip-

* Publicación original: Nelson, Richard (1991). "Why do firms differ, and how does it matter?". *Strategic Management Journal*, vol. 12, n° S2, pp. 61-74. Traducción: Diana Suárez y Analía Erbes.

to antes. Mi posición ciertamente ha sido influenciada por el trabajo de académicos de la administración de empresas, quienes persuasivamente han documentado diferencias significativas entre empresas de un sector, en comportamiento y desempeño, y propusieron que estas diferencias reflejan en gran medida las diferentes elecciones que hacen las empresas. Sin embargo, debido a que los intereses de esos autores han diferido de los intereses de los economistas, casi no se ha prestado atención a las implicancias para la industria, o la economía en general, de tales diferentes elecciones. Así, mientras que la literatura de la administración de empresas proporciona un comienzo para mi argumento, hay mucho que necesito construir yo mismo, en cooperación con amigos que piensan similar.

Debe reconocerse que, al intentar defender la significancia económica de las diferencias discrecionales entre empresas, quienes pensamos sobre esto de manera similar luchamos contra una fuerte corriente en economía, particularmente en la economía teórica, que minimiza o incluso niega la importancia de tales diferencias. El argumento en economía no es que las empresas son todas iguales; los economistas reconocen que las empresas de informática difieren de las empresas textiles, y que en ambas industrias, las empresas alemanas casi ciertamente difieren de las empresas taiwanesas. Sin embargo, la postura es que las diferencias no son discrecionales, sino que reflejan diferencias en los contextos en los que las empresas operan: la tecnología de diseño y producción en informática y el mercado informático difieren de la situación en los textiles. Los precios y disponibilidad de factores y los mercados de productos en Alemania difieren de los de Taiwán. Por lo tanto, las empresas se ven obligadas a ser diferentes.

La tendencia a ignorar las diferencias discrecionales entre empresas en parte refleja que los economistas no están interesados en el comportamiento y el desempeño en el nivel de las empresas, sino más bien en los agregados más amplios –la industria o de la economía en general. Eso refleja, asimismo, algunas visiones teóricas sostenidas por economistas de primera línea sobre qué es la actividad económica y sobre el papel y la naturaleza de las empresas en la actividad económica. Mi argumento de que las diferencias discrecionales entre empresas dentro de una industria existen e importan significativamente es parte integral de mi argumento más amplio de que la teoría económica neoclásica es muy limitada.

Permítanme señalar aquí, para elaboración futura, lo que quiero y lo que no quiero decir con el término “discrecional”. Quiero decir que

implica cierto relajamiento de las restricciones, tanto en el corto como en el largo plazo, que da lugar a que empresas que difieren en ciertos aspectos importantes puedan ser viables en el mismo entorno económico. Quiero decir que en cierta medida esas diferencias son el resultado de diferentes estrategias que son usadas para guiar la toma de decisiones en varios niveles en las empresas. Por otro lado, no quiero decir que lo que una empresa es y hace está bajo el estricto control de los tomadores de decisiones de alto nivel. Y, ciertamente, no quiero decir que lo que hace a una empresa fuerte o débil en cualquier momento es bien sabido, incluso dentro de las empresas mismas, aunque bien puede haber un punto de vista articulado sobre esto. Profundizaré sobre esto más adelante.

El resto de este ensayo está estructurado de la siguiente manera. En la siguiente sección desarrollaré las observaciones anteriores acerca de las diferencias muy significativas de perspectiva entre los académicos formados o inclinados a considerar importantes las variables discrecionales en el nivel de la empresa, y los economistas que ven las diferencias entre empresas como determinadas en gran medida por fuerzas económicas más agregadas. Luego me concentro en los supuestos teóricos básicos de la teoría económica neoclásica que conducen a esta posición, y que hacen muy difícil alejarse en cualquier medida de ella. Sigo con una exploración de la teoría económica evolucionista que ofrece una visión muy diferente de lo que es la actividad económica y dentro de la cual las diferencias entre empresas son centrales, y continúo con la consideración del rol de las diferencias entre empresas en la evolución de la tecnología y los modos de organización de la actividad económica. Finalmente, un resumen.

La literatura divergente sobre “competitividad”

Las diferencias de perspectiva se pueden ver claramente en las literaturas divergentes relacionadas con lo que ahora popularmente se llama la cuestión de la “competitividad”, la reciente debilidad de las empresas norteamericanas, particularmente *vis à vis* con las japonesas, en industrias en las que no hace mucho tiempo a empresas estadounidenses les estaba yendo muy bien. Hay una marcada división entre los estudios centrados en las diferencias entre las empresas estadounidenses y japonesas, y los estudios de los economistas que se centran en variables más agregadas.

Made in America, una publicación lanzada en el verano de 1989 por la Comisión de Productividad Industrial del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), es un buen ejemplo y resumen de la primera línea de investigación. Mientras que el personal de la comisión llevó a cabo considerables investigaciones por sí mismo, el diagnóstico multifacético que presenta es bastante consistente con el que se presenta en una serie de estudios previos relacionados con las razones por las que las empresas estadounidenses han estado perdiendo posiciones.

Las empresas estadounidenses están atrapadas en los viejos métodos de producción en masa, en una era en que la fabricación flexible se ha convertido en un modo más efectivo de operación. De manera similar, nuestro modo jerárquico de organización y costumbre de especificar las asignaciones de trabajo de manera estricta, aunque tal vez apropiado en una era anterior, ahora son fuentes de debilidad. Investigación y diseño y desarrollo de productos están demasiado alejados de la fabricación y la ingeniería de producción; por lo tanto, a las compañías estadounidenses les toma mucho más tiempo que a las japonesas pasar de la concepción a la producción, y nuestros costos de producción y calidad a menudo son inferiores. Las empresas norteamericanas son miopes, tanto en el sentido de su fracaso en mirar los mercados mundiales en lugar de los nacionales, y en el sentido de que los horizontes temporales son cortos. Esto último tiene que ver, en parte, con el alto costo del capital en los Estados Unidos, pero también con la forma en que nuestros gerentes piensan y las herramientas de análisis que les enseñan en las escuelas de negocios. En comparación con la japonesa y la alemana, nuestra fuerza de trabajo de cuello azul llega al puesto de trabajo pobremente capacitada por el sistema de educación pública. Esto se ve agravado por la debilidad de los programas de capacitación y reentrenamiento en la empresa. En conjunto, esto pone a las empresas estadounidenses en una desventaja significativa en cuanto a habilidades laborales. Las empresas norteamericanas están menos dispuestas a cooperar entre sí en asuntos en que la cooperación daría resultados positivos, en parte debido a las actitudes de los gerentes, pero también en parte porque el gobierno mira la cooperación con sospecha u hostilidad. En términos más generales, los negocios y el gobierno rara vez trabajan juntos y, a menudo, están en desacuerdo.

Otros podrían resumir los argumentos centrales de manera algo diferente, pero creo que lo anterior representa bastante el tipo de proposiciones sobre las diferencias entre empresas hechas en el informe. Los argumentos son plausibles y provocativos, y pueden proporcionar una

guía importante para la administración estadounidense y para las políticas públicas.

Sin embargo, hay dos cuestiones importantes que se pueden retomar acerca de las conclusiones del estudio. Primero, se puede cuestionar la confianza que debe depositarse en las conexiones causales afirmadas en estudios como *Made in America*. En segundo lugar, también puede cuestionarse si las variables tratadas allí como básicas realmente lo son, en contraste con el hecho de estar siendo determinadas por fuerzas más amplias.

En esta etapa solo quiero señalar el primer problema. No obstante, realmente existe una gran pregunta acerca de lo que hacen las empresas japonesas en la industria del automóvil, o en la industria de los semiconductores que está detrás de su evidente mejor desempeño, en varias dimensiones, que las empresas norteamericanas o europeas. Más adelante en este ensayo me centraré en esta incertidumbre, y algunas de sus implicancias.

Por el momento quiero centrarme en esta última cuestión, ya que pone claramente de manifiesto el contraste entre análisis como el de *Made in America* y las opiniones estándar de los economistas sobre los determinantes de la “competitividad”. Hay algunas discusiones en *Made in America* de variables macro o nacionales, como el tipo de cambio, el costo del capital, o más generalmente el sistema de finanzas corporativas, la efectividad del sistema de educación pública, las políticas gubernamentales, etcétera. Sin embargo, el foco no está allí. El centro de atención está puesto en las variables en el nivel de la empresa, que se presume son discrecionales en un grado considerable. En cambio, la inclinación de los economistas es centrarse en las variables macro, o del entorno, y minimizar o ignorar el papel de la discreción de la empresa.

El mismo año en que se publicó *Made in America*, tres economistas, William Baumol, Sue Blackman y Edward Wolff (1989), publicaron su interpretación y diagnóstico del rezago en las tasas de crecimiento de la productividad en Estados Unidos y la convergencia en la productividad y el nivel de vida entre las principales naciones industriales. El foco de *Productivity and American Leadership. The Long View* (1989) suele estar en el nivel de la economía nacional, y a veces en el nivel del sector o la industria. Las variables consideradas son las tasas nacionales de ahorro e inversión, las inversiones en educación, los procesos a través de los cuales la tecnología fluye de creadores a seguidores, y similares. Casi no hay una palabra sobre el comportamiento discrecional respecto de las empresas.

Es muy tentador, y creo que razonable, proponer que cada uno de los estudios ha descrito una parte del elefante. El argumento en el estudio del MIT, que muchas de las dificultades que las empresas estadounidenses están teniendo son autoinfligidas, es bastante persuasivo. Al mismo tiempo, la proposición del economista, de que en gran medida las empresas están moldeadas por las condiciones económicas más generales que las rodean, es convincente. Lo que parece muy necesario es un análisis que vea ambas cosas, de una manera coherente.

Si bien los autores de *Made in America* nunca llegaron a analizar seriamente las variables del entorno, no parece difícil avanzar desde un análisis que parte del nivel de la empresa a considerar el entorno en que se encuentran inmersas. Dos libros nuevos son ilustrativos en tanto hacen precisamente esto. Ambos reconocen explícitamente que las variables nacionales o del entorno influyen fuertemente en la estrategia y estructura de la empresa, y que las empresas tienen un rango considerable de opciones sobre estas variables. *Scale and Scope*, de Alfred Chandler (1990), describe en gran profundidad cómo las diferentes condiciones económicas, instituciones y culturales de Estados Unidos, Gran Bretaña y Alemania moldearon la naturaleza de las empresas manufactureras modernas que crecieron en estos diferentes países en la primera década del siglo XX, e influyeron en las industrias en las que estas naciones desarrollaron fortalezas especiales. Sin embargo, no hay nada determinista en la descripción de Chandler de cómo el entorno moldea a las empresas e influye en su desempeño.

The Competitive Advantage of Nations, de Michael Porter (1990), presenta una perspectiva similar en la que las influencias del entorno son importantes, pero las empresas tienen un amplio margen de libertad con respecto de si, o simplemente cómo, aprovecharán las oportunidades que ofrece el entorno. De hecho, ambos autores consideran que las empresas moldean en cierta medida su propio entorno como, por ejemplo, en la convocatoria de importantes inversiones públicas en educación en los Estados Unidos y Alemania.

Chandler es historiador de formación. La educación formal de Porter es en economía, pero su carrera ha estado en una escuela de negocios y el foco de su investigación ha estado en la administración. Debe reconocerse que la orientación de estos autores hacia las “empresas” es muy diferente de la de la mayoría de la economía. De hecho, es evidente que para ambos autores el centro de atención son las empresas, y las preguntas centrales son “cómo les está yendo” y “qué las hace fuertes o débiles”.

Están atraídos hacia mecanismos e instituciones económicas más amplios en la búsqueda de respuesta a estas preguntas. Ahora bien, el desempeño de la empresa está relacionado claramente con un desempeño económico más amplio, pero he argumentado anteriormente que no son lo mismo. Puesto que ni Chandler ni Porter presentan una declaración coherente del problema general de la economía, sus análisis no alcanzan a dar una respuesta que satisfaga a los economistas a la pregunta: “¿Por qué las empresas difieren y cómo importa?”.

Empresas en la teoría económica neoclásica

Para llegar a esa pregunta desde la perspectiva de un economista, se debe comenzar con un amplio entendimiento de lo que es la actividad económica y lo que constituye un buen desempeño económico o uno pobre. La teoría neoclásica, que proporciona el estado del arte convencional sobre estos asuntos para los economistas, milita en contra de prestar atención a las diferencias entre empresas como una variable importante que afecta el desempeño económico por varias razones.

La primera es la percepción de lo que es la actividad económica. Desde la formulación de la teoría del equilibrio general hace casi un siglo, el foco ha estado en gran medida en cuán bien una economía asigna recursos, dadas las preferencias y las tecnologías. Esta posición está lejos de ser universal. Los economistas empíricamente orientados han estado interesados en cosas como el cambio técnico y, recientemente, ha habido una serie de trabajos sobre las instituciones económicas y cómo y por qué esto cambia en el tiempo. Hace algún tiempo, Joseph Schumpeter presentó un fuerte reto teórico general al sostener que la innovación debía estar en el centro del análisis económico. Pero es difícil sobrestimar el grado en que los economistas siguen viendo como problema económico central satisfacer preferencias lo mejor posible, dados los recursos y las tecnologías e instituciones imperantes. Esta perspectiva implica una visión bastante limitada de lo que son las empresas.

En segundo lugar, en parte reflejando esta orientación general, pero no la única formulación posible de los procesos de decisión de las empresas consistente con ello, los economistas se aferraron a una teoría del comportamiento de la empresa que postulaba que las empresas enfrentan conjuntos de decisiones conocidas y dadas (limitados, por ejemplo,

por las tecnologías disponibles) y no tienen dificultad alguna en elegir la mejor acción dentro de esos conjuntos, dados sus objetivos (que generalmente se asumen con ser tan rentables como sea posible). Por lo tanto, el “problema económico” consiste básicamente en generar los incentivos privados adecuados, no en identificar las mejores cosas que se están haciendo, lo que se supone que no es un problema.

La perspectiva sobre el problema económico y la teoría del comportamiento de la empresa antes descrita no invitan a una cuidadosa investigación de lo que sucede en las empresas. Sin embargo, la tradición en economía de tratar a las empresas como “cajas negras” tampoco era inevitable. El hecho de que por lo menos hasta hace poco tiempo esto ha sido la norma merece el reconocimiento por sí mismo.

El resultado global es una visión de que lo que las empresas hacen está determinado por las condiciones que enfrentan y (posiblemente) por ciertos atributos únicos que ellas poseen (digamos, una elección de ubicación o una tecnología propietaria). Las empresas que se enfrentan a diferentes mercados se comportarán y se desempeñarán de manera diferente, pero si las condiciones del mercado se invirtieran, lo mismo sucedería con el comportamiento de las empresas. Donde la teoría admite la diferenciación del producto, diferentes empresas producirán diferentes productos pero, en la literatura teórica, cualquier empresa puede elegir cualquier nicho. Así, hay diferencias entre empresas pero no hay en ellas un atributo autónomo esencial.

La orientación teórica en economía se posiciona así fuertemente en contra de la proposición de que las diferencias discrecionales entre empresas importan. Por supuesto, los economistas que estudian cuestiones empíricas o políticas tienen la tendencia a alejarse de las trabas de la teoría cuando los hechos de la materia los obligan a hacerlo. Así, al hacer estudios en el nivel de la industria, los economistas a menudo se han visto obligados a reconocer, incluso resaltar, diferencias entre empresas y diferencias que importan. No se puede estudiar la industria informática en profundidad sin prestar atención a las peculiaridades de IBM. La historia reciente de la industria del automóvil no puede entenderse sin comprender Toyota y General Motor. Pero, como atestiguan los libros de Baumol, Blackman y Wolff, los supuestos teóricos compartidos por la mayoría de los economistas los llevan a ignorar las diferencias entre empresas, a menos que se vean obligados a atenderlas.

Varios desarrollos recientes en economía teórica parecen estar cambiando esto en cierto modo. Así, el mismo verano en que se publicó *Made*

in America y *Productivity and American Leadership*, también se publicó el tan esperado *Handbook of Industrial Organization* (1989). Incluidos entre los capítulos, hubo varios que relevaron trabajo teórico que reconoce diferencias entre empresas.

Están, en primer lugar, los ensayos de Janusz Ordover y Garth Saloner, y el de Richard Gilbert, que se ocupan expresamente del trabajo teórico que pretende explicar las diferencias entre empresas, o al menos algunas consecuencias de estas diferencias. En los modelos reportados, por lo general hay un incumbente en la industria, o en la producción de un producto en particular, que tiene ciertas ventajas sobre las empresas que podrían pensar en unirse a la acción. La presencia de estas ventajas, o amenazas de acción –si un recién llegado trata de invadir–, es suficiente para hacer las ventajas duraderas. Gilbert se ocupa de manera más general de modelos en los que las empresas tienen costos de cambiar sus posiciones en el mercado. Sin embargo, con pocas excepciones, los modelos relevados en estos capítulos no consideran en mucha profundidad ni detalle fuentes originales de diferencias entre empresas.

El capítulo de Jennifer Reinganum, que examina modelos neoclásicos modernos de innovación tecnológica, se centra en lo que ciertamente es una fuente importante de tales diferencias: la I+D industrial y la innovación que la I+D hace posible. En los modelos que ella examina, la tecnología de una empresa puede diferir de la de un rival debido a la suerte en una jugada de I+D, con ventajas que se hacen duraderas gracias a la protección de patentes o las subsecuentes ventajas de la curva de aprendizaje. Dada una diferencia inicial, las empresas pueden enfrentar diferentes incentivos y, por lo tanto, encontrar diferentes cursos de acción más rentables. Sin embargo, aunque estos modelos pueden racionalizar la observación de que las empresas poseen tecnologías diferentes, las respuestas acerca del por qué no son ciertamente muy profundas. Y uno se aleja de ellas, o al menos lo hago, con muy poca idea teórica sobre por qué IBM es diferente, o Toyota, y así.

Ha habido una cierta cantidad de trabajo teórico de economistas reciente que mira dentro de las empresas, en su estructura, y de este modo parece prometer una ventana teórica para una mirada más profunda acerca de por qué las empresas difieren. Los capítulos de Bengt Holmstrom y Jean Tirole, y el de Oliver Williamson, dan cuenta de tal trabajo. Las preguntas exploradas en el trabajo relevado incluyen qué determina, a través de decisiones de hacer o comprar, los límites de una empresa, cómo se organiza, el poder de negociación relativo de los propietarios,

gerentes y trabajadores, etcétera. Pero otra vez la razón última de por qué las empresas difieren es bastante superficial. Implícitamente difieren porque algún evento fortuito, o alguna condición inicial, hizo rentables diferentes opciones.

En mi opinión, los desarrollos teóricos recientes de la teoría neoclásica han relajado dos de las restricciones teóricas que hacen difícil, si no imposible, ver las diferencias entre empresas como importantes. Los economistas están alejándose de las ataduras teóricas de la teoría del equilibrio general estático y están tratando a la tecnología como una variable no dada. Y están intentando mirar dentro de la caja negra de la empresa. Sin embargo, en su mayor parte ha habido un fracaso para alejarse de la tercera atadura: asumir los conjuntos de elecciones de la empresa como obvios para ella y la mejor opción igualmente clara y obvia. Y debido a eso las razones de las diferencias entre empresas en tecnología u organización son, en última instancia, llevadas de nuevo a diferencias en las condiciones iniciales, o a la suerte en una jugada, lo que puede dar lugar a conjuntos de opciones diferentes. Dadas las mismas condiciones, todas las empresas harán lo mismo.

Como he indicado arriba, ciertamente no quiero minimizar el papel del entorno en la generación de restricciones y moldear de lo que hacen las empresas. Y no quiero minimizar el papel del azar como causa de grandes diferencias duraderas entre empresas. Sin embargo, en mi opinión los modelos con los que los economistas siguen jugando no llegan efectivamente a captar lo que yace por detrás de las diferencias entre empresas, resaltado en *Made in America*, o las implicaciones de esas diferencias.

La razón, quiero argumentar, es que mientras el trabajo relevado pretende estar interesado en la “innovación”, en la introducción de algo nuevo en la economía en forma de nueva tecnología o una nueva manera de organizar una empresa, los modelos en cuestión no capturan en absoluto lo que está involucrado en la innovación. De este modo, en ningún lugar de los modelos que describe Reinganum se encuentra la incertidumbre fundamental, las diferencias de opinión, las diferencias en las percepciones sobre los caminos factibles, que tienden a destacarse en cualquier estudio detallado del avance técnico, no reconocido y mucho menos analizado en detalle. El propio trabajo de Williamson sobre los determinantes de la organización de la empresa ha sido muy influenciado por Chandler, y dedica un cierto espacio en su capítulo a una interpretación de los costos de transacción del relato de Chandler sobre el ascenso de la corporación moderna. Pero en ninguna parte re-

conoce explícitamente los titubeos, los ensayos y los *feedbacks*, a menudo reactivos en lugar de ideados, proceso que llevó a las nuevas formas de organización que describe Chandler.

En pocas palabras, el tratamiento de la innovación tecnológica y organizacional descripto en estos capítulos simplemente toma los supuestos de la teoría neoclásica estándar de “conjunto de opciones” y “maximización sobre ello” como dados y lo aplica a la “innovación”. Es decir, la innovación es tomada básicamente como cualquier otra opción. Los costos de inversión pueden ser necesarios antes de que el nuevo producto o diseño organizacional esté listo para ser empleado, pero en la teoría neoclásica esto es verdad para otros bienes de capital como un puente o una máquina. Puede haber involucrados riesgos elevados en hacer algo nuevo, en un sentido formal de ese término, pero esto es tratado como incertidumbre estadística con la correcta distribución de probabilidad conocida por todos, como es estándar en la teoría microeconómica. La innovación puede producir un nuevo bien público latente o manifiesto, y esto plantea problemas teóricos de “falla del mercado”, pero no es diferente de la inversión en, digamos, salud pública.

Pero ¿qué sucede si el tratamiento efectivo de la innovación (y quizás de otras actividades) requiere romper con los supuestos de conjuntos de opciones claros y obvios y la correcta comprensión de las consecuencias de tomar varias decisiones? ¿Realmente tiene sentido trabajar con un modelo que presupone que el transistor, o la forma M de la organización, siempre fueron opciones posibles allí afuera y conocidas por todas las partes relevantes, y que simplemente fueron elegidas y por lo tanto surgieron y fueron usadas cuando las condiciones hicieron rentables las inversiones pertinentes? ¿El supuesto de que “los actores maximizan” ayuda a analizar situaciones en las que algunos actores ni siquiera son conscientes de una posibilidad considerada por otros?

Si se reflexiona sobre estos temas, uno puede disponerse a adoptar una visión muy diferente del problema económico. Dentro de este punto de vista, al que llamaré evolucionista, las diferencias entre empresas juegan un papel esencial.

Innovación y empresas en la teoría evolucionista

Los modelos de innovación tecnológica relevados por Reinganum muestran a economistas interesados en la teoría de la empresa luchando por romper

con la orientación de la teoría del equilibrio general, que ve el problema económico como una cuestión de asignación eficiente de recursos, dadas las tecnologías. Lo mismo la nueva literatura sobre innovación organizacional. Aquí los economistas están básicamente interesados en cómo nuevas formas de hacer las cosas –tecnologías y formas de organizar y gobernar el trabajo–, se introducen, se descubren y se demuestran útiles, difundidas, en contraste con la forma en que se emplean tecnologías y modos de organización familiares. Hace muchos años, Schumpeter insistió en que la teoría del equilibrio general se centraba en cuestiones que, a largo plazo, eran de menor importancia en comparación con la cuestión de cómo las economías capitalistas se desarrollan, seleccionan y adoptan selectivamente nuevas y mejores formas de hacer las cosas. Muchos de los escritores relevados por Reinganum se hacen llamar “neoschumpeterianos”.

Sin embargo, los procesos dinámicos descritos por Schumpeter no son capturados por los nuevos modelos neoclásicos. Como él lo expresó “al tratar con el capitalismo, se trata de un proceso evolutivo”. Era evidente que tenía en mente un contexto en el que las personas y las organizaciones tenían puntos de vista muy distintos sobre qué tipo de innovaciones serían posibles y deseables, y apostarían de manera diferente. Hay ganadores y perdedores en el “proceso de destrucción creativa” de Schumpeter, y estos no se determinan principalmente en el cálculo *ex ante*, sino en gran parte en la competencia real *ex post*.

En su *The Theory of Economic Development* de 1911, Schumpeter veía a los “empresarios” como los actores innovadores clave. Sus “empresas” eran básicamente los recipientes utilizados por empresarios, y otros tomadores de decisión obligados a adaptarse a los cambios provocados por empresarios innovadores o sucumbir. Para cuando escribió *Capitalism, Socialism, and Democracy* (1942), la opinión de Schumpeter sobre las fuentes de la innovación había cambiado, o más bien sería mejor decir que hubo una transformación en las principales fuentes de innovación respecto de una era anterior, y la perspectiva de Schumpeter reflejaba esta transformación. Las empresas modernas, equipadas con laboratorios de investigación y desarrollo, se convirtieron en los actores innovadores centrales en la teoría de Schumpeter. El capítulo de Wesley Cohen y Richard Levin en el *Handbook...* releva admirablemente la amplia gama de investigaciones empíricas inspiradas en Schumpeter, en particular las investigaciones que se ocupan de las relaciones entre innovación, tamaño y otras características de la empresa, y la estructura del mercado.

En nuestro libro *An Evolutionary Theory of Economic Change* (1982), Sidney Winter y yo dedicamos bastante espacio presentando una “teoría de la empresa” que es coherente con –y motiva– una visión schumpeteriana o teórica evolutiva del proceso económico y del cambio económico. Nuestra formulación se basó significativamente en Simon (1957), en Cyert y March (1963), y en Penrose (1959), así como en Schumpeter. En una visión retrospectiva, está claro que nuestro trabajo de entonces se vio disminuido por un estudio insuficiente de la obra de Chandler, particularmente, *Scale and Scope* (1966).

Desde el momento en que escribimos, ha habido una serie de artículos teóricos sobre la capacidad y el comportamiento de las empresas que se basan en Chandler y en nuestra formulación inicial, y que añaden significativamente a la escena. Los artículos de Teece (1980 y 1982), Rumelt (1984), Cohen y Levinthal (1989), Dosi, Teece y Winter (1989), Prahalad y Hamel (1990), Pavitt (1987 y 1990), Cantwell (1989 y 1990), Kogut (1987), Henderson (1990), Burgelman y Rosenbloom (1989), Langlois (1991) y Lazonick (1990) presentan una visión teórica similar o al menos asimilable, aunque con diferencias en el foco. El reciente artículo de Teece, Pisano y Shuen (1990) ofrece una revisión general de muchos de estos trabajos, y creo que sostiene correctamente que el elemento común es el foco en las capacidades dinámicas específicas de la empresa.

Esta nueva teoría de las capacidades dinámicas de las empresas puede presentarse de diferentes maneras. Aquí es conveniente centrarse en tres características diferentes, si bien fuertemente relacionadas, de una empresa que deben reconocerse si se quiere describirla adecuadamente: su estrategia, su estructura y sus capacidades centrales.* Aunque cada uno tiene una cierta maleabilidad, los cambios importantes en al menos los dos últimos implican un costo considerable. Así ellas definen un carácter relativamente estable de la empresa.

El concepto de estrategia en esta teoría de la empresa es básicamente a lo que se refieren los historiadores y académicos de la administración, en contraste con los teóricos de la teoría de juegos. Se refiere a una serie de compromisos generales tomados por una empresa que definen y racionalizan sus objetivos y cómo piensa alcanzarlos. Parte de esto puede ser planificado, parte no, pero está en la cultura de gestión de la empresa. Muchos economistas tendrían la costumbre de proponer que la estrategia

* La traducción “capacidades centrales” no refleja acabadamente el concepto de “*core capabilities*” de Nelson, en el sentido que este remite al conjunto de capacidades claves de la firma, que hacen a su desempeño productivo y económico (N. de T.).

representa una solución al problema de maximización de ganancias de la empresa, pero esto me parece equivocado. En primer lugar, los compromisos incluidos en una estrategia a menudo son tanto una expresión de deseo de la alta dirección, y la tradición de la empresa, como un cálculo. En segundo lugar, las estrategias de la empresa rara vez determinan los detalles de las acciones de la empresa, sino usualmente como mucho un contorno amplio. En tercer lugar, y de vital importancia, no hay razón para sostener *a priori* que estos compromisos son, de hecho, óptimos o incluso no autodestructivos. Si se propone que la competencia y la selección fuerzan las estrategias sobrevivientes a ser relativamente rentables, esto debe ser un teorema no un supuesto.

El concepto de estructura de la empresa en esta literatura también está en el espíritu de Chandler, como lo está la presunción de que la estrategia tiende a definir la estructura deseada de la empresa de una manera general, pero no los detalles. La estructura implica cómo se organiza y gobierna una empresa, y cómo realmente se toman y realizan las decisiones, y por lo tanto determina en gran medida lo que realmente hace, dada la estrategia general. Una empresa cuya estrategia llama a ser un líder tecnológico que no tiene una importante operación de I+D, o cuyo director de I+D tiene poca participación en la toma de decisiones de la empresa, claramente tiene una estructura que no está en sintonía con su estrategia. Sin embargo, la estrategia de alto nivel puede decir nada sobre los vínculos entre su laboratorio de I+D y las universidades, tener un grupo especial de biotecnología o no, etcétera.

Cambios en la estrategia pueden requerir cambios en la administración así como cambios en la articulación; de hecho, para que estos últimos sean en serio se requieren los primeros. Sin embargo, dentro de esta teoría de la empresa cambiar efectivamente la estructura es mucho más difícil que la estrategia. Si bien cambiar la organización formal, o por lo menos el organigrama, es fácil, y las liquidaciones y adquisiciones son posibles, cambiar significativamente la manera en que una empresa realmente toma decisiones de nivel operativo y las lleva a cabo demanda tiempo y es costoso de hacer. O mejor dicho, aunque no sea demasiado difícil destruir una vieja estructura o su efectividad, conseguir implantar una nueva estructura y funcionar sin problemas es una tarea importante. Así, en la medida en que un cambio importante en la estrategia requiere un cambio importante en la estructura, implementar los cambios necesarios puede llevar mucho tiempo.

La razón para cambiar de estructura, por supuesto, es cambiar, posiblemente aumentar, las cosas que una empresa es capaz de hacer bien. Lo que lleva a la discusión del concepto de capacidades centrales. La estrategia y la estructura determinan y moldean las capacidades organizacionales, pero lo que una organización puede hacer bien tiene algo de vida propia.

Winter y yo hemos propuesto que las empresas que funcionan bien pueden entenderse en términos de una jerarquía de rutinas organizacionales desplegadas que definen las habilidades organizacionales de orden inferior y cómo se coordinan, y los procedimientos de decisión de orden superior para elegir lo que se debe hacer en niveles inferiores. La noción de jerarquía de rutinas organizacionales es el bloque de construcción clave bajo nuestro concepto de capacidades organizacionales centrales. En cualquier momento las rutinas desplegadas que se construyen en una organización definen un conjunto de cosas que la organización es capaz de hacer apropiadamente. Si no existen rutinas de orden inferior no están allí para realizar varias tareas, o si existen, pero no hay una rutina de orden superior desplegada para invocarlas en la combinación particular necesaria para realizar un trabajo puntual, entonces la capacidad de hacer ese trabajo está fuera de las capacidades organizacionales centrales vigentes.

La teoría en desarrollo de las capacidades dinámicas de las empresas que estoy discutiendo aquí parte de la premisa de que, en las industrias de interés para los autores, las empresas se encuentran en un contexto schumpetereano o evolutivo. Simplemente, producir un conjunto determinado de productos con un determinado conjunto de procesos no permitirá a una empresa sobrevivir por mucho tiempo. Para tener éxito por cualquier período de tiempo una empresa debe innovar. Las capacidades en las que se centra este grupo de académicos son las capacidades para innovar y para sacar ventaja económica de la innovación.

En industrias en que la innovación tecnológica es importante, una empresa necesita un conjunto de capacidades centrales en I+D. Estas capacidades serán definidas y delimitadas por las habilidades, experiencia y conocimiento del personal en el departamento de I+D, la naturaleza de los equipos existentes y los procedimientos para formar nuevos, el carácter de los procesos de toma de decisiones, los vínculos entre I+D y producción y marketing, etcétera. Esto significa que en cualquier momento habrá ciertos tipos de proyectos de I+D que una empresa puede llevar a cabo con cierta seguridad y éxito, y una amplia gama de otros proyectos

que, mientras otras empresas podrían hacerlo, esta empresa particular no puede, con toda la seguridad.

Las capacidades en I+D pueden ser las principales en la definición de las capacidades dinámicas de una empresa. Sin embargo, en una empresa en buena sintonía, la organización de su producción, compras, marketing y legales debe haber construido en ella las capacidades para apoyar y complementar las nuevas tecnologías de productos y procesos que emanan de I+D. En términos de Teece, las capacidades de la empresa deben incluir el control sobre el acceso a los activos complementarios y sobre las actividades necesarias para que pueda beneficiarse de la innovación. Y en un entorno de competencia schumpeteriana, esto significa la capacidad de innovar, y hacer que la innovación sea rentable, una y otra vez.

El concepto de capacidades organizacionales y la teoría que Winter y yo propusimos acerca de lo que las determina y limita, no implica directamente ninguna coherencia al conjunto de cosas que una empresa puede hacer. Sin embargo, Dosi, Teece y Winter (1989) sostienen que, en las empresas eficaces, existe cierta coherencia. Parece haber varias razones. Aquellas enfatizadas por Dosi, Teece y Winter, básicamente, están asociadas con el aprendizaje localizado en un contexto dinámico, y siguen los argumentos que Winter y yo hicimos hace algún tiempo que, para estar bajo control, una rutina necesita ser practicada. Las empresas necesitan aprender a ser buenas en ciertos tipos de innovación y en las cosas necesarias para aprovecharlas, y esto requiere concentración o al menos coherencia, en lugar del despliegue aleatorio de esfuerzos. Más aún, en muchas tecnologías una innovación apunta más o menos directamente al conjunto de las siguientes, y el aprendizaje y las fortalezas complementarias desarrolladas en el primer esfuerzo proporcionan una base para la próxima ronda.

Pero creo que también es el caso que para ser eficaz una empresa necesita una estrategia razonablemente coherente, que defina y legitime, por lo menos vagamente, la forma en que la empresa está organizada y gobernada, que le permita ver las lagunas organizacionales o anomalías dada la estrategia, y que establezca el terreno para la negociación sobre las necesidades de recursos para las capacidades centrales que una empresa debe tener para dar su próximo paso adelante. A falta de una estrategia razonablemente coherente y aceptada, la toma de decisiones sobre demandas rivales sobre recursos no tiene base legítima. Las decisiones de niveles superiores no tienen ninguna racionalidad que las soporte, y no hay manera de retener el tráfico de influencias entre los

reclamantes más que ser decisiones arbitrarias de alto nivel. No hay ninguna orientación real sobre las capacidades que una empresa necesita proteger, mejorar o agregar para ser efectiva en la siguiente ronda de competencia innovadora.

Pero creo que simplemente estoy repitiendo lo que Chandler, Lazonick, Williamson y otros estudiosos de la corporación moderna, han estado diciendo desde hace algún tiempo. Para tener éxito en un mundo que requiere que las empresas innoven y cambien, una empresa debe tener una estrategia coherente que le permita decidir en qué nuevos emprendimientos adentrarse y de cuáles mantenerse fuera. Y necesita una estructura, en el sentido de modo de organización y gobernabilidad, que guíe y apoye la construcción y el mantenimiento de las capacidades centrales necesarias para llevar a cabo esa estrategia con eficacia.

Si uno piensa dentro del marco de la teoría evolucionista, es absurdo suponer que una empresa puede de hecho calcular la “mejor” estrategia. Una premisa básica de la teoría evolutiva es que el mundo es demasiado complicado para que una empresa lo comprenda, en el sentido en que una empresa entiende su mundo en la teoría neoclásica. Hay ciertas características de la estrategia de una empresa, y de la estructura asociada, que la administración puede confiar en que aumentará las posibilidades de que desarrolle las capacidades que necesita para tener éxito. Hay otras características que parecen una receta para el fracaso. Sin embargo, hay un montón de espacio en el medio, en que una empresa (o su gestión) simplemente tiene que apostar sabiendo que no sabe cómo van a resultar.

Así, diversidad de empresas es justo lo que cabría esperar bajo la teoría evolutiva. Es prácticamente inevitable que las empresas escojan estrategias algo diferentes. Estas, a su vez, darán lugar a empresas con diferentes estructuras y diferentes capacidades centrales, incluidas sus capacidades de I+D. Inevitablemente las empresas seguirán caminos algo diferentes. Algunos resultarán rentables, teniendo en cuenta lo que otras empresas están haciendo y la forma en que los mercados evolucionan, otros no. Las empresas que sistemáticamente pierdan dinero tendrán que cambiar su estrategia y estructura y desarrollar nuevas capacidades centrales, o manejar más efectivamente las que tienen, o abandonar la contienda.

La evolución de la tecnología

En las economías capitalistas reales, en contraste con los modelos neoclásicos, el progreso técnico avanza a través de un proceso evolutivo, con nuevos productos y procesos compitiendo entre sí y con la tecnología predominante en tiempo real, en lugar de únicamente en el cálculo *ex ante*. Algunas de las innovaciones serán ganadoras, otras, perdedoras. En una visión retrospectiva todo el proceso parece desordenado e ineficiente, y un enfoque de planificación más coherente del avance tecnológico parece atractivo.

Sin embargo, es sorprendente cuán ineficientes y equivocados han sido los esfuerzos para planificar y controlar el avance técnico significativo. Cuando, por una razón u otra, a la sociedad se le han negado las ventajas de múltiples enfoques independientes para avanzar en la tecnología, que fluye naturalmente desde una base de empresas independientes rivales, casi siempre el enfoque elegido ha tenido después, luego de ocurrido, limitaciones importantes. Y puesto que las alternativas no habían sido desarrolladas hasta un punto en el que pudieran ser juzgadas comparativamente, ha habido *lock in*. Una cantidad de esfuerzos de la I+D militar en los Estados Unidos desde 1960 son ejemplos llamativos. Los programas de energía nuclear son otros. El hecho es que en prácticamente todos los campos en los que hemos tenido un rápido avance técnico que ha sido enfrentado con una prueba de mercado o su equivalente, hemos tenido múltiples fuentes rivales de nueva tecnología.

Mientras que Winter y yo modelamos formalmente los programas de I+D de una empresa como generadores de resultados a través de una jugada aleatoria, de hecho en las industrias que conozco bien, ha tendido a haber una cierta consistencia en los esfuerzos de I+D de empresas particulares. Esta consistencia refleja básicamente una “estrategia” estable de la empresa, y las actividades de I+D centrales y otras capacidades dinámicas que ha asignado para llevarla a cabo. Cuando las estrategias de la empresa y las capacidades asociadas difieren significativamente, es probable que sus patrones de innovación también difieran significativamente.

Esto tiene una consecuencia importante que a menudo se pasa por alto en la literatura sobre la imitación tecnológica. Cuando una empresa alcanza una innovación exitosa, sus competidores pueden diferir significativamente entre sí en su habilidad de efectivamente imitar o desarrollar algo comparable. Contrariamente a muchos modelos economí-

cos, la imitación tecnológica eficaz a menudo requiere que la empresa imitadora pase por muchas de las mismas actividades de diseño y desarrollo que hizo el innovador y que implemente actividades similares de producción y de apoyo. Así, las empresas con estrategias y capacidades centrales similares están en una posición mucho mejor para imitar o aprender y construir a partir del trabajo de cada uno, que las empresas con diferentes estrategias y capacidades.

Así, hasta cierto punto, el mercado está seleccionando estrategias y empresas, así como nuevas tecnologías. Esto sugiere que en algunas circunstancias la diversidad estratégica puede extinguirse. Hay algo en este argumento. Un número de analistas, algunos trabajando en la tradición de la investigación económica, algunos en la tradición de investigación de las escuelas de negocios, han sugerido que hay un ciclo de vida natural de la industria. Cuando una industria o una tecnología genérica es nueva, diferentes empresas adoptan diversas estrategias de abordaje de la innovación tecnológica. A medida que la experiencia crece, algunos de los abordajes comienzan a parecer significativamente mejores que otros. A las empresas que han hecho las apuestas correctas les va bien. Aquellas que no, tienen necesidad de cambiar o abandonar. Una serie de estudios han demostrado que a medida que la industria o tecnología maduran, se produce una reducción significativa del número de empresas y, en algunos casos, la emergencia de un “diseño dominante” en que las empresas supervivientes que producen cierta variedad de ese diseño se avocan al nicho que han encontrado.

Una pregunta fascinante es qué sucede en una industria relativamente madura cuando surge una tecnología nueva y potencialmente superior. La evidencia sugiere que es relevante tanto si la nueva tecnología es compatible con las capacidades centrales de las empresas existentes, como si requiere tipos muy diferentes de capacidades. Michael Tushman y Philip Anderson (1986) llaman a estos dos tipos de desarrollos “aumentadores de competencia” y “destructores de competencia”. Bajo estas últimas circunstancias, es probable que las nuevas empresas sean las innovadoras, y las empresas viejas sean a menudo incapaces de responder eficazmente. Tushman y Anderson señalan que un cambio en la gestión, y presumiblemente un gran cambio en la estrategia, a menudo son necesarios si la vieja empresa pretende sobrevivir en el nuevo entorno. Pero puede que no sea suficiente. La estructura y las capacidades centrales son mucho más difíciles de cambiar que la gestión y las estrategias articuladas.

Para un estudiante de administración de negocios, la cuestión de qué es lo que permite a una empresa cambiar de dirección con eficacia y ser un competidor viable en el nuevo régimen es de interés central por derecho propio. Para un economista lo que importa es que la I+D farmacéutica aproveche las nuevas posibilidades abiertas por la nueva biotecnología, y no si las viejas empresas farmacéuticas lo hacen, o si fracasan, siempre y cuando las nuevas tomen la posta.

Sin embargo, el hecho de que las empresas líderes en un campo a menudo cambian es una cuestión fascinante. Es consistente con la teoría de capacidades centrales focalizadas y limitadas, presentadas anteriormente. Y es una razón central porque, para un economista interesado en el avance tecnológico, las diferencias entre empresas importan significativamente.

La evolución de la organización de la empresa

Ha habido mucho más estudio acerca de la forma en que avanza la tecnología del que ha habido acerca de la forma en que cambia la organización de la empresa. Por organización me refiero a lo que pienso que Chandler (1966) entiende por estrategia y estructura, aquellos aspectos de una empresa que son más amplios y duraderos que las tecnologías particulares y otras rutinas que emplea en un momento determinado, o incluso el alcance de sus capacidades centrales, y que en efecto guían la evolución interna de estas. Es evidente que el cambio organizacional en este sentido amplio, así como el avance tecnológico, han sido una característica esencial del enorme progreso económico que se ha experimentado durante el último siglo y medio.

Algunos escritores claramente quieren dar al cambio organizacional un tratamiento separado e igual que al avance técnico como una fuente de progreso económico. Me gustaría argumentar aquí, sin embargo, que uno necesita entender el cambio organizacional como algo al servicio del avance tecnológico, y no una fuerza separada detrás del progreso económico.

Si lo entiendo correctamente, esta sería la posición de Chandler. La nueva tecnología de los ferrocarriles requería, para su implementación efectiva, el desarrollo de capacidades organizacionales mucho más allá de las que poseen las empresas tradicionales manejadas por propietarios. La línea y la forma de organización del personal, junto con el desarrollo

del puesto de gerente contratado, permitió que los ferrocarriles fueran efectivamente “gobernados”, para usar el término de Williamson. Posteriormente, las nuevas tecnologías que prometían economías de escala y alcance en la industria manufacturera requerían grandes empresas que operaran en diferentes campos de productos o áreas de mercado. La forma M de la estructura gerencial evolucionó para gobernar efectivamente este tipo de operación de negocios.

En el largo plazo, lo que más ha importado han sido los cambios organizacionales necesarios para mejorar las capacidades innovativas dinámicas. Leonard Reich (1985), Hounshell y John K. Smith (1988) y otros escritores han descrito cómo surgió el dispositivo David organizativo del laboratorio de investigación y desarrollo industrial, para permitir a las empresas proteger a una parte de su personal científico y técnico de las presiones de la resolución de problemas diarios, para que puedan trabajar en el desarrollo de nuevos productos y procesos. Este desarrollo fue precondicionado por el surgimiento de una nueva “tecnología” para el desarrollo de productos y procesos, una que emplea los entendimientos y técnicas de las ciencias y las disciplinas de ingeniería de manera sistemática. Se puede leer el relato de Chandler y Lazonick sobre el surgimiento de otros aspectos de la corporación moderna en términos de los argumentos de Teece sobre los activos complementarios o capacidades necesarias.

Al leer evidencia de estudios de casos, identificar y aprender a usar efectivamente una forma organizacional significativamente nueva implica mucho del mismo tipo de incertidumbre, prueba experimental y aprendizaje a través del error y corrección, que caracteriza a la invención tecnológica y la innovación. Los nuevos modos de organización no son simplemente “elegidos” cuando las circunstancias los hacen apropiados. Ellos, al igual que las tecnologías, evolucionan de una manera que se prevé solo débilmente. E incluso cuando una empresa toma una decisión consciente de cambiar la organización, puede tomar mucho tiempo antes de que sea cómodo y eficaz su nuevo atuendo.

Quiero volver aquí a un punto que señalé al comienzo de este artículo. Sospecho que las incertidumbres sobre nuevas formas de organización son incluso mayores que las que rodean las innovaciones tecnológicas. Esto es especialmente cierto en lo que respecta a la organización que moldea las capacidades innovadoras dinámicas efectivas y las habilidades para beneficiarse de la innovación. En la actualidad hay poco en el camino de la teoría (permítanme usar una palabra menos pretenciosa:

conocimiento) testeada y probada que permita una predicción confiable acerca de la mejor manera de organizar una actividad particular, o cuáles serán las consecuencias de adoptar un modo de organización diferente. Si la visión de “elegir racionalmente” el avance tecnológico es equivocada, la visión de “elegir racionalmente” el cambio organizacional lo es aún más.

Igualmente importante, es común –no infrecuente– que un modo particular de organización puesto en marcha por una razón resulte tener ventajas o desventajas en arenas que no fueron consideradas en el momento en que se pensó y se hizo el movimiento original. También es común –no infrecuente– que haya una disputa considerable acerca de qué características de la organización de una empresa son responsables de ciertos éxitos o fracasos.

Por lo tanto, según lo entiendo, las grandes empresas japonesas adaptaron el “empleo de por vida” para sus trabajadores calificados en la temprana era de la posguerra para tratar de lidiar con un problema de escasez de habilidades y malestar laboral. No está claro cuántos gerentes japoneses previeron las ventajas asociadas con la lealtad de los trabajadores y la capacidad de una empresa de hacer capacitación interna sin temor a perder la inversión a través de la deserción de los trabajadores. *Just in time* fue en gran medida, entiendo, una respuesta a la escasez de espacio, los altos costos de inventario y la escasez de insumos. No está claro cuántos vieron que facilitaría el control de calidad.

Las empresas estadounidenses que miran a sus competidores japoneses a menudo no saben con certeza por qué los japoneses son mejores en algunos aspectos y lo que realmente pueden trasplantar. Solo podrán aprender intentando algunas cosas, viendo qué sucede, y tener la buena suerte de verlo bien.

La evidencia es muy limitada, pero hay razones para creer que las empresas tienen una mayor habilidad de replicarse en otro entorno de una manera que preserva sus fortalezas, que comprender y adoptar lo que da a sus rivales fortaleza. Así como James Womack, Daniel Jones y Daniel Roos (1991) y Kim Clark y Takahiro Fujimoto (1991) documentan de manera convincente, los fabricantes de automóviles estadounidenses todavía están luchando para alcanzar a los japoneses en términos de productividad y calidad de producción. Donde se están aproximando sería en los casos en que los japoneses sirven como socios. Esto no parece accidental. Richard Florida y Martin Kenney (1991) reportan que las plantas de ensamblaje de automóviles de propiedad japonesa en los Estados Unidos han podido establecer rápidamente prácticas –estrategias

y estructuras— similares a sus operaciones domésticas y con resultados comparables.

Quiero plantear el argumento de que son las diferencias organizacionales, especialmente las diferencias en las habilidades de generar y beneficiarse de la innovación, en lugar de las diferencias en el dominio sobre tecnologías particulares, la fuente de durabilidad, no fácilmente imitable, de diferencias entre las empresas. Las tecnologías particulares son mucho más fáciles de entender e imitar que las capacidades dinámicas más amplias de una empresa.

Desde un punto de vista, el avance tecnológico ha sido la fuerza clave que ha impulsado el crecimiento económico en los últimos dos siglos, con el cambio organizativo a su servicio. Pero desde otra perspectiva, no habríamos conseguido ese avance tecnológico sin el desarrollo de nuevas formas de organización que puedan guiar y apoyar la I+D y que permitan a las empresas beneficiarse de estas inversiones.

He estado concentrado en la organización de la empresa. Sin embargo, está claro que los cambios organizacionales que han permitido a las naciones apoyar el moderno sistema de I+D y el avance tecnológico que genera, van mucho más allá de la organización de la empresa. Las universidades tuvieron que cambiar. Nuevas disciplinas y sociedades científicas tuvieron que surgir. En muchos casos se necesitaban nuevos cuerpos legales. Algunas tecnologías requirieron una nueva infraestructura pública importante para su desarrollo efectivo.

La coevolución de la tecnología y las instituciones es un tema fascinante. Chandler, y algunos otros académicos como Thomas Hughes (1983) y Christopher Freeman (1989), han comenzado a abordarlo. Claramente ha habido grandes diferencias nacionales en cuanto a cómo evolucionaron las instituciones necesarias para apoyar tecnologías evolutivas particulares. Tal vez en el estudio de la coevolución entre la tecnología y las instituciones comenzaremos a desarrollar una teoría seria de cómo una ventaja comparativa nacional surge o se pierde. Pero esto va mucho más allá del alcance de este artículo.

Síntesis

Los estudiantes de administración de empresas, en particular aquellos que trabajan en el campo de la estrategia, tratan las diferencias discrecionales de la empresa como su pan de cada día. Los economistas han

tendido a minimizar estas diferencias o a argumentar que son el resultado no la causa de las diferencias económicas generales. En buena parte, la diferencia en los puntos de vista se debe a las diferencias en los intereses básicos (el estudiante de administración de empresas interesado en el destino de las empresas individuales y el economista interesado en el desempeño económico general de una industria o nación). Pero he argumentado que la falta de interés de los economistas en las diferencias discrecionales entre empresas se deriva también de una visión teórica particular de la actividad económica y del papel y comportamiento de las empresas.

Si se toma una visión evolutiva más que neoclásica de lo que es la actividad económica, entonces las diferencias entre empresas importan de manera significativa en cuestiones que tradicionalmente han sido la preocupación central de los economistas. La competencia puede considerarse no solo en términos de incentivos y presiones para mantener los precios en consonancia con los costos factibles mínimos, y mantener a las empresas operando a bajo costo, sino también, y mucho más importante, para explorar nuevas formas potencialmente mejores de hacer las cosas. Hace mucho tiempo Schumpeter observó que la primera función era trivial comparada con la última, si la medida era la contribución al bienestar económico de la humanidad.

Desde la perspectiva de la teoría evolucionista, la diversidad de empresas es un aspecto esencial de los procesos que crean progreso económico. El monopolio, u oligopolio estrecho con fuertes barreras de entrada, puede verse como un grave problema económico, no tanto porque tales estructuras permiten una gran brecha entre precio y costo, sino porque es poco probable que generen la variedad de nuevas rutinas y cambios en la asignación de recursos de los que depende el progreso económico. Uno es sospechoso de los argumentos para “racionalizar” la producción y la innovación por las mismas razones, particularmente cuando los vientos de cambio están soplando desde ángulos inciertos.

Por lo tanto, la visión de las “capacidades dinámicas” de las empresas desarrolladas por los académicos en el campo de la estrategia puede considerarse importante no solo como guía de la gestión, sino también como base para una teoría de la empresa seria en economía. Ello, cuando está embebido en una teoría evolucionista del cambio económico, nos instruye sobre “¿Por qué las empresas difieren y cómo ello importa?”.

Postscriptum (2018)**Reflexiones acerca de “¿Por qué las empresas difieren y cómo eso importa?”**

Escribí “¿Por qué las empresas difieren...” hace más de un cuarto de siglo. Desde entonces ha habido una muy considerable investigación empírica sobre las diferencias entre las empresas, y las razones y consecuencias de estas diferencias, y grandes avances en nuestra comprensión de la dinámica industrial evolutiva en general. Gran parte de ese trabajo ha utilizado datos de censos industriales que describen la variación entre empresas que existen en una industria en cualquier momento, y permiten observar lo que les sucede a las empresas individuales a lo largo del tiempo, así como proporcionar más datos agregados sobre la industria como un todo. Creo que, en su mayor parte, las cuestiones que identifiqué en ese viejo artículo mantienen su validez. Sin embargo, hay algunas cuestiones sobre la dinámica industrial que ahora veo más claramente que antes. Y en estas notas quiero resaltar algunas de ellas.

Una gran parte de la motivación para una teoría económica evolucionista del cambio económico fue y es reconocer explícitamente que la flexibilidad de una empresa en cualquier momento es a menudo bastante limitada. Sin embargo, obviamente las empresas no están atrapadas en sus rutinas en el mismo sentido en que los fenotipos están determinados por los genes. No están encerradas (*lock-in*) ni en sus procedimientos operativos ni en su tamaño. Una pregunta básica a explorar por los economistas evolucionistas es la importancia relativa para la mejora en el desempeño en el nivel industrial, por ejemplo, medido en términos de productividad de la industria, del crecimiento de la productividad de las empresas individuales, por un lado; y, por el otro, de la expansión de las empresas de alto rendimiento en relación con las empresas con un rendimiento más débil (incluidas las tasas de entrada y salida). Antes de que los datos del censo industrial estuvieran disponibles, y comenzaran a aparecer los resultados de los estudios de dinámica de la industria basados en estos datos, aunque sospechaba firmemente que la importancia relativa de estos dos mecanismos difería de una industria a otra, no sabía exactamente qué esperar en ese sentido. Sin embargo, confieso estar sorprendido por la debilidad de este último mecanismo en prácticamente todos los estudios, y el papel dominante desempeñado por la mejora en la productividad de una fracción significativa de las empresas en la industria.

No debería haberme sorprendido. Durante algún tiempo he argumentado que un aspecto importante de la evolución económica, que no tiene una contraparte real en la evolución biológica, es el papel importante del conocimiento ampliamente compartido por las empresas en una industria, y que tiende a generar una cierta similitud de prácticas prevalecientes, y a menudo también una orientación muy similar de los esfuerzos en invención e innovación. Este cuerpo común de conocimiento, que Sidney Winter y yo asociamos con un “régimen tecnológico” y que Giovanni Dosi ha llamado un “paradigma tecnológico”, tiene tres fuentes diferentes, aunque superpuestas. En primer lugar, las empresas en la industria son conscientes de lo que hacen sus competidores. En segundo lugar, en la mayoría de las industrias existen sociedades profesionales que incluyen personas técnicas en las diferentes empresas y proporcionan un vehículo para compartir información. Tercero, muchas tecnologías están asociadas con campos subyacentes de investigación científica con publicaciones y reuniones en gran parte abiertas.

Por supuesto, no todos los paradigmas tecnológicos tienen la misma fuerza; obviamente su fuerza difiere significativamente de industria a industria, y dentro de una industria puede variar en el tiempo.

Está el caso interesante e importante de tecnologías que son nuevas, y en que las creencias sobre lo que se necesita para que los productos o procesos basados en ellas sean tecnológica y económicamente viables todavía están en constante cambio. Por lo tanto, en los primeros días del automóvil o de la computadora moderna (para elegir dos ejemplos canónicos) existía ciertamente un conjunto de conocimientos y creencias compartidos entre quienes trabajaban en el campo. Sin embargo, el paradigma embrionario era muy flexible. Las creencias acerca de cuáles eran los usos probables más importantes de la nueva tecnología y de los diseños que podían satisfacer mejor esas demandas latentes variaban significativamente. Diferentes empresas hicieron diferentes apuestas sobre estos asuntos. Estas preguntas básicas fueron respondidas en buena parte a través de la variedad de diversos diseños, que diferentes empresas y sus clientes probaron y experimentaron, y de los *feedbacks* de la experiencia operativa con estos.

En este proceso, el conjunto de conocimientos compartidos por los profesionales de la industria se hizo más sofisticado y poderoso, y las empresas aprendieron de los éxitos y fracasos de sus competidores, así como de sus propios éxitos y fracasos. Sin embargo, de la manera que mejor puedo leer estas historias y otras similares, una gran parte de la

historia de la aparición de una industria viable implicó el éxito y crecimiento de unas pocas empresas y el fracaso de muchas otras.

No es sorprendente que esta imagen no sea la que aparece en la mayoría de los estudios empíricos de la dinámica de la industria. Yo argumentaría que las industrias en estos estudios no son las que están surgiendo (aunque ciertos subsectores de ellas pueden ser nuevos). Más bien, son aquellos en los que se establecen amplios paradigmas tecnológicos y juegan un papel importante en la configuración de la dinámica industrial.

En algunas de estas industrias, el paradigma puede ser relativamente flexible, dejando un espacio considerable para las diferencias entre las empresas en lo que creen que son las prácticas, incluidas las políticas hacia la innovación, que resultarán ser rentables. Uno esperaría ver en tales industrias una cantidad razonable de variedad de empresas, incluyendo diferencias significativas entre las empresas en su eficiencia y rentabilidad, en cualquier momento.

Por otro lado, sugiero que incluso en industrias en que el paradigma es relativamente flexible, en la mayoría de los casos es lo suficientemente sustancial como para evitar que los ganadores en la competencia de la innovación superen por completo a sus rivales y los eliminen del mercado. Las empresas que no han innovado con éxito en general podrán aprender de los éxitos de sus rivales, y ellas mismas harán algo similar. En ese contexto, uno esperaría ver la imagen que hemos visto en los diversos estudios de muchas empresas aumentando su productividad. Algunas de estas empresas son imitadoras, o al menos seguidoras, en lugar de los innovadores originales. Y debido a que muchas empresas rezagadas pueden responder con relativa rapidez a los líderes con sus propios avances, la fracción del crecimiento de la productividad total de la industria explicada por el crecimiento de las empresas con una eficiencia superior a la media y la disminución de las que tienen una eficiencia menor es relativamente pequeña. O al menos esa es mi propuesta aquí.

No sorprende que proponga que en las industrias en que el paradigma es fuerte, incluso más que en aquellas en que el paradigma es más débil, uno esperaría encontrar que los avances en la productividad de las empresas individuales representan casi todo el crecimiento de la productividad a nivel industrial. En tales contextos, sospecho que el crecimiento y el declive de las empresas tendrían poca conexión con sus clasificaciones relativas de eficiencia. Estas observaciones no pretenden minimizar la importancia de la competencia en tales industrias. Sin embargo, en industrias en las que el paradigma tecnológico es fuerte, la importancia

de la competencia es en gran medida para estimular a las empresas a avanzar continuamente en sus tecnologías, o perder ante sus colegas más innovadores. Sin embargo, propondría que la importancia de la competencia en la generación de variedad en tales industrias es menor que en las industrias en las que el paradigma es más débil.

Por supuesto, los paradigmas tecnológicos no son cosas estáticas. Ellos, así como la práctica de la industria y la estructura de la industria, evolucionan con el tiempo. Algunas veces la velocidad de avance de un paradigma es muy rápida, particularmente en tecnologías que están asociadas con campos progresivos de la ciencia. Pero una característica de muchos paradigmas tecnológicos es que, mientras progresan, tienden a preservar su estructura intelectual básica durante largos períodos de tiempo.

Por otro lado, si bien un paradigma dominante puede durar mucho tiempo y permitir un progreso continuo, la historia económica sugiere que rara vez duran para siempre. Los viejos paradigmas tienden a tener en última instancia rendimientos decrecientes, y surgen nuevos que son vistos por algunos como algo que promete mucho. Cuando esto último ocurre, las fuerzas que unen al conjunto de empresas de la industria tienden a debilitarse, entran nuevas empresas o las antiguas empresas se comprometen a probar algo radicalmente nuevo, o ambos. En efecto, tenemos una nueva industria. Como sugerí anteriormente, en contextos tales como estos, la variedad *per se* es extremadamente importante.

Tomar en cuenta las diferencias en las industrias que he sugerido anteriormente con respecto a la naturaleza y significado de la variación entre empresas y la dinámica de la industria, por supuesto, requeriría que los analistas de los conjuntos de datos en discusión orienten sus análisis e interpreten sus hallazgos a la luz de las características de la industria que uno puede ver mejor desde narrativas cualitativas más detalladas con respecto a lo que ha estado sucediendo en la industria. El argumento para reunir estos tipos diferentes de información y los diferentes tipos de formas de caracterizar la dinámica de la industria es quizás el principal aporte que quiero hacer en estas notas.

Bibliografía

Baumol, William; Blackman Sue y Wolff, Edward (1989). *Productivity and American Leadership. The Long View*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Burgelman, Robert y Rosenbloom, Richard (1989). "Technology strategy: An evolutionary process perspective". En Burgelman, Robert y Rosenbloom, Richard (eds.), *Research on Technological Innovation, Management, and Policy*, vol. 4. Greenwich, CT: JAI Press.
- Cantwell, John (1989). *Technological Innovation and Multinational Corporations*. Londres: Basil Blackwell.
- (1990). "The technological competence theory of international production and its implications". University of Reading Discussion Paper #149.
- Chandler, Alfred D., Jr. (1966). *Strategy and structure*. Nueva York: Doubleday & Co., Anchor Books Edition.
- (1990). *Scale and scope: The dynamics of industrial capitalism*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Clark, Kim y Fujimoto, Takahiro (1991). *Product Development Performance: Strategy Management and Organization in the World Auto Industry*. Cambridge, MA: Harvard Business School Press.
- Cohen, Wesley y Levin, Richard (1989). "Empirical Studies of Innovation and Market Structure". En Schmalensee, Richard y Willig, Robert (eds.), *Handbook of Industrial Organization*, vol. 1, pp. 1059-1107. Nueva York: North Holland.
- Cohen, Wesley y Levinthal, Daniel (1989). "Innovation and learning: The two faces of R & D". *The Economic Journal*, vol. 99, n° 397, pp. 569-596.
- Cyert, Richard y March, James (1963). *A Behavioral Theory of the Firm*. Englewood Cliff: Prentice Hall.
- Dertouzos, Michael L.; Lester, Richard y Sulow, Robert (1989). *Made in America*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Dosi, Giovanni; Teece, David y Winter, Sidney (1989). "Toward a theory of corporate coherence: Preliminary remarks". Mimeo, Center for Research in Management, University of California, Berkeley.
- Florida, Richard y Kenney, Martin (1991). "Transplanted organizations: The transfer of Japanese industrial organization to the United States". *American Sociological Review*, vol. 56, n° 3, pp. 381-398.
- Freeman, Christopher (1989). "The nature of innovation and the evolution of the production system". OCDE París, Xerox.

- Gilbert, Richard J. (1989). "Mobility barriers and the value of incumbency". En Schmalensee, Richard y Willig, Robert (eds.), *Handbook of Industrial Organization*, vol. 1, pp. 475-535. Nueva York: North Holland.
- Henderson, Rebecca (1990). "Underinvestment and incompetence as responses to radical innovation: Evidence from the photolithographic alignment equipment industry". MIT Sloan School Discussion paper.
- Holmstrom, Bengt y Tirole, Jean (1989). "The theory of the firm". En Schmalensee, Richard y Willig, Robert (eds.), *Handbook of Industrial Organization*, vol. 1, pp. 61-133. Nueva York: North Holland.
- Hounshell, David y Smith, John Kenly (1988). *Science and Corporate Strategy: Du Pont R&D 1902-1980*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Hughes, Thomas P. (1983). *Networks of Power: Electrical Supply Systems in the U.S., England, and Germany*. Baltimore, MD: Johns Hopkins Press.
- Kogut, Bruce (1987). "Country patterns in international competition: Appropriability and oligopolistic agreement". En Hood, Neil y Vahlne, Jan-Erik (eds.), *Strategies in Global Competition*, pp. 315-340. Londres: Croom-Helm.
- Langlois, Richard (1991). "Transaction cost economics in real time". *Industrial Corporate Change*, vol. 1, n° 1, pp. 99-127.
- Lazonick, William (1990). *Competitive Advantage on the Shop Floor*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Nelson, Richard y Winter, Sidney (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Ordoover, Janusz y Saloner, Garth (1989). "Predation, monopolization, and antitrust". En Schmalensee, Richard y Willig, Robert (eds.), *Handbook of Industrial Organization*, vol. 1, pp. 537-596. Nueva York: North Holland.
- Pavitt, Keith (1987). "On the nature of technology". Conferencia inaugural dada en University of Sussex, 23 de junio.
- (1990). "The nature and determinants of innovation: A major factor in firms (and countries) competitiveness". Artículo preparado para la Conferencia "Fundamental Issues in Strategy: A Research Agenda for the 1990s".

- Penrose, Edith (1959). *The Theory of the Growth of the Firm*. Londres: Basil Blackwell.
- Porter, Michael E. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. Nueva York: Free Press.
- Prahalad, Coimbatore Krishnarao y Hamel, Gary (1990). "The core competence of the corporation". *Harvard Business Review*, vol. 68, n° 3, pp. 79-91.
- Reich, Leonard (1985). *The Making of American Industrial Research: Science and Business at GE and Bell, 1987-1926*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Reinganum, Jennifer (1989). "The timing of innovation: Research, development and diffusion". En Schmalensee, Richard y Willig, Robert (eds.), *Handbook of Industrial Organization*, vol. 1, pp. 849-908. Nueva York: North Holland.
- Rumelt, Richard P. (1984). "Towards a strategic theory of the firm". En Lamb, Robert (ed.), *Competitive Strategic Management*, pp. 556-570. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Schmalensee, R. y R. Willig (eds.) (1989). *Handbook of Industrial Organization*. Nueva York: North Holland.
- Schumpeter, Joseph Alois (1934 [1911]). *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- (1950 [1942]). *Capitalism, Socialism, and Democracy*. Nueva York: Harper.
- Simon, Herbert (1957). *Administrative Behavior*. Nueva York: The Free Press.
- Teece, David (1980). "Economics of scope and the scope of an enterprise". *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 1, n° 3, pp. 223-247.
- (1982). "Towards an economic theory of the multiproduct firm". *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 3, n° 1, pp. 39-63.
- (1986). "Profiting from Technological Innovation". *Research Policy*, vol. 15, n° 6, pp. 285-305.
- Teece, David; Pisano, Gary y Shuen, Amy (1990). "Firm capabilities, resources, and the concept of strategy". CCC Working Paper 90-8, Center for Research on Management, University of California, Berkeley.

- Tushman, Michael y Anderson, Philip (1986). “Technological discontinuities and organizational environments”. *Administrative Science Quarterly*, vol. 31, n° 3, pp. 439-465.
- Williamson, Oliver (1989). “Transaction Cost Economies”. En Schmalensee, Richard y Willig, Robert (eds.), *Handbook of Industrial Organization*, vol. 1, pp. 135-182. Nueva York: North Holland.
- Womack, James; Jones, Daniel y Roos, Daniel (1991). *The Machine that Changed the World*. Cambridge, MA: MIT Press.

Bibliografía recomendada*

- Nelson, Richard (1994). “The Co-evolution of Technology, Industrial Structure, and Supporting Institutions”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, n° 1, pp. 47-63. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/icc/3.1.47>.
- Nelson, Richard y Winter, Sidney (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Teece, David y Pisano, Gary (1994). “The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, n° 3, pp. 537-56. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/icc/3.3.537-a>.

* A diferencia del resto de los capítulos, esta recomendación bibliográfica fue seleccionada por las compiladoras de la obra, aunque se contemplaron algunas sugerencias realizadas por el autor.

Capítulo 3

Capacidades nacionales en los procesos de innovación

José Miguel Natera
CONACYT-UAM Xochimilco

Introducción

La posibilidad que tiene una empresa de introducir una innovación en el mercado está mediada por muchas condiciones que no dependen solo de ella. Por ejemplo, supongamos que una empresa alimenticia quiere introducir un nuevo producto y que para ello: i) requiere de personas con estudios en ingeniería de alimentos, es decir, un sistema educativo capaz de formar esas habilidades; ii) debe importar parte de sus materias primas y maquinarias, por lo que necesita una economía con suficiente apertura y un sistema arancelario adecuado; iii) debe tramitar permisos frente a las autoridades, siendo afectada directamente por el nivel de madurez que caracterice a las instituciones de su país; y iv) requiere de un nivel de demanda tal que garantice su operación en el tiempo, por tanto, la población que puede consumir el producto debe tener condiciones socioeconómicas suficientes. Si alguna de estas condiciones fallara, es muy probable que la empresa no pueda sortear los obstáculos y no logre la introducción del producto innovador. Este ejemplo sencillo busca mostrar cómo las empresas por sí solas se encuentran incapacitadas para llevar a cabo procesos de innovación: se requiere una serie de capacidades que están en el nivel macro y que junto a los procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas –a nivel micro– también son determinantes.¹

¹ Ver capítulo 8 de Dutrénit, Torres y Vera-Cruz.

La ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) están estrechamente relacionadas con los niveles de desarrollo de los países. Por ello, examinar fenómenos en un nivel más agregado puede brindarnos información de cómo evolucionan las naciones: es el caso de las capacidades en los procesos de innovación. Estudiar los elementos de las capacidades nacionales ilumina muchas acciones para la política pública, pues muestra que las soluciones unidimensionales no son suficientes (o incluso pueden ser contraproducentes) para obtener efectos sociales y económicos. La visión nacional sirve de guía para la acción pública, en que el Estado pueda ejercer actividades de control y de coordinación.

En este capítulo se busca definir las capacidades nacionales que tienen incidencia en los procesos de innovación y discutir cuáles son las principales implicaciones de su estudio. Para ello se han organizado cinco secciones adicionales. La primera sección discute la relación entre el nivel micro y el nivel macro en los procesos de innovación, en ella se definen las capacidades nacionales. En la siguiente sección se muestra el carácter multidimensional de estas capacidades, haciendo énfasis en la necesidad de incluir los factores tecnoeconómicos y los sociopolíticos. Seguidamente, la tercera sección es un compendio de las principales aproximaciones que se han tomado para el estudio de las capacidades nacionales. La cuarta sección contiene una colección de algunos estudios que han abordado esta problemática. Finalmente, en la última sección se esboza una serie de desafíos alrededor de estos estudios.

La relación entre lo micro y lo macro en los procesos de innovación

Siendo la innovación un fenómeno fundamentalmente micro, en el que las empresas (principales agentes) son heterogéneas, siguen procesos de aprendizaje particulares y tienen trayectorias definidas que influyen en su desarrollo: ¿por qué es conveniente hablar de características en el nivel macro? De acuerdo con Jorge Katz (1987), los niveles micro y macro está entrelazados: las empresas responden a cambios en el contexto macroeconómico con cambios en su comportamiento económico y tecnológico. Él argumenta que las capacidades dependen de: i) las fuerzas estrictamente microeconómicas determinadas por la historia individual de la empresa; ii) las variables de mercado que describen el entorno competitivo en el que opera la empresa; iii) las fuerzas macroeconómicas que caracterizan los parámetros del sistema en el que están inmersas tanto

la empresa como la industria a la que pertenece; y iv) la evolución de la frontera del conocimiento en el nivel internacional. Esta caracterización da bases para pensar que no es posible el desarrollo de capacidades de nivel micro sin tomar en cuenta otras relaciones de nivel macro. Pongamos foco en el sector empresarial: los procesos de aprendizajes comprenden una amplia serie de derrames, en que el contexto en el que se inserta la empresa puede determinar la evolución que esta tenga y, a la vez, la participación de esa empresa tiene efectos en los procesos de aprendizajes de las otras empresas (Lall, 1998). Estos procesos de aprendizajes van más allá del sector empresarial, se pueden producir entre las empresas y la academia, o entre las empresas y el gobierno.

Sanjaya Lall (1992) plantea que las capacidades tecnológicas no tienen únicamente una lectura a nivel de las empresas, sino que se muestran también en el nivel nacional: define las capacidades tecnológicas nacionales como el resultado de los enlaces y sinergias entre las capacidades individuales de las empresas y otros actores sociales, centrándose en el sector gubernamental; por tanto, estas capacidades no son el resultado de una simple adición de las capacidades empresariales desarrolladas de manera aislada. En esta definición se estructura a las capacidades tecnológicas nacionales como la conjunción de tres elementos (Lall, 1992):

- Las capacidades: constituidas por la inversión en capital físico, el capital humano (incluyendo la educación formal y la adquirida en otras modalidades de aprendizaje, como la experiencia) y el esfuerzo tecnológico, las cuales actúan de forma integrada al punto que es difícil diferenciar su contribución individual al progreso tecnológico.
- Los incentivos: provenientes de las fuerzas del mercado, del funcionamiento institucional y de las políticas orientan la utilización del capital físico y de las habilidades incorporadas en el capital humano. Se distinguen tres tipos de incentivos: los macroeconómicos (como la tasa de cambio y la inflación), los de las actividades de competencia (como el balance entre protección a los mercados domésticos y la apertura internacional) y los de los mercados de factores (como mercados de trabajo eficientes o mercados tecnológicos atractivos).
- Las instituciones: las capacidades y los incentivos solo se expresan a través de un marco institucional adecuado, que es externo a la empresa y está compuesto por mecanismos de mercado y de no-mercado.

Cada país tiene una combinación propia en términos de la composición y de la fuerza de los vínculos entre los tres elementos mencionados anteriormente, de manera que los marcos analíticos diseñados para medir las capacidades nacionales deben ser lo suficientemente flexibles para adaptarse a la heterogeneidad. Lall (1987) analiza el papel de las políticas para explicar los procesos de aprendizajes de las empresas indias, mostrando que las políticas en una economía altamente regulada, como la India de entonces, son determinantes para el ritmo, la naturaleza y el éxito del desarrollo tecnológico. Una caracterización únicamente basada en la empresa no podría dar cuenta de este fenómeno.

Las *capacidades nacionales* son el resultado de los enlaces y sinergias entre las capacidades individuales de las empresas y otros actores sociales; no son una simple adición de las capacidades empresariales desarrolladas de forma aislada. Están compuestas por tres elementos (Lall, 1992): las capacidades, los incentivos y las instituciones.

Desde principios de los años ochenta, varios estudios han permitido una mejor comprensión de la naturaleza de las capacidades tecnológicas y su proceso de acumulación. Inicialmente, se centraron en abordar el estudio de las capacidades domésticas y definir el concepto (Kin, 1997; Lall, 1992). Esto permitió definir el concepto de capacidad tecnológica de nivel empresarial como la capacidad de hacer un uso efectivo del conocimiento tecnológico para la producción, la inversión y la innovación (Katz, 1987; Maxwell, 1987; Teitel, 1981). Muchos estudios de caso generaron soporte para estudiar estos procesos en el nivel de empresa, utilizando el marco analítico construido por Martin Bell y Keith Pavitt (1995) y Sanyaja Lall (1992), pero solo en la acepción micro;² el uso de encuestas de innovación ha permitido analizar estas capacidades desde las metodologías cuantitativas. En el nivel macro, se han explorado los niveles de capacidades tecnológicas de los países (Archibugi y Coco, 2004; Archibugi, Denni y Filippetti, 2009; Fagerberg y Verspagen, 2007), y en algunos casos se ha analizado el proceso de avance con respecto a la frontera tecnológica (Castellacci, 2011). En este último caso, una crítica que permanece viva es la limitada visión que se tiene sobre las capacidades nacionales, al no incorporar otros elementos distintos de la CTI.

2 Ver capítulo 8 de Dutrénit, Torres y Vera-Cruz.

Cuando en América Latina se iniciaba el proceso de globalización, Christopher Freeman (1995) argumentaba que las capacidades nacionales vinculadas a la innovación serían distintas incluso bajo este proceso que pretendía homogeneizar a las economías, pues estas capacidades iban más allá de las actividades de CTI y de los factores macroeconómicos. Algunos trabajos más recientes han adoptado un enfoque más amplio, un análisis multidimensional, con una descripción y medición multifacética de los diversos factores que contribuyen a configurar las capacidades nacionales en los procesos de innovación, incluyendo mediciones de las actividades de CTI, del desempeño económico y de otras dimensiones más cercanas a los factores sociopolíticos (Castellacci y Natera, 2013; Fagerberg y Srholec, 2008; Natera, 2016). El postulado que está detrás de considerar este nuevo conjunto de factores es que el proceso en el que se desarrollan las actividades de CTI, la productividad y el crecimiento económico están estrechamente relacionados con los niveles de educación, la salud y la democracia, así como a una menor desigualdad.³ En la sección siguiente se hará una discusión más detallada de cuáles son estas relaciones y cómo constituyen las capacidades nacionales en los procesos de innovación.

La naturaleza de las capacidades nacionales

Caracterizar las capacidades nacionales es una tarea difícil, si se quiere ser exhaustivo, se debe incluir todos aquellos factores que surgen como agregados de características e interacciones individuales y que pueden tener un efecto en los procesos de innovación. Es un reto porque estos factores son de muy distinta naturaleza: las interacciones que lo generan no solo se dan entre las empresas, diferentes entes sociales –como gobierno y academia, como cita el triángulo de Jorge Sabato (Sabato y Botana, 1968), y otros actores de la sociedad civil– también participan en la generación de estas capacidades. Por ello, el estudio de las capacidades nacionales es un problema complejo que ha llamado el interés de muchos investigadores, particularmente los que tienen foco en el desarrollo: la innovación puede tener un papel importante en las mejoras en las condiciones de vida y el incremento de la competitividad, por lo que hay un natural interés en entender los elementos que la promueve. En el

3 Ver capítulo 5, de Erbes y Suárez.

recuadro “Las capacidades nacionales en los estudios de la innovación” se presenta un resumen de la evolución de estos estudios.

La generación de las capacidades nacionales en los procesos de innovación requiere una coevolución entre factores tecnoeconómicos y sociopolíticos. Al mirar el primer conjunto de factores en un modelo apreciativo de la evolución de capacidades en México (donde el desempeño económico no ha sido basado en el desarrollo de la CTI) e Israel (que ha construido capacidades nacionales orientadas a la innovación), Gabriela Dutrénit y Morris Teubal (2011) han planteado etapas acumulativas en que los países van construyendo capacidades de forma paulatina. Ellos han puesto énfasis en la educación como uno de los principales facilitadores de las actividades conducentes a la innovación: i) en la primera etapa se desarrollan las condiciones previas para lograr que la ciencia, la tecnología y la educación sean elementos que impacten en el proceso de innovación; ii) llegar a la segunda etapa supone que ya se observa una relación entre esos elementos y el proceso de innovación, dando lugar al surgimiento de otras estructuras de soporte (como las financieras) para estos procesos; iii) finalmente, en la tercera etapa se logra un alto nivel de interacción entre estos elementos y el proceso de innovación, las actividades económicas se nutren normalmente de estas relaciones. La transición entre estas etapas no es lineal, pues considera la necesidad de masas críticas para moverse a una etapa siguiente. Así, toman en cuenta diferentes tipos de cambios discontinuos, como los cambios estructurales, que generan o disuelven vínculos entre los agentes, y los cambios institucionales, que crean normas e incentivos para que ellos se comporten en la dirección apropiada con las transformaciones necesarias (Dutrénit, Puchet Anyul y Teubal, 2011).

Los factores sociopolíticos han sido estudiados en menor medida. Normalmente, se analizan desde la perspectiva institucional, en que las reglas de juego determinan la construcción de esas capacidades. Sin embargo, se tratan casi siempre como un factor condicionante (en ocasiones, incluso, exógeno), pero sin ubicarlo en el mismo nivel de importancia que los factores tecnoeconómicos (Pérez, 1983). En consecuencia, las relaciones de poder, la confianza en las instituciones o el logro de otras metas de desarrollo social no ha ocupado un lugar central en el análisis, lo que ha limitado la posibilidad de plantear recomendaciones orientadas a la acumulación de estas capacidades (Cozzens y Sutz, 2014). Por ejemplo, la constitución de instituciones que hagan posible los cambios estructurales requiere capacidades que también son sustantivas para el proceso de innovación (Von Tunzelmann, 2003).

La trayectoria evolutiva de los países es el resultado de la combinación de los aspectos tecnoeconómicos y sociopolíticos de las capacidades nacionales en los procesos de innovación, lo cual genera distintos perfiles de desarrollo (Castellacci y Natera, 2016; Natera, 2016), que impactan en los procesos de innovación en el nivel de empresa, de sector y de país (Dutrénit *et al.*, 2019). En otras palabras, las condiciones macroeconómicas, las capacidades nacionales vinculadas a la ciencia y a la tecnología, el contexto social y político afectan los procesos de innovación en todos los niveles. Precisamente, es en esta multidimensionalidad en que el estudio de las capacidades cobra sentido: el análisis de las capacidades nacionales incorpora factores que no siempre son considerados al estudiar procesos económicos y los pone en niveles de interdependencia, lo cual obliga a una concepción más holística de los procesos de innovación y desarrollo. El pago a esta ambiciosa propuesta es la polisemia, por lo que en la próxima sección se presentan las tres acepciones más utilizadas en la literatura.

Las capacidades nacionales en los estudios de innovación

En el campo de la economía, el trabajo de Joseph Schumpeter (1942) ha tenido una enorme influencia en el posicionamiento de la CTI como un elemento esencial para el crecimiento económico de una nación. Otros autores como Robert Solow (1956) y Kenneth Arrow (1962) también han colaborado en esta dirección. Sin embargo, la visión de capacidades nacionales no estaba en ellos, esta surge muy vinculada a la visión sistémica, cuando Christopher Freeman (1995), Bengt-Åke Lundvall (1992) y Richard Nelson (1993) proponen que el desempeño económico depende de la generación e interacción de capacidades vinculadas a los procesos de innovación. En esta tradición, se han hecho distintos análisis en los que se enfatizan los aspectos tecnológicos y económicos. En una primera aproximación, se ha caracterizado estas capacidades desde la CTI, desde una perspectiva delimitada y concreta: pensando en los esfuerzos para realizar investigación y desarrollo (I+D), en la productividad de los científicos o en la generación de nuevas aplicaciones tecnológicas, por nombrar algunos rasgos. Sin embargo, este enfoque ya ha sido probado sin mucho éxito: las investigaciones con esta orientación han hecho propuestas de políticas no exitosas, pues la mayoría de los países en desarrollo no ha podido alcanzar los objetivos de esas políticas, no ha superado las trampas de ingreso medio⁴ y sus empresas no han aumentado significativamente sus niveles de productividad. Además, si bien ha existido una tendencia a

⁴ Ver capítulo 17, de Lee.

caracterizar la construcción de capacidades desde una perspectiva principalmente tecnoeconómica –donde se prioriza la transformación de recursos de conocimiento en productos, técnicas, servicios y otros resultados valorados por criterios económicos– cada vez existe más consenso en la incorporación de procesos orientados a la solución de problemas nacionales, a mejorar las condiciones de vida de las poblaciones y de la integración de las actividades económicas con el medio ambiente. Hay una clara necesidad de expandir la mirada, incorporando otras características que van más allá de los insumos o resultados de la ciencia y la tecnología. Una revisión del desarrollo de estos análisis sistémicos muestra que los procesos de innovación suceden en una red de interacciones en que los distintos tipos de productos se generan no solo en relación a los recursos disponibles, sino también a partir de una serie de intercambios entre entes (individuos u organizaciones) que se ubican dentro y fuera de la CTI (Freeman, 1995; Lundvall *et al.*, 2009). La heterogeneidad de los agentes obliga a pensar que estos aspectos tecnológicos y económicos no son suficientes para la caracterización de las capacidades nacionales.

Los otros aspectos de las capacidades nacionales implican actividades de coordinación y de inclusión. Los mecanismos de generación de acuerdo y de retroalimentación para lograr la articulación entre las actividades económicas y tecnológicas no provienen solo del sector gubernamental, hay actores colaborativos que exhiben altos niveles de gobernanza, en los que hacen uso del conocimiento y sus posiciones de poder (el liderazgo entre ellas) para orientar el desarrollo de la CTI (Türke, 2008). La participación en las relaciones sociales requiere mecanismos de inclusión, en que la perspectiva de género, las diferentes formas de conocimiento y las acciones encaminadas a la equidad y no discriminación sean parte del proceso de innovación. La ampliación del acceso y uso de la información, la reducción de la desigualdad en la distribución del ingreso, el aumento de la participación real de la sociedad civil, entre otros, caracterizan las capacidades nacionales en los procesos de innovación. Por ende, el funcionamiento la innovación está también enmarcada en factores sociales y políticos, tal como menciona Freeman (2011) cuando argumenta sobre la conexión entre la política social y la desigualdad con la tecnología y el crecimiento.

Diferentes aproximaciones a la definición de capacidades nacionales

En la literatura se encuentran tres definiciones típicas de las capacidades nacionales en los procesos de innovación: las capacidades tecnológicas y de innovación, las capacidades de absorción y las capacidades sociales. Se advierte prudencia al observar estas definiciones: no son mutuamente

excluyentes y eso se debe a la naturaleza multifacética de las capacidades, ponen focos distintos de acuerdo con las características que quieren estudiar. Esto, lejos de invalidarlas, permite tener un abanico de opciones para el estudio de estas capacidades.

Capacidades tecnológicas y de innovación

Esta definición de capacidades nacionales ha sido la acepción más común y la de más larga tradición. Los análisis empíricos se han volcado con mucho interés a entender la naturaleza y los determinantes de estas capacidades, lo que ha dado lugar a muchas interpretaciones de qué debe incluirse. Normalmente, se trata de una visión muy centrada en las fortalezas científicas y tecnológicas que tienen los países. Partiendo de la definición de Sanjaya Lall (1992), tienden a centrarse en las inversiones en el capital físico, el capital humano y los esfuerzos tecnológicos (lo que él clasifica como *capacidades*), vinculando estos elementos con las actividades de ciencia y tecnología para la generación de innovaciones tecnológicas. Así, los elementos que típicamente se incluyen en estos análisis son los insumos para estas actividades y sus productos. En los insumos se presentan los esfuerzos e inversiones totales en I+D y –con menor frecuencia en la literatura– en otras actividades conducentes a la innovación tipificadas por el *Manual de Oslo* (OCDE/Eurostat, 2018) o el *Manual de Bogotá* (RICYT, OEA y CYTED, 2001). En los productos se considera: i) el resultado de las actividades de investigación e innovación llevadas a cabo por el sistema público de ciencia y tecnología, visible habitualmente a través de la producción científica y técnica; ii) la producción total de actividades tecnológicas e innovadoras realizadas por empresas privadas –por ejemplo, patentes–, la comercialización y exportación de nuevos productos, tomando en cuenta su contenido tecnológico.⁵

Estas capacidades están centradas en las características tecnoeconómicas, tienen un sesgo hacia la innovación con alto contenido tecnológico. Esta visión se utiliza para evaluar la distancia a la frontera tecnológica entre los países, particularmente entre los llamados más avanzados (OCDE, Estados Unidos, Unión Europea) y los países en desarrollo (América Latina, Europa del Este, África), bajo el paradigma del *catching-up*. Sin embargo, cuando el foco es entender la influencia de

⁵ Ver capítulo 7, de Barletta, Suárez y Yoguel.

las capacidades en el desarrollo económico, se reitera la inconveniencia de utilizar miradas parciales, que no incorporen la complejidad de las capacidades nacionales en los procesos de innovación. La inclusión de los incentivos y las instituciones, otros elementos propuestos por Lall (1992), no es habitual en la mayoría de los estudios de capacidades tecnológicas y de innovación. De ahí que cuando el foco sea estudiar proceso de desarrollo, se recomienda incluir en el análisis otro subconjunto de capacidades, como la capacidad de absorción y las capacidades sociales que se estudiarán en seguida, en que los factores sociopolíticos son tomados en cuenta.

Capacidad de absorción

El concepto de capacidad de absorción también tiene una base micro: fue propuesto por Wesley Cohen y Daniel Levinthal (1989 y 1990) para dar cuenta de las posibilidades que tiene la empresa para asimilar y explotar la información existente de absorber información y conocimiento de otras técnicas y productos del entorno. El uso de este concepto se ha extendido ampliamente en los análisis empresariales y se considera uno de los principales mecanismos de aprendizaje para mejorar la competitividad. En términos agregados, también se busca representar ese proceso de aprendizaje.

El ambiente externo para un país es el entorno internacional. Partiendo del concepto a nivel micro, Paola Criscuolo y Rajneesh Narula (2008) definen la capacidad de absorción nacional como una relación entre la capacidad de un país para absorber conocimiento extranjero en función de su grado de desarrollo tecnológico, tomando en cuenta que se trata de un proceso de aprendizaje acumulativo y dinámico, pues el conocimiento necesario para desarrollar nuevas tecnologías se va haciendo más complejo a medida que los países se acercan a la frontera tecnológica. La apertura internacional, expresada en términos de comercio e inversión, es un elemento clave de la capacidad de absorción. Peter Howitt y David Mayer-Foulkes (2002) añaden las habilidades y recursos de los trabajadores (expresiones del capital humano) como otro elemento que logra el proceso de asimilación de conocimiento. Las inversiones en infraestructura, particularmente las relacionadas con las actividades industriales y las tecnologías de la información, son consideradas como elementos que coadyuvan en este proceso de aprendizaje (Freeman, 2004).

La diferenciación entre la *capacidad de absorción* y las *capacidades tecnológicas y de innovación* no es tajante: las capacidades nacionales que un país tiene que desarrollar para acercarse a la frontera tecnológica, son muy parecidas a las capacidades necesarias para generar nuevas tecnologías (Dahlman y Nelson, 1995), de hecho, ambas coexisten de manera simultánea. La inversión en I+D se incluye como una de las actividades que permite acercarse a la frontera tecnológica y es un elemento idóneo para ver esta interacción: incluso en los procesos de imitación se requieren de adaptaciones y generación de nuevas tecnologías para contextualizar el conocimiento. Por tanto, el esfuerzo en I+D puede encontrarse en ambas aproximaciones a las capacidades nacionales. Además, el proceso de aprendizaje no implica únicamente el contacto con el contexto internacional, incluye igualmente la interacción interna entre los agentes que forman parte del sistema de innovación (Criscuolo y Narula, 2008), por ello hay quienes también optan por incluir un enfoque institucional al caracterizar este tipo de capacidades (Castellacci y Natera, 2013; Natera, 2016). En la práctica, los estudios tienden a hablar de capacidades tecnológicas y de innovación cuando se realizan actividades que están en la frontera tecnológica o muy cerca de ella, y se refieren a la capacidad de absorción cuando se está más alejado.

Capacidades sociales

El término “capacidades sociales” fue acuñado por Kazushi Ohkawa y Henry Rosovsky (1973) al estudiar los determinantes del crecimiento económico de Japón en la década de los setenta; en una propuesta ambiciosa incorporan múltiples dimensiones, como los sistemas políticos, la infraestructura financiera, los sistemas educativos y aspectos económicos que han tenido un efecto en la tasa de crecimiento del producto interno del país. Moses Abramovitz parte de esta definición, continúa con la aproximación histórica y asocia a las capacidades sociales con la competencia técnica y con sus instituciones políticas, comerciales, industriales y financieras (Abramovitz, 1986 y 1995), señalando a la educación como un mecanismo crucial pero no único para la construcción de estas capacidades. En esta caracterización, él distingue dos tipos de elementos: i) las actitudes sociales básicas y las instituciones políticas; y ii) las características económicas e institucionales que determinan la capacidad de explotar la tecnología actual.

El primer tipo de elementos dialoga muy bien con la naturaleza sociopolítica de las capacidades nacionales, las cuales son atendidas en menor medida en las dos otras acepciones ya descriptas. Abramovitz (1995) especifica este elemento en la interacción de tres componentes. El primero es una visión del mundo que es coherente con el avance científico y tecnológico, para ello es fundamental que haya un nivel educativo tal que permita apreciar estas bondades. El segundo es el conjunto de actitudes sociales y organización que genera una estructura de incentivos efectiva, en que la propia sociedad considere el progreso económico como un valor. El tercer componente son las instituciones políticas, a quienes otorga una función de coordinación y dirección de las actividades de los actores sociales.

La caracterización de las economías y su relación con la explotación de tecnología está más ligada a los factores tecnoeconómicos. En este elemento se incluye la educación, considerada en lo que hoy se conoce como capital humano, que da valor a las habilidades de los trabajadores y en las posibilidades que estas brindan para los procesos de aprendizaje. Las habilidades gerenciales para administrar organizaciones y encaminarlas en sendas de crecimiento se destaca como otro componente que permite la construcción de capacidades sociales, pues incluye una dirección para la actividad económica y un compendio de saberes que solucionan problemas y aprovechan oportunidades en la toma de decisiones. Finalmente, Abramovitz (1995) considera que el mercado de capitales y el sistema financiero tienen un papel fundamental en la provisión de recursos y distribución de los riesgos sociales asociados al desarrollo tecnológico, una idea que ha sido también explorada en otros trabajos que consideran la evolución de las capacidades tecnológicas como ventanas de oportunidad (Pérez y Soete, 1988).

Como se observa, si bien el análisis de las instituciones no está ausente en las otras acepciones de capacidades nacionales, en este caso hay un foco mucho mayor en torno a ellas. Es por que ello que en la literatura es normal encontrar el término capacidades sociales asociado a la identificación de las estructuras institucionales y políticas, mientras que las capacidades tecnológicas o capacidades de absorción se emplean para los factores técnicos y económicos (Fagerberg y Srholec, 2008).

Operacionalización de las capacidades nacionales

Uno de los principales problemas para estudiar las capacidades nacionales es la operacionalización, es decir, cómo convertir estos conceptos en dimensiones medibles o parametrizables. El reto es comprender la manera en que las interacciones que se dan entre los agentes se agregan en un aprendizaje colectivo. La naturaleza de las capacidades es compleja y multidimensional, abarca factores tecnoeconómicos y sociopolíticos, por ello es necesario trabajar desde una postura amplia y multifacética. A continuación, se presentarán algunos ejercicios que se han realizado en esta dirección y que sirven de ejemplo del tipo de análisis que se puede realizar.

Aquí se plantean tres alternativas de operacionalización de las capacidades nacionales para los procesos de innovación: i) utilizar *indicadores nacionales* para medir capacidades da mucha más flexibilidad, porque permite valorar distintas dimensiones de forma más detallada, con el reto de proponer un marco analítico sólido; ii) hacer uso de *indicadores compuestos* que sintetizan mucha información de las distintas dimensiones de las capacidades en un único número, pero a cambio de una pérdida importante de información detallada; iii) *aproximarse de manera indirecta*, a través de los productos que generan sus economías, dejando a las capacidades como un fenómeno inobservado, sin poder especificar cuáles son los efectos que cada una de ellas tiene.

Indicadores de nivel nacional

Basados en el marco analítico de los sistemas nacionales de innovación, Fulvio Castellacci y José Miguel Natera (2011) proponen una representación de las capacidades nacionales utilizando seis dimensiones: i) innovación y capacidades tecnológicas; ii) educación y capital humano; iii) infraestructuras; iv) competitividad económica; v) capital social; vi) factores políticos e institucionales; esta propuesta luego fue ligeramente modificada con la fusión de las dimensiones v) y vi) en “factores sociopolíticos e institucionales”. Posteriormente, para dar cabida a un mayor número de procesos sociales, se han añadido tres dimensiones: la riqueza y el bienestar de la población, la estructura industrial y las condiciones medioambientales. Bajo este esquema, el

conjunto de datos CANA contiene datos completos (observados y estimados) para más de 80 indicadores y 134 países en el período 1980-2008 (3.886 observaciones de países). Son dos motivos los que están detrás de esta propuesta. El primero es proveer una herramienta para caracterizar las diversas facetas de las capacidades nacionales desde distintos ángulos. El segundo motivo es dar cuenta de los procesos acumulativos y dinámicos de la construcción de estas capacidades en los distintos niveles de desarrollo, y mostrar el proceso evolutivo que se evidencia a lo largo del tiempo. La tabla 1 es una muestra de los indicadores de la base de datos CANA y de las tres dimensiones adicionales.

Los datos a nivel agregado, como los que presenta CANA, tienen un menor nivel de especificidad para los procesos de innovación, es decir, no fueron diseñados expresamente para describir las capacidades nacionales. ¿Cómo lograr entonces que esta información pueda ser útil? Trabajar con datos en este nivel requiere construir un marco analítico en el que las relaciones entre las variables (aproximadas en indicadores) sean capaces de lograr esta especificidad (Leydesdorff y Meyer, 2006). En otras palabras, los indicadores por sí mismos hablan poco del proceso de innovación, es la relación que se haga entre estos indicadores lo que puede describir las capacidades nacionales. Además, trabajar con indicadores individuales permite estudiar mejor el comportamiento de cada uno de los componentes de las capacidades en el tiempo, pues se pueden construir relaciones que muestren las dinámicas entre ellos. De ahí que la organización de los indicadores en dimensiones da flexibilidad para que las personas interesadas en realizar investigación configuren la relación entre ellos, de acuerdo con sus objetos de estudio y aproximación a las capacidades nacionales: bien sean las capacidades tecnológicas y de innovación, la capacidad de absorción o bien las capacidades sociales.

Tabla 1. Selección de indicadores para la medición de los SNI a nivel agregado

Dimensión	Indicador	Fuente
Capacidades científicas y tecnológicas	Patentes de los Estados Unidos otorgadas por país de origen per cápita.	USPTO
	Artículos de revistas científicas y técnicas per cápita.	Banco Mundial National Science Foundation
	Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB).	UNESCO OCDE RICYT
Competitividad económica	Crédito interno por sector bancario (% del PIB).	Banco Mundial
	Ahorro interno bruto (% del PIB).	Banco Mundial
	Productividad laboral por persona empleada en 2010 US\$ (convertida a nivel de precios de 2010 con PAP EKS 2005 actualizados).	Total Economy Databases Centro de Crecimiento y Desarrollo de Groningen
Sistema educativo	Tasa bruta de matrícula terciaria.	UNESCO
	Años promedio de escolaridad.	Barro y Lee Banco Mundial
	Gasto público en educación.	UNESCO
Infraestructura	Consumo de energía eléctrica.	Banco Mundial
	Usuarios de internet por cada 1.000 personas.	Banco Mundial
	% de caminos pavimentados.	Banco Mundial
Internacionalización	Flujos de inversión extranjera directa recibida.	UNCTAD
	Flujos de inversión extranjera directa hacia el exterior.	UNCTAD
	Exportaciones de bienes y servicios (% del PIB).	Banco Mundial
	Importaciones de bienes y servicios (% del PIB).	Banco Mundial
Estructura industrial	Industria, valor agregado (% del PIB).	Banco Mundial
	Manufactura, valor agregado (% del PIB).	Banco Mundial
	Servicios (% del PIB).	Banco Mundial
Sistema sociopolítico e institucional	Índice de percepción de la corrupción.	Transparencia Internacional
	Libertad de prensa.	Reporteros sin Fronteras
	Índice democracia y autocracia.	Marshall y Jagers (2003)
	Índice de Gini.	Naciones Unidas
Bienestar y riqueza	Índice de ingresos.	PNUD
	Esperanza de vida al nacer (años).	Banco Mundial
	Población que vive por debajo de la línea de pobreza de ingreso, PPP \$1,90 por día).	PNUD
	Tasa de mortalidad de menores de cinco años (por cada 1.000 nacidos vivos).	PNUD
	PIB per cápita (PPP).	Penn World Table
Condiciones medioambientales	Combustibles renovables y desechos (% de la energía total).	Banco Mundial
	Consumo de fertilizantes (kilogramos por hectárea de tierra cultivable).	Banco Mundial
	Otras emisiones de gases de efecto invernadero, HFC, PFC y SF6 (miles de toneladas métricas de CO ₂ equivalente).	Banco Mundial

Fuente: elaboración propia y Castellacci y Natera, 2011.

Indicadores compuestos

Los indicadores compuestos están pensados para sintetizar problemas complejos, generando un número único que caracteriza el nivel de desempeño. Se construyen a partir de combinaciones de varios indicadores, a través de diversas técnicas (OCDE, 2008): tomando promedio simple entre ellos, usando promedios ponderados (en que el peso de los indicadores en el resultado final varía de acuerdo con los criterios definidos), aplicando análisis de componentes principales. La selección del método de agregación de los indicadores se define de acuerdo con el objetivo planteado. Típicamente se agregan indicadores de distinta naturaleza que sean representativos de la heterogeneidad que compone al objeto de estudio.

La complejidad de las capacidades nacionales hace que el concepto sea un candidato evidente para la aplicación de este método, tal como se evidencia en la literatura. Existe una amplia variedad de propuestas, en esta oportunidad se presentarán tres de ellas: el índice global de innovación (*Global Innovation Index*, GII), el indicador de desempeño industrial competitivo (*Competitive Industrial Performance Index*, CIP) y el indicador de competitividad global (*Global Competitiveness Index*, GCI).

El GII es una propuesta de la Universidad de Cornell, la escuela de negocios parisina INSEAD y la Organización Mundial de Propiedad Intelectual, que tiene como objetivo sintetizar la característica multidimensional de la innovación y servir de referencia para las políticas que buscan mejorar la competitividad de los países, aumentar la competitividad y el empleo y generar estrategias de crecimiento económico en el largo plazo (GII, 2018). La versión de 2017 incluye 127 países. El índice se calcula en tres pasos (Dutta, Lanvin y Wunsch-Vincent, 2017): primero se generan dos subíndices, uno de insumos y otro de productos para la innovación, luego se calcula la relación entre insumos y productos (una medida de eficiencia de los países) y finalmente se calcula el promedio entre insumos y productos (medida de nivel de desarrollo de las capacidades). El subíndice de insumos de la innovación es el promedio simple de cinco pilares: instituciones, capital humano e investigación, infraestructura, sofisticación del mercado y sofisticación empresarial. El subíndice de productos de la innovación también es un promedio simple, pero en este caso de solo dos pilares: productos de conocimiento y de tecnologías, y productos creativos. Cada uno de los pilares que

constituyen los subíndices está compuesto de una batería de indicadores, por ejemplo, el pilar capital humano e investigación se nutre de indicadores como el gasto en educación como porcentaje del producto interno bruto, el porcentaje de universitarios graduados en ciencias e ingeniería y la relación de investigadores en jornada completa equivalente por millones de habitantes.

El CIP es publicado por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). Este indicador está centrado en la manufactura industrial. La competitividad industrial la define como la capacidad de los países de incrementar su presencia en los mercados internacionales y domésticos a través del desarrollo del sector industrial, en actividades de mayor valor agregado y mayor contenido tecnológico. Este indicador está compuesto de seis subindicadores organizados en tres dimensiones (UNIDO, 2015). La primera dimensión describe la capacidad de los países de producir y exportar bienes manufacturados; incluye los indicadores valor añadido a la manufactura per cápita y exportación de bienes manufacturados per cápita. La segunda dimensión está dedicada a la profundidad y acumulación tecnológica; utiliza dos subindicadores compuestos: i) intensidad de la industrialización, que es un promedio de dos porcentajes, el porcentaje del valor agregado de las manufacturas de alto y medio contenido tecnológico en relación con el total del valor agregado de todas las manufacturas y el porcentaje del valor agregado de todas las manufacturas sobre el producto interno bruto; ii) la calidad de las exportaciones, también calculada como un promedio de dos porcentajes, el porcentaje del valor agregado de las manufacturas exportadas de alto y medio contenido tecnológico sobre el valor agregado total de las manufacturas exportadas y el porcentaje del valor agregado de las manufacturas exportadas sobre el valor agregado de todas las exportaciones. Finalmente, la tercera dimensión mide el impacto del país en la manufactura mundial, en función de dos subindicadores: la relación del valor agregado de las manufacturas del país sobre el valor agregado de las manufacturas del mundo, y la relación de exportación de manufacturas del país sobre el total de bienes manufacturados exportados en el nivel global.

El último indicador que se presenta es el GCI, presentado por el Foro Económico Mundial. Este organismo define la competitividad de las naciones como el conjunto de instituciones, políticas y factores que están relacionados con el nivel de productividad de una economía. El GCI combina 114 indicadores agrupados en doce pilares (WEF, 2016): instituciones

infraestructura; macroeconomía; salud y educación primaria; educación superior y capacitación; eficiencia del mercado de bienes; eficiencia del mercado laboral; desarrollo del mercado financiero; preparación tecnológica; tamaño del mercado; sofisticación empresarial; e investigación, desarrollo e innovación. Estos pilares forman parte de tres subíndices: i) requisitos básicos, ii) potenciadores de la eficiencia y iii) factores de innovación y sofisticación. Los tres subíndices tienen diferentes ponderaciones en el cálculo del índice general, dependiendo de la etapa de desarrollo que el foro asigna a cada economía, medida por su producto interno bruto per cápita y la proporción de exportaciones.

Tanto el GII como el CIP y el GCI son alternativas para expresar en una medida única las capacidades nacionales en los procesos de innovación, con distintos focos dependiendo de la composición de los índices. Si bien esta información está disponible e incluso es utilizada como herramientas para evaluar el nivel de avance de los países, deben ser tomadas con mucha cautela. Hay importantes consideraciones y una pérdida sustancial de información cuando indicadores de tan distinta naturaleza son mezclados en una figura unidimensional. Existen muchas consideraciones teóricas y metodológicas que pueden incluso llegar a invalidar su utilización como herramienta de análisis (Lall, 2001), por lo que se recomienda su uso como un indicador descriptivo y general que da una idea inicial de la posición relativa de los países en términos de sus capacidades. En la tabla 2, se muestra un resumen de estos indicadores y de las estructuras que los componen.

Medición indirecta de las capacidades nacionales

Recientemente se han desarrollado indicadores que operacionalizan las capacidades nacionales a través de medida de proximidad entre los productos que los países exportan (Hidalgo y Hausmann, 2009): el indicador de complejidad económica (*Economic Complexity Index*, ECI) y el mapa de espacio de producto (*product space*). La intuición detrás de estos indicadores es que son las capacidades nacionales las que permiten que los países puedan desarrollar sus sectores industriales, por lo que un país que exhibe una alta diversidad de productos, domina distintas tecnologías, y tiene, por tanto, un alto nivel de capacidades. Estos indicadores, por tanto, hacen una medición indirecta de estas capacidades por medio de los bienes que exportan las economías.

Tabla 2. Estructura de los indicadores compuestos GII, CIP, GCI

Indicador	Organismo responsable	Dimensiones	Subdimensiones
Global Innovation Index (GII)	Universidad de Cornell INSEAD Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI)	Insumos para la innovación	Instituciones.
			Capital humano e investigación.
			Infraestructura.
			Sofisticación del mercado.
		Productos para la innovación	Sofisticación empresarial.
			Productos de conocimiento y de tecnologías.
Competitive Industrial Performance Index (CIP)	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI)	Capacidad de los países de producir y exportar bienes manufacturados	Valor añadido a la manufactura per cápita.
			Exportación de bienes manufacturados per cápita.
		Profundidad y acumulación tecnológica	Intensidad de la industrialización.
			Calidad de las exportaciones.
		Impacto del país en la manufactura mundial	Manufacturas del país en relación con las manufacturas del mundo.
			Exportación de manufacturas del país sobre los bienes manufacturados exportados a escala global.
Global Competitiveness Index (GCI)	Foro Económico Mundial (FEM)	Requisitos básicos	Instituciones.
			Infraestructura.
			Macroeconomía.
			Medioambiente.
			Salud y educación primaria.
		Potenciadores de la eficiencia	Educación superior y capacitación.
			Eficiencia del mercado de bienes.
			Eficiencia del mercado laboral.
			Desarrollo del mercado financiero.
			Preparación tecnológica.
		Factores de innovación y sofisticación	Tamaño del mercado.
			Sofisticación empresarial.
	Investigación, desarrollo e innovación.		

Fuente: elaboración propia basada en GII (2018), UNIDO (2015) y WEF (2016).

La metodología consiste en generar una matriz de países y productos, donde en cada celda se ubica las ventajas reveladas de los países en términos de las exportaciones de cada producto. Así se define la *diversidad*, una medida de la cantidad de productos que un país exporta, y la *ubicuidad*, que representa el número de países a los que un producto está conectado. Combinando ambas medidas se genera el ECI, que expresa el valor de la complejidad de cada país: los países que tienen un ECI más alto, exportan mayor cantidad de productos y, por tanto, tienen más capacidades (Hausmann *et al.*, 2011). El *product space* se basa en esta misma información, pero la caracteriza de una manera distinta: utiliza el concepto de *proximidad*, que es la similitud entre dos productos, para ello se utiliza información de probabilidad de que dos productos sean exportados por un mismo país. Así, es posible generar una red con productos que representa la estructura productiva manufacturera de un país, identificando cuáles son los productos más próximos: los países con mayor nivel de capacidades tienen una representación de su espacio de productos más densa y muestran más conexiones entre los nodos (Hidalgo *et al.*, 2007).

Estos indicadores son robustos y han generado mucho interés en las personas que estudian la relación entre capacidades nacionales y desarrollo. Sin embargo, la medición indirecta de las capacidades nacionales representa un problema metodológico, no solo porque la información que utiliza está basada en exportaciones (en que el valor agregado no es siempre fácil de determinar, en particular en países como México tienen un fuerte efecto maquila), sino porque utiliza información de productos y no considera servicios (que representan más del 60% del producto interno bruto de América Latina en la última década). Quizás la limitación más importante es que no permiten explorar cuáles son las capacidades nacionales más relevantes para cada país, pues estas permanecen inobservadas. Esta alternativa requiere de ejercicios adicionales para lograr especificar el efecto de las capacidades de forma explícita.

El desafío de la agregación

En este capítulo se han caracterizado y discutido las capacidades nacionales en los procesos de innovación, entendiendo la necesidad de considerar diversos factores que están más allá de las capacidades empresariales. Se presentó una definición de capacidades nacionales siguiendo a Lall (1987 y 1992), quien las conceptualiza como la conjunción de capacida-

des, incentivos e instituciones. Por tanto, se mostró que las capacidades nacionales son multidimensionales, están compuestas por factores tecnoeconómicos y sociopolíticos que surgen de la interacción de agentes de muy distinta naturaleza. Luego, se organizó la discusión en torno a las acepciones más comunes de las capacidades: las tecnológicas y de innovación, las de absorción y las sociales, en las que se observa que hay distintos énfasis en el análisis de estos dos factores. Finalmente, se presentó una discusión de alternativas para operacionalizar el estudio de las capacidades nacionales, utilizando indicadores de nivel nacional, indicadores compuestos o medidas indirectas. Hasta este punto, se muestra el estado del arte en el estudio de capacidades nacionales en los procesos de innovación. Ahora resulta conveniente asumir una postura más crítica y discutir las implicaciones de abordar los procesos de innovación desde el enfoque de capacidades nacionales. Este ejercicio reflexivo pretende mostrar las limitaciones que se han tenido en esos estudios y plantear algunas líneas para el desarrollo de investigaciones futuras.

Existen muchas oportunidades para generar un marco analítico congruente entre los análisis micro y macro de las capacidades en los procesos de innovación. Sin embargo, hay un fenómeno que resume muchos de los retos que aún no se solucionan: la agregación, es decir, los mecanismos que expresan cómo se van generando las características y las interacciones desde la acción individual hasta el nivel colectivo. Para entender mejor este desafío, es necesario describir cuál es la consideración del agente microeconómico del que se parte. En la corriente evolutiva, en la que encontramos a la economía de la innovación, se define a los agentes desde la heterogeneidad, que surge como resultado de los procesos de adaptación y aprendizaje que se van dando en contextos específicos (en un espacio) durante una trayectoria (en el tiempo) (Potts, 2000). De ahí que las interacciones entre los agentes son muy diversas y no es posible determinarlas de manera exhaustiva, menos aún ver cómo estas interacciones se van *agregando* hasta formar patrones colectivos. Esta imposibilidad de ver el proceso de agregación es el tormento de muchos economistas evolutivos.

Una primera implicación de los estudios agregados es la unidad de análisis. Hasta ahora se ha utilizado el nivel “nacional” como la mejor manera para ver las capacidades agregadas, pero esta selección no está libre de debates. Quienes retan la decisión de estudiar las capacidades utilizando el país como referencia argumentan la enorme heterogeneidad que se obvia. Por ejemplo, consideremos las diferencias regionales que

hay entre los estados de México o entre los de Estados Unidos: pensar que Ciudad de México o California tienen capacidades de innovación comparables con las de Chiapas o Arizona es echar por tierra muchas de las diferencias que hay entre estas regiones; en este sentido, la unidad país es burda. Quienes abogan por la validez del constructo nacional señalan que la pertenencia de estas regiones a la estructura institucional y cultural de sus países tiene un efecto en el comportamiento económico: las diferencias de las entidades limítrofes entre México y Estados Unidos es una clara muestra del efecto “país”; entonces el sistema nacional sí que es necesario para entender el nivel de desarrollo.

Otra dimensión para discutir en torno a la visión nacional es la pertinencia de utilizar una dimensión espacial para definir las capacidades, dado que en un mundo globalizado y con la creciente deslocalización de las actividades productivas (especialmente en los servicios), los Estados cada vez encuentran más dificultades para ejercer funciones de coordinación y control. El planteamiento alternativo es especificar las capacidades en función de distintos sectores industriales, subsistemas tecnológicos (como el caso de la biotecnología o la nanotecnología) o cadenas de valor, en las que se determine de manera más precisa qué capacidades son necesarias para esas actividades. El problema con seguir esta visión es que muchas de las interacciones que rodean a la empresa requieren una coevolución con el medio en el que están insertas, en el que se encuentra la sociedad que forma parte del proceso de innovación organizado a través de los Estados.

La solución para lograr un balance en la definición de las capacidades a nivel agregado no es trivial. Una de las propuestas es plantear el estudio en tres niveles (Foster y Potts, 2009): micro, dentro de los agentes; meso, en que los agentes se organizan; y macro, en el que hay interacciones entre las distintas organizaciones meso de los agentes. Esta propuesta es interesante, pero conlleva un esfuerzo teórico y metodológico para definir las fronteras de lo meso y las interacciones entre ellas. Otra propuesta es considerar el amplio abanico que ofrecen los estudios de complejidad, que son muy útiles para expresar distintas inquietudes de investigación de quienes estudian economía evolutiva (Robert y Yoguel, 2016) y se encuentran aún en desarrollo. En cualquier caso, dado que la perspectiva nacional continúa siendo válida, una alternativa responsable es considerar las limitaciones que se han expuesto al utilizar esta visión y realizar estudios complementarios que puedan definir mejor las propiedades de las capacidades a otros niveles.

Bibliografía

- Abramovitz, Moses (1986). "Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind". *The Journal of Economic History*, vol. 46, n° 02, pp. 385-406. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S0022050700046209>.
- (1995). "The elements of social capability". En Koo, Bon Ho y Perkins, Dwight H. (eds.), *Social capability and long-term economic growth*, pp. 19-47. Londres: Springer.
- Archibugi, Daniele y Coco, Alberto (2004). "A New Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries (ArCo)". *World Development*, vol. 32, n° 4, pp. 629-654. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2003.10.008>.
- Archibugi, Daniele; Denni, Mario y Filippetti, Andrea (2009). "The technological capabilities of nations: The state of the art of synthetic indicators". *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 76, n° 7, pp. 917-931. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.01.002>.
- Arrow, Kenneth J. (1962). "The economic implications of learning by doing". *The Review of Economic Studies*, vol. 29, n° 3, pp. 155-173. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/10.2307/2295952>.
- Bell, Martin y Pavitt, Keith (1995). "The Development of Technological Capabilities". En Ul Haque, Irfan; Bell, Martin; Dahlman, Carl; Lall, Sanjaya y Pavitt, Keith, *Trade, technology and international competitiveness*, pp. 69-101. Washington, DC: The World Bank.
- Castellacci, Fulvio (2011). "Closing the Technology Gap?". *Review of Development Economics*, vol. 15, n° 1, pp. 180-197. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9361.2010.00601.x>.
- Castellacci, Fulvio y Natera, José Miguel (2011). "A new panel dataset for cross-country analyses of national systems, growth and development (CANA)". *Innovation and Development*, vol. 1, n° 2, pp. 205-226. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/2157930X.2011.605871>.
- (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. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.10.006>.

- (2016). “Innovation, absorptive capacity and growth heterogeneity: Development paths in Latin America 1970-2010”. *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 37, pp. 27-42. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2015.11.002>.
- Cohen, Wesley M. y Levinthal, Daniel A. (1989). “Innovation and Learning: The Two Faces of R&D”. *The Economic Journal*, vol. 99, n° 397, pp. 569-96. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/2233763>.
- (1990). “Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation”. *Administrative Science Quarterly*, vol 35, n° 1, pp. 128-152. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/2393553>.
- Cozzens, Susan y Sutz, Judith (2014). “Innovation in informal settings: reflections and proposals for a research agenda”. *Innovation and Development*, vol. 4, n° 1, pp. 5-31. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/2157930X.2013.876803>.
- Criscuolo, Paola y Narula, Rajneesh (2008). “A novel approach to national technological accumulation and absorptive capacity: Aggregating Cohen and Levinthal”. *The European Journal of Development Research*, vol. 20, n° 1, pp. 56-73. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09578810701853181>.
- Dahlman, Carl J. y Nelson, Richard (1995). “Social absorption capability, national innovation systems and economic development”. En Koo, Bon Ho y Perkins, Dwight H. (eds.), *Social capability and long-term economic growth*, pp. 82-122. Londres: Springer.
- Dutrénit, Gabriela; Natera, José Miguel; Puchet Anyul, Martín y Vera-Cruz, Alexandre O. (2019). “Development profiles and accumulation of technological capabilities in Latin America”. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 145, pp. 396-412. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.03.026>.
- Dutrénit, Gabriela; Puchet Anyul, Martín y Teubal, Morris (2011). “Building bridges between co-evolutionary approaches to science, technology and innovation and development economics: an interpretive model”. *Innovation and Development*, vol. 1, n° 1, pp. 51-74. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/2157930X.2010.551061>.
- Dutrénit, Gabriela y Teubal, Morris (2011). “Coevolution, emergence and economic development: Some lessons from the Israeli and Mexican experience”. En Antonelli, Cristiano (ed.), *Handbook*

on the economic complexity of technological change, pp. 451-491. Cheltenham: Edward Elgar.

Dutta, Soumitra; Lanvin, Bruno y Wunsch-Vincent, Sacha (eds.) (2017). *The Global Innovation Index 2017. Innovation Feeding the World*. Ginebra: WIPO.

Fagerberg, Jan y Srholec, Martin (2008). “National innovation systems, capabilities and economic development”. *Research Policy*, vol. 37, n° 9, pp. 1417-1435. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.06.003>.

Fagerberg, Jan y Verspagen, Bart (2007). “Innovation, growth and economic development: have the conditions for catch-up changed?”. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, vol. 1, n° 1, pp. 13-33.

Foster, John y Potts, Jason (2009). “A micro-meso-macro perspective on the methodology of evolutionary economics: Integrating history, simulation and econometrics”. En Cantner, Uwe; Gaffard, Jean-Luc y Nesta, Lionel (eds.), *Schumpeterian Perspectives on Innovation, Competition and Growth*, pp. 53-68. Berlín-Heidelberg: Springer. Disponible en: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-93777-7_5.

Freeman, Christopher (1991). “Networks of innovators: A synthesis of research issues”. *Research Policy*, vol. 20, n° 5, pp. 499-514. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(91\)90072-X](https://doi.org/10.1016/0048-7333(91)90072-X).

——— (1995). “The ‘National System of Innovation’ in historical perspective”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, n° 1, pp. 5-24. Disponible en: <http://cje.oxfordjournals.org/content/19/1/5>.

——— (2004). “Technological infrastructure and international competitiveness”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 13, n° 3, pp. 541-569. Disponible en: <http://icc.oxfordjournals.org/content/13/3/541.short>.

——— (2011). “Technology, inequality and economic growth”. *Innovation and Development*, vol. 1, n° 1, pp. 11-24. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/2157930X.2010.551062>.

Global Innovation Index (GII) (2018). “About the Global Innovation Index”. Disponible en: <https://www.globalinnovationindex.org/about-gii#framework> [última visita 18/5/2018].

- Hausmann, Ricardo; Hidalgo, César A.; Bustos, Sebastián; Coscia, Michele; Chung, Sarah; Jiménez, Juan; Simoes, Alexander y Yildirim, Muhammed A. (2011). *The Atlas of Economic Complexity*. Cambridge: MIT Press. Puritan Press. Disponible en: http://www.chidalgo.com/Atlas/HarvardMIT_AtlasOfEconomicComplexity_Part_I.pdf.
- Hidalgo, César A. y Hausmann, Ricardo (2009). "The building blocks of economic complexity". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 106, n° 26, pp. 10570-10575. Disponible en: <https://doi.org/10.1073/pnas.0900943106>.
- Hidalgo, César A.; Klinger, Bailey; Barabási, Albert-Laszlo y Hausmann, Ricardo (2007). "The Product Space Conditions the Development of Nations". *Science*, vol. 317, n° 5837, pp. 482-487. Disponible en: <https://doi.org/10.1126/science.1144581>.
- Howitt, Peter y Mayer-Foulkes, David (2002). "R&D, Implementation and Stagnation: A Schumpeterian Theory of Convergence Clubs". NBER working paper 9104. Disponible en: <http://www.nber.org/papers/w9104>.
- Katz, Jorge M. (ed.) (1987). *Technology generation in Latin American manufacturing industries*. Londres: Springer.
- Kim, Linsu (1997). *Imitation to innovation: The dynamics of Korea's technological learning*. Brighton: Harvard Business Press.
- Lall, Sanjaya (1987). *Learning to industrialize: the acquisition of technological capability by India*. Londres: Springer.
- (1992). "Technological capabilities and industrialization". *World Development*, vol. 20, n° 2, pp 165-186. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(92\)90097-F](https://doi.org/10.1016/0305-750X(92)90097-F).
- (1998). "Technological capabilities in emerging Asia". *Oxford Development Studies*, vol. 26, n° 2, pp. 213-243. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/13600819808424154>.
- (2001). "Competitiveness indices and developing countries: an economic evaluation of the Global Competitiveness Report". *World Development*, vol. 29, n° 9, pp. 1501-1525. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X01000511>.

- Leydesdorff, Loet y Meyer, Martin (2006). "Triple Helix indicators of knowledge-based innovation systems: Introduction to the special issue". *Research Policy*, vol. 35, n° 10, pp. 1441-1449. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.09.016>.
- Lundvall, Bengt-Åke (1992). *National Systems of Innovation Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- Lundvall, Bengt-Åke; Joseph, K. J.; Chaminade, Cristina y Vang, Jan (2009). *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: Building Domestic Capabilities in a Global Setting*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing. Disponible en: <http://books.google.es/books?id=AaRyLGPjkEOC>.
- Maxwell, Philip (1987). "Adequate technological strategy in an imperfect economic context: A case-study of the evolution of the Acindar steelplant in Rosario, Argentina". En Katz, Jorge (ed.), *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries*, pp. 119-153). Londres: Springer.
- Natera, José Miguel (2016). "Las dinámicas de los Sistemas Nacionales de Innovación". En Erbes, Analía y Suárez, Diana (eds.), *Repensando el desarrollo latinoamericano. Una discusión desde los sistemas de innovación*, pp. 69-102, 1ra. ed. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Nelson, Richard R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford-Nueva York: Oxford University Press. Disponible en: <http://papers.ssrn.com/abstract=1496195>.
- OCDE (2008). *Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide*. París: OCDE.
- OCDE/Eurostat (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. París/Eurostat, Luxemburgo: OCDE. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>.
- Ohkawa, Kazushi y Rosovsky, Henry (1973). *Japanese economic growth: Trend acceleration in the twentieth century*. Stanford: Stanford University Press.
- Pérez, Carlota (1983). "Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems". *Futures*, vol. 15,

n° 5, pp. 357-375. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(83\)90050-2](https://doi.org/10.1016/0016-3287(83)90050-2).

Pérez, Carlota y Soete, Luc (1988). *Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity*. Londres: Pinter Publishers.

Potts, Jason (2000). *The New Evolutionary Microeconomics: Complexity, Competence, and Adaptive Behaviour*. Cheltenham: Edward Elgar. Disponible en: <http://books.google.com.ec/books?id=xDwfIY3NSVUC>.

RICYT, OEA y CYTED (2001). *Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe. Manual de Bogotá*. Buenos Aires: RICYT.

Robert, Verónica y Yoguel, Gabriel (2016). “Complexity paths in neo-Schumpeterian evolutionary economics, structural change and development policies”. *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 38, pp. 3-14. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2015.11.004>.

Sabato, Jorge y Botana, Natalio (1968). “La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina”. *Revista de la Integración*, vol. 1, n° 3, pp. 15-36.

Schumpeter, Joseph A. (1942). *Socialism, capitalism and democracy*. Nueva York: Harper and Brothers.

Solow, Robert M. (1956). “A Contribution to the Theory of Economic Growth”. *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, n° 1, pp. 65-94. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/1884513>.

Teitel, Simón (1981). “Towards an understanding of technical change in semi-industrialized countries”. *Research Policy*, vol. 10, n° 2, pp. 127-147.

Türke, Ralf-Eckhard (2008). *Governance: systemic foundation and framework*. Londres: Springer Science & Business Media.

UNIDO (2015). *Industrial Development Report 2016: The Role of Technology and Innovation in Inclusive and Sustainable Industrial Development*. Nueva York: UN. Disponible en: <https://doi.org/10.18356/a1cf26ea-en>.

Von Tunzelmann, Nick (2003). “Historical coevolution of governance and technology in the industrial revolutions”. *Structural Change*

and Economic Dynamics, vol. 14, n° 4, pp. 365-384. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0954-349X\(03\)00029-8](https://doi.org/10.1016/S0954-349X(03)00029-8).

World Economic Forum (WEF) (2016). *The Global Competitiveness Report 2016-2017*. Ginebra: World Economic Forum.

Bibliografía recomendada

Abramovitz, Moses (1995). “The elements of social capability”. En Koo, Bon Ho y Perkins, Dwight H. (eds.), *Social capability and long-term economic growth*, pp. 19-47. Londres: Springer.

Criscuolo, Paola y Narula, Rajneesh (2008). “A novel approach to national technological accumulation and absorptive capacity: Aggregating Cohen and Levinthal”. *The European Journal of Development Research*, vol. 20, n° 1, pp. 56-73. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09578810701853181>.

Lall, Sanjaya (1992). “Technological capabilities and industrialization”. *World Development*, vol. 20, n° 2, pp. 165-186. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(92\)90097-F](https://doi.org/10.1016/0305-750X(92)90097-F).

Capítulo 4

Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecnoeconómicos*

Carlota Pérez

LSE, IIPP-UCL y SPRU-Sussex en Reino Unido
y Tecnológica de Talín, Estonia

Introducción

Joseph Schumpeter fue uno de los pocos economistas modernos que concibió el cambio técnico y el emprendimiento como fuentes del crecimiento económico (Schumpeter, 1911 y 1939).¹ Sin embargo, aunque parezca extraño, consideró la tecnología como un factor exógeno que –junto con las instituciones y las organizaciones sociales– quedaba “fuera del ámbito de la teoría económica” (1911: 11). El centro de su interés fue el emprendedor y su meta explicar tanto el rol de la innovación en el crecimiento económico como la condición cíclica del sistema.

Fueron los seguidores de Schumpeter –los neoschumpeterianos– quienes se dieron a la tarea de explicar el cambio técnico y la innovación con sus regularidades y evolución; quienes investigaron las características y dinámica de la innovación desde los cambios técnicos particulares, pasando por los conglomerados de empresas (*clusters*) y los sistemas tecnológicos, hasta las revoluciones. Ese trabajo se realizó considerando a la tecnología, la ingeniería y la organización de los negocios desde la perspectiva de las ciencias económicas y sociales, identificando los rasgos

* Del original en inglés: (2010) “Technological revolutions and techno-economic paradigms”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 34, n° 1, pp. 185-202.

¹ Anteriormente desde Antonio Serra (1613) en la Italia del Renacimiento hasta Friedrich List (1841) en la Alemania anterior a la unificación, la importancia de la tecnología y las capacidades para el crecimiento económico se reconocían como obvias. Ver Reinert, 2007.

comunes en los procesos evolutivos, en las interrelaciones y rupturas que tienen lugar en las áreas técnicas más diversas. Estas regularidades contribuyen luego a la comprensión de las relaciones entre el cambio técnico y el organizativo, entre estos y el desempeño económico, así como a las relaciones mutuas entre la tecnología, la economía y el contexto institucional.

Este artículo se concentra en las revoluciones tecnológicas y los paradigmas tecnoeconómicos: su definición, los mecanismos causales que les dan origen, su impacto en la economía y las instituciones, así como su relevancia para el análisis económico. Sin embargo, dado que estos fenómenos de nivel macro están fuertemente enraizados en los fundamentos micro del cambio técnico, la sección siguiente presenta los aportes teóricos básicos realizados en los niveles micro y meso.

La innovación como espacio dinámico para estudiar el cambio técnico

Schumpeter propuso una distinción entre la *innovación*, vista como la introducción comercial de un nuevo producto o una “nueva combinación”, y la *invención*, restringida al dominio de la ciencia y la tecnología (1911: 132-136).² Sin duda, el espacio de lo posible tecnológicamente es mucho mayor que el de lo rentable económicamente y el de lo aceptable socialmente. Con la meta del beneficio en mente, los emprendedores y gerentes convierten constantemente invenciones en innovaciones, es decir, posibilidades técnicas y descubrimientos en realidades económicas. Por otra parte, mediante inversiones y decisiones de financiamiento también pueden dirigir los esfuerzos de investigación en direcciones particulares.

Los procesos de decisión en ello involucrados no son aleatorios. Están moldeados por un contexto que incluye los precios relativos, las regulaciones, así como otros factores institucionales y, obviamente, la percepción sobre el potencial de mercado de las innovaciones en cuestión. También son dependientes del rumbo previo (*path dependent*) porque el potencial de mercado a menudo obedece a lo que ha sido aceptado antes y porque la incorporación del cambio técnico requiere conjugar una base de conocimientos explícitos y tácitos previos con diversas fuentes de experiencia práctica.

Por ello el espacio significativo en el cual hay que estudiar el cambio técnico es el de la *innovación*, en la convergencia de la tecnología, la economía y el contexto socioinstitucional. Ese espacio es esencialmente dinámico y,

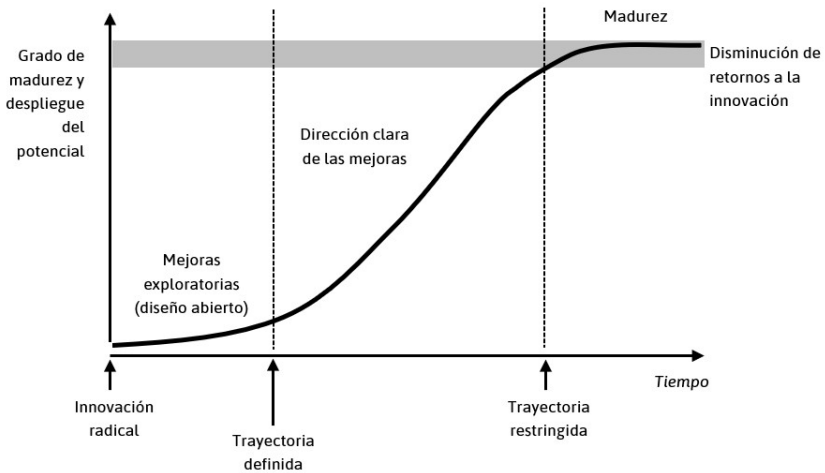
2 Ver la discusión en Nelson y Winter, 1982: 263-266.

en él, el concepto básico es el de *trayectoria* o *paradigma* (Dosi, 1982), el cual representa el ritmo y la dirección del cambio de una tecnología particular.

Las regularidades del cambio técnico: las trayectorias de innovación

Las innovaciones radicales suelen introducirse en una versión relativamente primitiva y, una vez aceptadas por el mercado, están sujetas a una serie de innovaciones incrementales que siguen el ritmo cambiante de una curva logística (ver figura 1). Estos cambios tienden a ser lentos al comienzo mientras se van estableciendo procesos de aprendizaje con lazos de retroalimentación entre productores, diseñadores, distribuidores y consumidores; luego, se hacen rápidos e intensivos una vez que un “diseño dominante” (Arthur, 1988) se ha establecido en el mercado; y después lentos de nuevo cuando se ha alcanzado la madurez por efecto de la ley de Wolf (1912), de disminución de retornos a la inversión.

Figura 1. Trayectoria de una tecnología individual



Fuente: basado en Wolf, 1912; Utterback y Abernathy, 1975; Nelson y Winter, 1977; Metcalfe, 1979; Dosi, 1982; Arthur, 1988; Malerba, 1992; entre otros.

Además del ritmo, una trayectoria supone también una dirección dentro de un espacio de posibilidad. Aquí Dosi (1982) puso énfasis cuando, con el paralelo kuhniano en mente (Kuhn, 1970), introdujo el término de paradigma técnico para representar el acuerdo tácito de los agentes involucrados

en torno a una dirección válida de búsqueda y a lo que podría considerarse una mejora o la versión superior de un producto, servicio o tecnología. Un paradigma es, entonces, una lógica colectiva compartida en que convergen el potencial tecnológico, los costos relativos, la aceptación del mercado, la coherencia funcional y otros factores. Por ejemplo, se espera que los microprocesadores (y los productos basados en ellos) sean cada vez más rápidos, pequeños, poderosos, versátiles, relativamente más baratos y así sucesivamente. En cambio, en los años cincuenta y sesenta, se esperaba que automóviles y aviones fuesen cada vez más grandes y, aunque también se esperaba que fuesen más veloces, la versatilidad no estaba entre las metas.

Las nociones de trayectoria o paradigma resaltan la importancia de las *innovaciones incrementales* en la ruta de crecimiento seguida por cada *innovación radical*. Aunque en verdad las grandes innovaciones tienen un rol muy relevante en la determinación de las nuevas inversiones y el crecimiento económico, la expansión depende de la innovación incremental (Enos, 1962). Las numerosas innovaciones menores en la mejora de productos y procesos que siguen a la introducción de cualquier producto nuevo tienen un importante impacto en los aumentos de la productividad y el crecimiento del mercado. Se ha mostrado que, poco después de su lanzamiento, tanto el número como la importancia de las innovaciones incrementales en los procesos tienden a superar los cambios en el producto (Utterback y Abernathy, 1975). En la medida en que el volumen de producción y la productividad se hacen cruciales para la expansión de mercado, las innovaciones en procesos impulsan la mayor parte de las inversiones para el aumento de escala.

Como se sugiere más adelante, lo que ocurre con las tecnologías particulares, en términos las regularidades en el dinamismo y dirección del cambio técnico, ocurre también en el nivel meso en relación con la evolución de todos los productos de una industria y con la de conjuntos completos de industrias interrelacionadas.

Naturalmente, las nociones y observaciones anteriores representan solamente los patrones generales que caracterizan las dinámicas estándar del cambio técnico, encontrándose múltiples desviaciones y excepciones en los casos específicos.

Los nuevos sistemas tecnológicos y sus interacciones

El surgimiento de innovaciones particulares no es un fenómeno aleatorio. Las tecnologías se interconectan y tienden a aparecer en la vecindad de otras innovaciones (Schumpeter, 1982: 167). Tampoco evolucionan de manera ais-

lada. La innovación suele ser un proceso colectivo que va involucrando cada vez a nuevos agentes de cambio: proveedores, distribuidores y muchos otros, hasta incluir a los consumidores. Las interacciones tecnoeconómicas y sociales entre productores y usuarios tejen redes dinámicas complejas a las que Schumpeter se refirió como conglomerados (*clusters*). Más aún, las grandes innovaciones tienden a inducir el surgimiento de otras, en la medida en que demandan innovaciones complementarias aguas arriba y aguas abajo, al igual que facilitan imitaciones, incluyendo las alternativas en competencia.

Cuando son suficientemente radicales, las innovaciones estimulan industrias completas. De ahí que el surgimiento de la televisión condujera al crecimiento de industrias de manufactura de equipos para la recepción y transmisión, así como múltiples industrias de proveedores especializados. Al mismo tiempo estimuló la transformación de las industrias de producción y publicidad, películas, música y otros sectores creativos, además de generar nuevas actividades de mantenimiento y distribución.

Este tipo de interrelaciones dinámicas es la esencia de la noción de *sistema tecnológico* (Freeman, 1974, 1992: 81 y 1994) cuando se intenta describir la conformación y desarrollo de los *clusters* schumpeterianos. En este nivel meso de análisis se observa que el proceso de difusión también sigue una curva logística (como en la figura 1). Más que simples mejoras, las innovaciones incrementales a lo largo de la trayectoria son nuevos productos, servicios o incluso nuevas industrias completas, construidos sobre el espacio de innovación inaugurado por la innovación radical inicial y ampliada por sus seguidoras.

Los nuevos sistemas tecnológicos no solo modifican el espacio de negocios, sino también el contexto institucional e incluso la cultura en la cual tienen lugar (tal como los plásticos desechables lo hicieron en el pasado e internet en la actualidad). Nuevas reglas y regulaciones suelen ser necesarias, así como entrenamiento especializado, normas y otros facilitadores institucionales (algunas veces en reemplazo de los establecidos). Estos a su vez tienden a tener un fuerte efecto de retroalimentación sobre las tecnologías, moldeándolas y guiando la dirección que toman dentro del rango de lo posible.

La madurez se alcanza cuando las posibilidades de innovación dentro del sistema comienzan a declinar y los mercados correspondientes a saturarse. El punto clave a entender aquí es que las tecnologías no se introducen de manera aislada, sino que entran en un contexto cambiante que ejerce una fuerte influencia sobre su potencial y está moldeado de antemano por innovaciones anteriores dentro del sistema.

Los productos nuevos que aparecen en la fase temprana de un nuevo sistema suelen tener una vida más larga en el mercado que los introducidos en la fase de madurez. Esto se debe principalmente a dos razones. La primera es el agotamiento del espacio de oportunidad de ese sistema en particular, de manera que las últimas innovaciones suelen tener poca relevancia. Por ejemplo, la larga serie de electrodomésticos de comienzos del siglo XX se inició con el refrigerador y la lavadora de ropa y se agotó con el abrelatas y el cuchillo eléctricos. La segunda razón es el intenso aprendizaje que tiene lugar dentro del sistema y las externalidades resultantes. Estas tienden a reducir el tiempo de llegada al mercado y a facilitar la aceptación del usuario, por lo que se reduce el ciclo de vida del producto y se acorta el tiempo de rendimiento de beneficios. Por ejemplo, tomó veinticuatro años, desde 1954, incorporar el aire acondicionado como mejora en el 90% de los automóviles producidos en Estados Unidos, mientras que los cauchos o neumáticos radiales, introducidos en 1970, tomaron menos de ocho años en alcanzar el mismo nivel de penetración en el mercado (Grübler, 1990: 155).

El complejo y cambiante mundo de interacciones y cooperación entre los diversos agentes que contribuyen con la innovación a medida que un sistema tecnológico evoluciona –investigadores, ingenieros, proveedores, productores, usuarios e instituciones– ha sido conceptualizado como un *sistema nacional de innovación* (Freeman, 1987 y 1995; Lundvall, 1988). El término evoca el *sistema nacional de economía política* de Friedrich List (List, 1904). Esta idea ha llevado a otros investigadores al estudio de *sistemas regionales* o *sectoriales de innovación* (Howells, 1999; Arocena y Sutz, 2000; Malerba, 2002). El carácter interrelacionado de las tecnologías y de las bases de conocimiento y experiencia que subyacen a su desarrollo, junto con las redes de infraestructura y servicios que las complementan y los múltiples procesos de aprendizaje que las acompañan, proporcionan externalidades para todos los participantes y ventajas competitivas para la economía en la cual se insertan.

Las revoluciones tecnológicas y los paradigmas tecnoeconómicos

De la misma manera como las innovaciones individuales se conectan entre sí formando sistemas tecnológicos, estos sistemas a su vez se interconectan en revoluciones tecnológicas. De ahí que, en una primera aproximación, una *revolución tecnológica* (RT) puede definirse como un conjunto interrelacionado de saltos tecnológicos radicales que confor-

man una gran constelación de tecnologías interdependientes; un “clúster” de “clústeres” o un sistema de sistemas.

La actual revolución de las tecnologías de información, por ejemplo, estableció un sistema tecnológico inicial alrededor de los microprocesadores (y otros semiconductores integrados), sus proveedores especializados y sus usos iniciales en calculadoras y juegos, así como en la miniaturización y digitalización de los controles y otros instrumentos de uso civil y militar. Este sistema fue seguido por una serie de innovaciones radicales sucesivas, como las minicomputadoras y las computadoras personales, los programas de software, los equipos de telecomunicaciones e internet, cada una de las cuales abrió un nuevo sistema con su respectiva trayectoria, en estrecha interrelación e interdependencia con las demás. A medida que iban apareciendo, estos sistemas se fueron interconectando y continuaron expandiéndose juntos, estableciendo entre ellos fuertes lazos de retroalimentación tanto en las tecnologías como en los mercados.

Una revolución tecnológica puede definirse como un conjunto interrelacionado de saltos tecnológicos radicales que conforman una gran constelación de tecnologías interdependientes; un “clúster” de “clústeres” o un sistema de sistemas.

Es posible identificar cinco de estos sistemas de sistemas desde la Revolución industrial inicial en Inglaterra. Cada uno puede verse como inaugurado por un importante salto tecnológico que actúa como *big-bang* que abre un nuevo universo de oportunidades a las innovaciones rentables. Ese fue el caso del microprocesador de Intel, una computadora en un chip, iniciador de la revolución informática. El cuadro 1 muestra las cinco revoluciones, el *big-bang* de cada una y el país núcleo donde la revolución originalmente cobró forma y a partir del cual se difundió por todo el mundo (algunas veces incluso concentrándose en una región particular, como el caso de Manchester –en buena medida la cuna y el símbolo de la Era del Vapor–, de la misma manera que Silicon Valley lo ha sido para la revolución de la microelectrónica).

Lo que distingue una revolución tecnológica de un conjunto aleatorio de sistemas tecnológicos, justificando su conceptualización como una *revolución*, son dos rasgos básicos:

- La fuerte interconexión e interdependencia de los sistemas participantes en cuanto a sus tecnologías y mercados.

- Su capacidad para transformar profundamente el resto de la economía (y eventualmente la sociedad).

El primero es el más visible y define lo que comúnmente se entiende como “la revolución”, pero el segundo es lo que justifica realmente el término. La capacidad de una revolución tecnológica para transformar otras industrias y actividades es resultado de la influencia de su *paradigma tecnoeconómico*,³ un modelo de prácticas óptimas para la forma más efectiva de usar las nuevas tecnologías tanto en las industrias nuevas como en las otras. Mientras que los nuevos sectores se expanden para convertirse en los motores del crecimiento por largo tiempo, el paradigma tecnoeconómico que resulta de su uso sirve de guía para una gran reorganización y una elevación generalizada de la productividad en todas las industrias preexistentes.

Cuadro 1. Cinco revoluciones tecnológicas sucesivas: de 1770 a los años 2000

Revolución tecnológica	Nombre popular de la época	País o países núcleo	<i>Big-bang</i> que inicia la revolución	Año
Primera	Revolución Industrial	Inglaterra	Hilandería de algodón de Arkwright en Cromford.	1771
Segunda	Era del Vapor y los Ferrocarriles	Inglaterra (difundiéndose hacia Europa y Estados Unidos)	Prueba del motor a vapor Rocket para el ferrocarril Liverpool-Manchester.	1829
Tercera	Era del Acero, la Electricidad y la Ingeniería Pesada	Estados Unidos y Alemania sobrepasando a Inglaterra	Inauguración de la acería Bessemer de Carnegie en Pittsburgh, Pennsylvania.	1875
Cuarta	Era del Petróleo, el Automóvil y la Producción en Masa	Estados Unidos (rivalizando con Alemania por el liderazgo mundial) Difusión hacia Europa	Salida del primer modelo-T de la planta Ford en Detroit, Michigan.	1908
Quinta	Era de la Informática y las Telecomunicaciones	Estados Unidos (difundiéndose hacia Europa y Asia)	Anuncio del microprocesador Intel en Santa Clara, California.	1971

³ El término *paradigma tecnoeconómico* fue introducido por Pérez (1985) –en reemplazo del de *estilo tecnológico* usado anteriormente (1983)– para conectar con el concepto de paradigma técnico de Dosi (1982).

Por ello, una revolución tecnológica puede ser vista como una gran transformación del potencial de creación de riqueza de la economía, que abre un vasto espacio de oportunidad proporcionando un nuevo conjunto de tecnologías genéricas interrelacionadas, infraestructuras y principios organizativos, con los cuales se pueden aumentar significativamente la eficiencia y la efectividad de todas las industrias y actividades.

El proceso de difusión de las revoluciones tecnológicas sucesivas y sus paradigmas tecnoeconómicos –junto con su asimilación por parte de la economía y la sociedad, con los aumentos en la productividad y la expansión resultante– constituyen lo que puede denominarse una *gran oleada de desarrollo* (Pérez, 2002: 20-21).

Es de notar que el concepto de grandes oleadas marca una ruptura con las nociones de *ondas largas* tanto de Kondratiev como de Schumpeter (Kondratiev, 1935; Schumpeter, 1982).⁴ Para ellos, el centro de atención eran las grandes fluctuaciones en el crecimiento económico. Aunque Schumpeter claramente atribuye las ondas a las revoluciones tecnológicas y Kondratiev no se compromete con ningún factor causal particular, ambos intentan explicar las variaciones de largo plazo en el producto bruto interno (PBI) y otros agregados económicos. Lo que la autora propone (2002: 60-67; edición 2004 en castellano: 94-102) es más bien concentrar la atención en la explicación del proceso de difusión de cada revolución tecnológica y sus efectos transformadores en todos los aspectos de la economía y la sociedad, incluyendo entre ellos su impacto sobre los ritmos de crecimiento económico. Esta reorientación ha dado como resultado diferencias en cuanto a las fechas de las oleadas (en relación con las de las ondas largas tradicionales) y la identificación de un conjunto diferente de regularidades en los patrones de difusión, los cuales son el objeto de la discusión que sigue.

La estructura de las revoluciones tecnológicas

La interconexión de las tecnologías de una revolución se produce en distintos niveles.

⁴ Para una selección de los principales autores sobre las ondas largas (tanto desde la economía evolucionista como desde otras escuelas de pensamiento), ver Freeman, 1996; y para una colección de tratamientos estadísticos de lo mismo ver Louçã y Reijnders, 1999.

- Se relacionan con las mismas áreas de conocimiento en ciencia y tecnología y usan principios de ingeniería similares.
- Requieren habilidades semejantes para su diseño y operación, las cuales suelen ser nuevas.
- Estimulan el desarrollo aguas arriba de una red común de proveedores de insumos y servicios así como canales de distribución interdependientes.
- Su dinamismo depende del impulso mutuo mediante vínculos muy fuertes, siendo con frecuencia las unas el mercado principal de las otras (mientras más crecimiento e innovación haya en los computadores, mayor crecimiento e innovación habrá en los semiconductores y viceversa).
- Su difusión genera patrones coherentes de consumo y uso, de tal forma que el aprendizaje dentro de un sistema facilita el aprendizaje en el siguiente, y la instalación de condiciones para el uso de un conjunto de productos se convierte en una externalidad para el siguiente (una vez que la electricidad llegó a los hogares para la iluminación y la refrigeración se facilitó la adopción de los radios y las aspiradoras).

Una revolución tecnológica básicamente introduce nuevos sectores completos en la tabla insumo-producto, y estos gradualmente se convierten en los más dinámicos (y terminan por modificar el resto).

En términos de estructura, cada revolución da lugar al surgimiento de industrias nuevas e importantes asociadas a un número significativo de nuevas tecnologías de producción y nuevos productos interrelacionados. Entre ellos suele encontrarse un insumo clave barato y común a todas (a veces una fuente de energía, otras un material crucial) y una o más infraestructuras nuevas. Estas infraestructuras cambian la frontera y las condiciones de las redes de transporte –para productos, personas, energía e información– extendiendo su alcance y aumentando su velocidad y confiabilidad, al mismo tiempo que reducen drásticamente su costo.

Cuadro 2. Cinco revoluciones tecnológicas: sus principales industrias e infraestructuras

Revolución tecnológica <i>País núcleo</i>	Nuevas tecnologías e industrias nuevas o redefinidas	Infraestructuras nuevas o redefinidas
Primera: Desde 1771 <i>Revolución Industrial</i> Inglaterra	Mecanización de la industria del algodón Hierro forjado Maquinaria	Canales y vías fluviales. Carreteras con peaje. Energía hidráulica (con molinos de agua muy mejorados).
Segunda: Desde 1829 <i>Era del Vapor y los Ferrocarriles</i> Inglaterra (difundiéndose hacia Europa y Estados Unidos)	Máquinas de vapor y maquinaria (de hierro, movida con carbón) Hierro y minería del carbón (ahora con un rol central en el crecimiento) Construcción de ferrocarriles Producción de locomotoras y vagones Energía de vapor para numerosas industrias (incluyendo la textil).	Ferrocarriles (uso del motor a vapor). Servicio postal de plena cobertura. Telégrafo (sobre todo nacional, a lo largo de las líneas de ferrocarril). Grandes puertos, grandes depósitos y grandes barcos para la navegación mundial. Gas urbano.
Tercera: Desde 1875 <i>Era del Acero, la Electricidad y la Ingeniería Pesada</i> Estados Unidos y Alemania sobrepasando a Inglaterra	Acero barato (especialmente Bessemer) Pleno desarrollo del motor a vapor para barcos de acero Ingeniería pesada química y civil Industria de equipos eléctricos Cobre y cables Alimentos enlatados y embotellados Papel y empaques	Navegación mundial en veloces barcos de acero (uso del Canal de Suez). Redes transnacionales de ferrocarril (uso de acero barato para la fabricación de rieles y pernos de tamaño estándar). Grandes puentes y túneles. Telégrafo mundial. Teléfono (sobre todo nacional). Redes eléctricas (para iluminación y uso industrial).
Cuarta: Desde 1908 <i>Era del Petróleo, el Automóvil y la Producción en Masa</i> Estados Unidos (rivalizando con Alemania por el liderazgo mundial; difusión hacia Europa)	Producción en masa de automóviles Petróleo barato y sus derivados Petroquímica (sintéticos) Motor de combustión interna para automóviles, transporte de carga, tractores, aviones, tanques de guerra y generación eléctrica	Redes de caminos, autopistas, puertos y aeropuertos. Redes de oleoductos. Electricidad de plena cobertura (industrial y doméstica). Telecomunicación analógica mundial (para teléfono, télex y cablegramas) alámbrica e inalámbrica.
Quinta: <i>Era de la Informática y las Telecomunicaciones</i> Estados Unidos (difundiéndose hacia Europa y Asia)	La revolución de la información: Microelectrónica barata Computadoras, software Telecomunicaciones Instrumentos de control Desarrollo por computadora de biotecnología y nuevos materiales	Comunicación digital mundial (cable, fibra óptica, radio y satélite). Internet, correo y otros servicios electrónicos. Redes eléctricas de fuentes múltiples y de uso flexible. Transporte físico de alta velocidad (por tierra, mar y aire).

Fuente: Pérez (2002).

El cuadro 2 indica las principales industrias e infraestructuras de cada una de las cinco revoluciones tecnológicas producidas desde la Revolución industrial a finales del siglo XVIII.

Desde el punto de vista del rol que juegan impulsando el cambio, las industrias núcleo de cada revolución se pueden agrupar en tres categorías principales (Pérez, 1983):

- Las *ramas motrices*, productoras de los insumos clave de uso casi universal: los semiconductores ahora, el petróleo barato y los plásticos en la oleada anterior, el acero barato en la tercera, el carbón en la segunda y la energía hidráulica (para molinos de agua y transporte por canales) en la primera.⁵
- Las *ramas vectoras* son las usuarias más visibles y activas del insumo clave, y representan los productos paradigmáticos de la revolución. Estas son las ramas que difunden “la noticia” sobre las nuevas oportunidades: los computadores, los programas (software) y los teléfonos móviles hoy; los automóviles y artefactos eléctricos en la cuarta, los vapores de acero en la tercera, los ferrocarriles de hierro con motores a vapor en la segunda y la maquinaria textil en la primera.
- Las *infraestructuras*, que tecnológicamente forman parte de la revolución, dejan sentir su impacto definiendo y expandiendo las fronteras del mercado para todas las industrias: la Internet hoy, las carreteras y la electricidad en la cuarta, la red mundial de transporte en la tercera (ferrocarriles transcontinentales, rutas y puertos para los vapores), los ferrocarriles nacionales en la segunda, y los canales en la primera.

A estas ramas se puede añadir una cuarta categoría de *ramas inducidas*, a fin de incorporar un conjunto de industrias no necesariamente revolucionarias en términos tecnológicos, que podrían ser consideradas indispensables para facilitar la máxima difusión de las industrias núcleo. Estas pueden haber existido desde antes pero ahora se modernizan y asumen un rol distinto. Este es el caso de la industria de la construcción que hizo posible la suburbanización de la clase media durante la oleada de la producción en masa. La multiplicación de las viviendas en las

⁵ Para la discusión acerca del rol de los molinos de agua en la revolución industrial, ver Tylecote, 1992.

afuera de las ciudades expandió constantemente el mercado de automóviles y de artefactos eléctricos, al mismo tiempo que creó un sistema tecnológico completo de materiales de construcción estandarizados y muchos otros proveedores de bienes y servicios para la construcción y la vida suburbana. En el mundo actual de comercio globalizado y compras por internet, los servicios de *courier* están jugando un rol similar –y todos los demás sistemas de transporte de bienes– experimentando un crecimiento explosivo y profundas transformaciones para facilitar la compleja logística global y local.

El surgimiento de un paradigma tecnoeconómico

Cualquiera sea la importancia y dinamismo de un conjunto de tecnologías nuevas, solo merece el nombre de *revolución* cuando tiene el poder de traer consigo una transformación en toda la economía. El *paradigma tecnoeconómico* (PTE) que se va articulando mediante el uso de las nuevas tecnologías a medida que estas se van difundiendo, es lo que multiplica su impacto en toda la economía y, eventualmente, modifica también la manera como se organizan las estructuras socioinstitucionales.

Un metaparadigma⁶ es, entonces, el conjunto de las prácticas más exitosas y rentables en términos de preferencia de insumos, métodos y tecnologías, así como de estructuras organizativas, modelos y estrategias de negocios. Estas prácticas mutuamente compatibles, que se convierten en principios implícitos y criterios para tomar decisiones, se desarrollan en el proceso de utilización de las nuevas tecnologías, en la superación de los obstáculos y selección de los procedimientos, rutinas y estructuras más adecuadas. Las rutinas heurísticas y los enfoques emergentes son gradualmente incorporados por los ingenieros y gerentes, inversionistas y banqueros, vendedores y publicistas, emprendedores y consumidores. Con el tiempo se establece una lógica común, se acepta un nuevo “sentido común” para decidir sobre las inversiones así como también en las preferencias del consumidor. Las viejas ideas se “des-aprenden” y las nuevas se vuelven “normales”.

Las estructuras piramidales extraordinariamente eficientes, con roles y tareas claramente definidos, que facilitaron el crecimiento y la

⁶ Para evitar repeticiones desagradables, *metaparadigma* será usado como sinónimo de *paradigma tecnoeconómico* o PTE.

innovación en el paradigma de la producción en masa durante los años cincuenta ahora parecen dinosaurios burocráticos, comparados con las redes globales dinámicas interconectadas digitalmente, y el personal multitarea de altos niveles de autonomía, propios del paradigma de la producción flexible de la Revolución informática actual. La maravilla del teléfono con cable para hablar a distancia se convierte en una pieza de museo ahora que los consumidores pueden normalmente contar con dispositivos inalámbricos multipropósito para todas las necesidades de comunicación, información y entretenimiento.

La construcción de un paradigma tecnoeconómico tiene lugar simultáneamente en tres áreas principales de la práctica y la percepción:

- *En la dinámica de la estructura de costos relativos* de los insumos para la producción, en ella aparecen nuevos elementos de costo bajo y decreciente, que se convierten en la opción más atractiva para la innovación y la inversión rentables.
- *En los espacios de innovación percibidos*, en ellos las oportunidades para el emprendimiento están delimitadas con mayor nitidez para el desarrollo ulterior de las nuevas tecnologías o para su uso ventajoso en los sectores existentes.
- *En los criterios y principios organizativos*, en ellos la práctica continúa mostrando el mejor desempeño de ciertos métodos y estructuras particulares cuando se intenta aprovechar el poder de las nuevas tecnologías para alcanzar el máximo de eficiencia y beneficios.

En estas tres áreas, la manifestación del paradigma depende del ritmo de difusión de los productos, tecnologías e infraestructuras revolucionarios mediante lazos de retroalimentación que se autorrefuerzan. Al comienzo el impacto es localizado y de poca relevancia, con el tiempo se amplía generalizándose en todas las direcciones. Los cambios se producen en la tecnología y el territorio, en los comportamientos y las ideas. El paradigma y sus nuevos criterios de sentido común se integran, actuando como inductores y filtros en el proceso de realizar innovaciones técnicas, organizativas y estratégicas, así como en las decisiones de negocios y de consumo. El proceso se autorrefuerza a medida que la ulterior propagación y adopción de las nuevas tecnologías confirma, en la práctica, el acierto de los principios compartidos.

Cambios en la estructura de costos

La nueva dinámica introducida en la estructura de costos relativos es un importante motor para el surgimiento de un nuevo paradigma tecnoeconómico. De hecho, un elemento crucial para la articulación de una constelación revolucionaria es la aparición de un insumo clave que i) es barato y se abarata cada vez más, ii) es inagotable en el futuro previsible, iii) tiene aplicaciones generalizadas y iv) es capaz de aumentar el poder de creación de riqueza tanto del capital como del trabajo y disminuir su costo.

Esto ocurrió con la energía hidráulica barata para molinos y canales en la primera revolución; con el carbón barato para ferrocarriles y máquinas de vapor de la segunda; con el acero barato para vapores, ferrocarriles, puentes y estructuras gigantescas, así como grandes equipamientos químicos y eléctricos de la tercera; con el petróleo barato para motores de combustión interna en automóviles, camiones, aviones y barcos al igual que la producción de electricidad para hogares equipados con electrodomésticos y, finalmente, de la quinta revolución actual, con los microprocesadores baratos para computadores y equipos de telecomunicaciones.

La ventaja creciente en costos de la nueva infraestructura modifica también radicalmente el perfil general de precios. Esto ocurre de dos maneras: directamente a través de la reducción de los precios de transporte (a medida que el volumen de operaciones provoca la reducción del costo por unidad); e indirectamente, gracias a que la ampliación del mercado usuario permite mayores economías de escala en producción y distribución. De manera que la dirección preferida por la innovación está ya sugerida por el perfil de costos relativos de los insumos y el transporte, lo cual forma parte del metaparadigma.

La famosa cerámica Wedgwood no habría ido muy lejos de haber sido transportada a lomo de mula por carreteras de superficie irregular; pero pudo llegar a todo el mundo transportada por vía acuática de río a canal, de canal a río y, eventualmente, por mar abierto.

Percepción de espacios de oportunidad

La otra forma como el metaparadigma señala la mejor dirección para la inversión y la innovación es contribuyendo a la percepción de los espacios de oportunidad de mayor rentabilidad. Estos se definen cada vez con mayor claridad a medida que las tecnologías se propagan y multiplican,

y son de dos tipos principales: espacios de oportunidad en la producción misma de nuevas tecnologías o en su utilización productiva.

En el núcleo de la revolución se encuentran los principios básicos de ciencia e ingeniería que abren un nuevo universo de posibilidades. El dinamismo de la innovación en estos espacios de oportunidad está motorizado desde adentro y las industrias que operan en ellos se refuerzan mutuamente. Sin embargo, su evolución constante crea nuevos espacios para la innovación en el resto de la economía gracias a las tecnologías genéricas de amplia aplicabilidad que cada revolución proporciona. Las nuevas infraestructuras son las tecnologías genéricas más obvias y de más amplia utilización; las otras son los nuevos tipos de materiales y equipos que se introducen en el contexto operacional de todas las demás industrias.

En términos de infraestructura, el rol actual de internet en la gran redefinición de las estructuras y los comportamientos, tanto en el mundo financiero como en el comercio, no necesita ser recordada. En la cuarta oleada las redes de carreteras y electricidad hasta los hogares hicieron posible la gran expansión de la suburbanización.

Equipos como el motor a vapor, en la segunda oleada, liberaron a la industria de la necesidad de ubicarse cerca de una fuente de energía hidráulica. A su vez, el motor eléctrico individual, en la tercera, permitió a la industria liberarse de la maraña de correas y de la operación simultánea de todas las máquinas; también hizo posible la proliferación de empresas pequeñas basadas en energía eléctrica.

En cuanto a los materiales, la trayectoria molecular de la innovación –similar a los juguetes Lego– en el sistema tecnológico petroquímico abrió una gama cada vez mayor de oportunidades de aplicación en todo el ámbito de la economía, desde los plásticos sucesivos para empaquetado o estructuras, pasando por fibras textiles y fertilizantes, hasta los detergentes y la industria farmacéutica de la cuarta oleada.

Nuevos modelos organizativos

Por último, los PTE reúnen los criterios de óptima práctica organizativa. A medida que las nuevas tecnologías transforman los patrones de trabajo y consumo, también transforman la manera como se organizan las fábricas y los negocios. Los nuevos principios organizativos se van construyendo a medida que se utilizan las nuevas tecnologías y se enfrentan

las nuevas condiciones del mercado. Dichos principios van mostrando su superioridad en relación con los anteriores y van articulando el nuevo sentido común para la eficiencia y la efectividad.

En la segunda oleada, por ejemplo, el servicio de correo de bajo costo fijo (*penny post*), el telégrafo y los ferrocarriles a escala nacional cambiaron la estructura de la banca, permitiéndole pasar de entes aislados a redes nacionales con sucursales locales. Hasta los ferrocarriles se convirtieron en enormes estructuras de negocios que requerían lo que para entonces eran las innovaciones organizativas y la logística más avanzada para la gestión de sistemas complejos.

En la cuarta oleada, siguiendo el ejemplo de Ford, la línea de ensamblaje de principios tayloristas fue aceptada ampliamente y ello transformó profundamente la organización de los productos manufacturados. La separación clara entre trabajadores de cuello blanco y trabajadores de cuello azul –entre quienes pensaban y quienes ejecutaban–, tuvo consecuencias que trascendieron los límites de la fábrica, al igual que la creciente productividad alcanzada con esa forma organizativa. La reducción de la fuerza de trabajo realizada por Ford, al mismo tiempo que más que duplicaba el salario medio, junto con su consigna de que los autos debían ser económicos para que sus obreros pudiesen adquirirlos fueron un abreboza del potencial para la transformación social por venir.

En cada caso, el cambio de paradigma en la lógica organizativa y de negocios se difunde modificando tanto los modelos como las estrategias de negocios, de manera que las más compatibles con la lógica general del nuevo paradigma demuestran ser más exitosas, llaman la atención, y son cada vez más imitadas. De ahí que el PTE se enriquezca cada vez más y el proceso se autorrefuerce.

Por supuesto, también hay procesos propagados intencionalmente. En las primeras oleadas en Inglaterra hubo redes de ingenieros que compartieron los nuevos conocimientos y experiencias (mientras competían por contratos). En la cuarta oleada, la transmisión del modelo completo con todos sus principios y prácticas se convirtió en la actividad profesional de cientos de consultores de gerencia científica (o taylorismo). En la oleada actual la consultoría gerencial ha florecido como un sector económico plenamente desarrollado, cambiando profundamente los contenidos de los cursos avanzados de gerencia (*MBA*) diseñados bajo el paradigma anterior.

Cuadro 3. Las cinco grandes oleadas de desarrollo y sus paradigmas tecnoeconómicos

<i>Revolución tecnológica</i>	<i>Paradigma tecnoeconómico Principios de “sentido común” para la innovación</i>
Primera: <i>Revolución Industrial</i>	Producción en fábricas Mecanización Productividad/Medición y ahorro de tiempo Fluidez de movimientos (como meta ideal para máquinas movidas por energía hidráulica y para el transporte por canales y otras vías acuáticas) Redes locales
Segunda: <i>Era del Vapor y los Ferrocarriles</i>	Economías de aglomeración; ciudades industriales; mercados nacionales Centros de poder con redes nacionales La gran escala como progreso Partes estandarizadas; máquinas para fabricar máquinas Energía donde se necesite (vapor) Movimiento interdependiente (de máquinas y medios de transporte)
Tercera: <i>Era del Acero, la Electricidad y la Ingeniería Pesada</i>	Estructuras gigantescas (acero) Economías de escala en planta; integración vertical Distribución de energía para la industria (electricidad) La ciencia como fuerza productiva Redes e imperios mundiales (incluyendo cárteles) Estandarización universal Contabilidad de costos para control y eficiencia Grandes escalas para dominar el mercado mundial; lo “pequeño” es exitoso si es local
Cuarta: <i>Era del Petróleo, el Automóvil y la Producción en Masa</i>	Producción en masa; mercados masivos Economías de escala (volumen de producción y mercado); integración horizontal Estandarización de productos Uso intensivo de la energía (con base en el petróleo) Materiales sintéticos Especialización funcional/Pirámides jerárquicas Centralización; centros metropolitanos; suburbanización Poderes nacionales, acuerdos y confrontaciones mundiales
Quinta: <i>Era de la Informática y las Telecomunicaciones</i>	Uso intensivo de la información (con base en la microelectrónica TIC) Integración descentraliza; estructuras en red El conocimiento como capital; valor añadido intangible Heterogeneidad, diversidad, adaptabilidad Segmentación de mercados; proliferación de nichos Economías de cobertura y de especialización combinadas con escala Globalización; interacción entre lo global y lo local Cooperación hacia adentro y hacia afuera; clústeres Contacto y acción instantáneos; comunicación global instantánea

Fuente: Basado en Pérez (2002: 14).

El cuadro 3 ofrece algunos de los principios de innovación más destacados que han caracterizado cada uno de los paradigmas tecnoeconómicos sucesivos.

Un paradigma tecnoeconómico es, entonces, el resultado de un complejo proceso de aprendizaje colectivo articulado en un modelo mental dinámico de prácticas óptimas económicas, tecnológicas y organizativas para el período durante el cual una revolución tecnológica específica es adoptada y asimilada por el sistema económico y social. Cada PTE combina un conjunto compartido de percepciones, prácticas y direcciones de cambio. Su adopción permite alcanzar el máximo de eficiencia y rentabilidad, y su difusión facilita la comprensión mutua entre los diferentes agentes que participan en la economía, desde los productores hasta los consumidores.

Un paradigma tecnoeconómico es, entonces, el resultado de un complejo proceso de aprendizaje colectivo articulado en un modelo mental dinámico de prácticas óptimas económicas, tecnológicas y organizativas para el período durante el cual una revolución tecnológica específica es adoptada y asimilada por el sistema económico y social.

Difusión, resistencia y asimilación de paradigmas tecnoeconómicos sucesivos

Es de notar que algunos de los principios indicados en el cuadro 3 se prolongan más allá de la economía hasta tocar las esferas sociales e institucionales. La suburbanización en la cuarta oleada y la globalización en la quinta son ejemplos de ello.

En realidad, los principios organizativos de sentido común para alcanzar la máxima eficiencia y efectividad incorporados en el paradigma tecnoeconómico se difunden gradualmente hacia el mundo de los negocios, el gobierno y otras instituciones sin fines de lucro. Los manuales de operación y estructuras jerárquicas de los ministerios durante los años sesenta eran, en lo fundamental, similares a los de las grandes corporaciones de producción en masa. Sin embargo, actualmente esos dos tipos de instituciones son muy diferentes. Los cambios que han venido ocurriendo en la estructura de las empresas y organizaciones desde la irrupción de la revolución informática en los años setenta las ha cambiado radicalmente hasta convertirlas en las actuales corporaciones (cada

vez más globalizadas) flexibles y organizadas en red. Pero el proceso de incorporación de esos modelos más efectivos en las instituciones públicas ha sido lento y dista de estar plenamente establecido. Esto no debe sorprender. La inercia organizativa es un fenómeno humano y social de resistencia al cambio bien conocido. En la economía de mercado, sin embargo, el mecanismo de superación de la inercia es la competencia, la cual, al mostrar la dirección del éxito sirve como guía para la incorporación de las prácticas óptimas y como amenaza a la supervivencia de los rezagados. Ese tipo de presión y direccionalidad no está presente en la mayoría de las instituciones públicas. Históricamente, entonces, estas han estado considerablemente rezagadas (típicamente por veinte a treinta años) y solo han imitado los principios paradigmáticos desarrollados en las empresas cuando se han visto forzadas a responder a las presiones políticas que exigen efectividad.

Incluso bajo presión de la competencia, los cambios profundos y amplios que cada revolución tecnológica y su paradigma hacen posibles son asimilados con dificultad en la economía. La fuerte resistencia resultante requiere mecanismos aún más fuertes para inducir el cambio. Es la generación más joven, la que nunca aprendió las prácticas del paradigma anterior, la que adopta y aplica los nuevos principios más naturalmente.

Eventualmente el nuevo PTE se convierte en el “sentido común” compartido, establecido e incuestionable tanto en la economía como en el marco socioinstitucional, creando un sesgo claro a favor de las trayectorias de las tecnologías de la revolución y su utilización a través de toda la economía. Esta adaptación genera externalidades que operan como un mecanismo de inclusión-exclusión para estimular las innovaciones compatibles y desestimular las incompatibles. Esto es una parte importante de la explicación de por qué el cambio ocurre por revoluciones. Por lo tanto, los paradigmas tecnoeconómicos actúan moldeando el contexto a favor de una revolución y –mediante la sobreadaptación– como impedimento y obstáculo para la siguiente.

Por ello, cada *gran oleada de desarrollo* supone un proceso turbulento de difusión y asimilación. Las grandes industrias establecidas son reemplazadas en su rol de motores del crecimiento por las nuevas industrias emergentes; las tecnologías establecidas se vuelven obsoletas y se transforman gracias a las nuevas; muchas de las habilidades para el trabajo y la gerencia exitosa del pasado se vuelven anticuadas e ineficientes, requiriendo procesos de desaprendizaje, aprendizaje y reaprendizaje. Estos cambios en la economía perturban en extremo el *statu quo* social y

en cada caso han acompañado el crecimiento explosivo de nueva riqueza con una fuerte tendencia a la polarización del ingreso. Estos y otros desequilibrios y tensiones que resultan de la disrupción tecnológica –incluyendo una gran burbuja financiera y su colapso (Pérez, 2009)– terminan por crear condiciones que exigen una transformación igualmente profunda de todo el marco institucional. Solo cuando esto se ha logrado y el contexto habilitador se ha establecido puede desplegarse todo el potencial de creación de riqueza de cada revolución.⁷

A modo de síntesis: regularidades, continuidades y discontinuidades del cambio técnico

Dentro de las áreas de investigación neoschumpeteriana, la innovación abarca un importante espacio que cubre su dinámica, sus tendencias sistémicas (*clustering*) y sus interrelaciones. Los estudios de la innovación han mostrado que la introducción del cambio técnico no es azarosa sino que depende del rumbo previo (*path dependent*) e interactúa con innovaciones agrupadas en sistemas, las cuales, a su vez, se interconectan en revoluciones.

Aunque la innovación es constante en la economía de mercado, no siempre es continua. Presenta cambios de ritmo, que tienden a seguir una curva logística, influenciados por el ciclo del sistema tecnológico en el que están inmersos. Hay discontinuidades con frecuencia estimuladas por la restricción de posibilidades a lo largo de una trayectoria particular, cuando la productividad y los mercados se aproximan al agotamiento. Para capturar estas combinaciones de regularidades y discontinuidades, los neoschumpeterianos han introducido los conceptos de *trayectorias tecnológicas*, *sistemas tecnológicos*, *revoluciones tecnológicas*, *paradigmas tecnoeconómicos* y *grandes oleadas de desarrollo*.

Las *trayectorias tecnológicas* de los productos particulares se agrupan en *sistemas tecnológicos* y estos a su vez se agrupan en *revoluciones*; las trayectorias dentro de un sistema se imbrican generando externalidades y mercados mutuos, influenciando así la dirección de la innovación ulterior. Las *revoluciones tecnológicas* son grupos de sistemas interrelacionados que solo merecen llamarse “revoluciones” porque su impacto desborda

⁷ En Pérez (2002) hay una discusión amplia del proceso de difusión y asimilación de las revoluciones tecnológicas y los PTE así como del rol crucial de los dos agentes complementarios de la innovación y el crecimiento: el capital financiero y el capital productivo.

los límites de las nuevas industrias que introducen. La transformación termina alcanzando toda la economía, elevando el nivel general de productividad potencial, modernizando las industrias maduras y abriendo nuevas trayectorias de innovación, no solo en las nuevas tecnologías, sino también en el rejuvenecimiento de todas las demás industrias y actividades. El proceso de difusión de estos cambios masivos y sus efectos económicos y sociales constituyen una *gran oleada de desarrollo*.

El vehículo de ese cambio de vasto alcance en la dirección de la innovación es el *paradigma tecnoeconómico*, el cual es un modelo de práctica óptima que emerge gradualmente de la experiencia con la aplicación de las nuevas tecnologías, indicando la mejor, más efectiva y rentable manera de hacer uso del nuevo potencial de innovación. Cada PTE articula un conjunto básico de principios que sirven como envoltorio al conjunto de trayectorias tecnológicas particulares, indicando la dirección preferente compartida. El PTE se propaga junto con las nuevas tecnologías produciendo la oleada de desarrollo. Su influencia se expande desde la esfera de los negocios hasta las instituciones y la sociedad de manera que, a medida que su adopción avanza, se convierte en el sentido común compartido para tomar decisiones gerenciales, de ingeniería, finanzas, comercio y consumo. Esta nueva lógica y su capacidad para aumentar la efectividad y eficiencia eventualmente moldean también las instituciones y la organización social, las expectativas y los comportamientos.

La adaptación mutua de la tecnología y la sociedad mediante el aprendizaje social del paradigma y la adaptación del marco institucional permiten cosechar el máximo beneficio del potencial de creación de riqueza contenido en cada oleada. Pero, cuando este potencial se ha agotado y una nueva revolución comienza a aparecer, los hábitos e instituciones establecidos actúan como una poderosa fuerza inercial cuya superación será necesaria para posibilitar la próxima oleada.

Esta visión de la influencia del cambio técnico sobre el crecimiento económico de largo plazo es una de las contribuciones clave de la economía evolucionista a la comprensión de la macroeconomía considerada en su dinámica y en tanto moldeada históricamente. Ello hace imposible ignorar la revolución tecnológica específica que se está difundiendo e identificar la etapa de difusión en que se encuentra.

En el nivel de abstracción en el cual se estudian los procesos de crecimiento no habría por qué ignorar la naturaleza del conjunto particular de tecnologías en proceso de propagación. La suburbanización no hubiera sido posible sin la producción en masa y sin el cambio al automóvil

como medio de transporte; la globalización no hubiera podido ocurrir sin la fibra óptica transoceánica, los satélites e internet.

Dada la visión presentada aquí, hay que descartar las nociones de equilibrio a largo plazo y de progreso continuo a favor de procesos más complejos de superación de los desequilibrios originados por la innovación masiva. Dichos procesos incluyen la diferenciación entre empresas dentro cada industria y entre sectores, la destrucción creadora, la asimilación y el aprendizaje y desaprendizaje de espacios tecnológicos y nuevos modelos de práctica óptima, al igual que la eventual e inevitable llegada de la madurez y su superación por oleadas de cambio sucesivas. Los ritmos cambiantes del crecimiento y los procesos de cambio estructural y aumento de la productividad en la economía pueden entenderse ahora como motorizados por cambios técnicos identificables y como moldeados por la difusión de revoluciones tecnológicas sucesivas.

Tomadas en conjunto, las visiones micro, meso y macro acerca de cómo evolucionan las tecnologías muestran que es posible reconocer la naturaleza de la tecnología, sus formas de evolución y sus interrelaciones como objeto de análisis de la ciencia social y como una forma de incorporar la teoría económica a la dinámica de su interacción con la tecnología y las instituciones en un contexto histórico cambiante.

Ignorar el potente rol y la influencia del cambio técnico e institucional sobre la economía, reduce la capacidad analítica de la ciencia económica. Incorporarlos en una aproximación a la dinámica histórica es una tarea importante para elevar el poder tanto explicativo como predictivo de dicha ciencia. Los economistas evolucionistas y neoschumpeterianos han sido pioneros en la exploración y descripción de ese nuevo territorio.

Bibliografía

- Arocena, Rodrigo y Sutz, Judith (2000). "Looking at national systems of innovation from the South". *Industry and Innovation*, vol. 7, n° 1, pp. 55-75.
- Arthur, W. Brian (1988). "Competing technologies: an overview". En Dosi, Giovanni; Freeman, Christopher; Nelson, Richard; Silverberg, Gerald y Soete, Luc (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, pp. 590-607. Londres y Nueva York: Columbia University Press y Pinter.

- Dosi, Giovanni (1982). “Technical paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants of technical change”. *Research Policy*, vol. 2, n° 3, pp. 147-62.
- Dosi, Giovanni; Freeman, Christopher; Nelson, Richard; Silverberg, Gerald y Soete, Luc (eds.) (1988). *Technical Change and Economic Theory*. Londres y Nueva York: Columbia University Press y Pinter.
- Enos, John L. (1962). “Invention and innovation in the petroleum refining industry”. En NBER, *The Rate and Direction of Inventive Activity*. Princeton: Princeton University Press.
- Freeman, Christopher (1974). *The Economics of Industrial Innovation*. Harmondsworth, Middlesex: Penguin Books.
- (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. Londres: Pinter.
- (1992). *The Economics of Hope*. Londres: Pinter.
- (1994). “The Economics of technical change”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 18, n° 5, pp. 463-514.
- (1995). “The ‘National System of Innovation’ in historical perspective”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, n° 1, pp. 5-24.
- (1996). *Long Wave Theory*, ILCWE n° 69. Cheltenham: Elgar.
- Grübler, Arnulf (1990). *The Rise and Fall of Infrastructures*. Heidelberg y Nueva York: Physica-Verlag.
- Howells, Jeremy (1999). “Regional systems of innovation?”. En Archibugi, Daniele; Howells, Jeremy y Michie, Jonathan (eds.), *Innovation Policy in a Global Economy*, cap. 5, pp. 67-93. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kondratieff, Nikolai D. (1935). “The Long waves in economic life”. *Review of Economic Statistics*, n° 17, pp. 105-15.
- Kuhn, Thomas (1970 [1962]). *The Structure of Scientific Revolutions*, 2ª edición (ampliada). Chicago: University of Chicago Press.
- List, Friedrich (1904 [1841]). *The National System of Political Economy*. Londres: Longman.
- Louça, Francisco y Reijnders, Jan (eds.) (1999). *The Foundations of Long Wave Theory: Models and Methodology*, ILCWE n° 104. Cheltenham: Elgar.

- Lundvall, Bengt-Åke (1988). "Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation". En Dosi, Giovanni; Freeman, Christopher; Nelson, Richard; Silverberg, Gerald y Soete, Luc (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, cap. 17. Londres y Nueva York: Columbia University Press y Pinter.
- Malerba, Franco (2002). "Sectoral systems of innovation and production". *Research Policy*, vol. 31, n° 2, pp. 247-264.
- Metcalf, Stan J. (2001). "Restless capitalism: increasing returns and growth in enterprise economies". En Bartzokas, Anthony (ed.), *Industrial Structure and Innovation Dynamics*. Cheltenham: Elgar.
- Nelson, Richard y Winter, Sidney (1977). "In Search of a useful theory of innovation". *Research Policy*, vol. 6, n° 1, pp. 36-76.
- Pérez, Carlota (1983). "Structural change and the assimilation of new technologies in the economic and social systems". *Futures*, vol. 15, n° 5, pp. 357-75. [En castellano: "Cambio estructural y asimilación de nuevas tecnologías en el sistema económico y social". Disponible en: http://www.carlotaperez.org/downloads/pubs/Futures_1983_cast.pdf].
- (1985). "Microelectronics, long waves and world structural change: new perspectives for developing countries". *World Development*, vol. 13, n° 3, pp. 441-463. [En castellano: "Microelectrónica, ondas largas y cambio estructural mundial. Nuevas perspectivas para los países en desarrollo". Disponible en: http://www.carlotaperez.org/downloads/pubs/World_Dev_castell.pdf].
- (2002). *Technological Revolutions and Financial Capital: the Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham: Elgar. [Edición en castellano: Pérez, Carlota (2004). *Revoluciones Tecnológicas y Capital Financiero. La dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*. México: Siglo XXI].
- (2007). "Finance and technical change: a long-term view". En Hanusch, H. y Pyka, A. (eds.), *Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics*, cap. 49, pp. 775-99. Cheltenham: Elgar.

- (2009). “The Double bubble of the turn of the century: technological roots and structural consequences”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 33, n° 4, pp. 779-805.
- Reinert, Erik (2007). *How Rich Countries Got Rich... and Why Poor Countries Stay Poor*. Nueva York: Carroll and Graf.
- Schumpeter, Joseph A. (1961 [1911]). *The Theory of Economic Development*. Nueva York: Oxford University Press.
- (1982 [1939]). *Business Cycles*, 2 volúmenes. Philadelphia: Porcupine Press.
- Serra, Antonio (1613). *Breve trattato delle cause che possono far abbondare li regni d'oro e d'argento dove non sono miniere*. Nápoles: Lazzaro Scorrigio.
- Tylecote, Andrew (1992). *The Long Wave in the World Economy*. Londres: Routledge.
- Utterback, James M. y Abernathy, William J. (1975). “A Dynamic model of process and product innovation”. *Omega*, vol. 3, n° 6, pp. 639-656.
- Wolf, Julius (1912). *Die Volkswirtschaft der Gegenwart und Zukunft*. Leipzig: A. Deichert.

Bibliografía recomendada

- Freeman, Christopher (1992). “A Green Techno-Economic Paradigm for the World Economy”. En Freeman, Christopher, *The Economics of Hope*, cap. 10, pp. 190-211. Londres: Pinter.
- (2002). “Continental, national and sub-national innovation systems – complementarity and economic growth”. *Research Policy*, vol. 31, n° 2, pp. 191-211.
- Mazzucato, Mariana y Pérez, Carlota (2015). “Innovation as Growth Policy: The Challenge for Europe”. En Fagerberg, Jan; Laestadius, Steffan y Martin, Ben R. (eds.), *The Triple Challenge for Europe: Economic Development, Climate Change and Governance*, cap. 9, pp. 227-262. Oxford: Oxford University Press.
- Pérez, Carlota (2016). “Capitalism, Technology and a Green Global Golden Age: The Role of History in Helping to Shape the Future”.

En Mazzucato, Mariana y Jacobs, Michael (eds.), *Rethinking Capitalism*, cap. 11, pp. 191-217. Chichester: Wiley-Blackwell. Disponible en: http://beyondthetechrevolution.com/wp-content/uploads/2014/10/BTTR_WP_2016-1.pdf.

- (2016). “Teoría y políticas de innovación como blanco móvil”. En Erbes, Analía y Suárez, Diana (eds.), *Repensando el desarrollo latinoamericano: una discusión desde los sistemas de innovación*, cap. 9, pp. 293-317. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento. Disponible en: <http://www.carlotaperez.org/downloads/pubs/Polit%20Innov%20como%20blanco%20movil.pdf>.

Capítulo 5

Sistemas nacionales de innovación: antecedentes y debates*

Analía Erbes y Diana Suárez

Universidad Nacional de General Sarmiento, Instituto de Industria

Introducción

El objetivo de este capítulo es presentar el enfoque y evolución de los sistemas nacionales de innovación (SNI) y el debate actual en torno a la problemática del crecimiento y desarrollo.¹ Se trata de un enfoque relativamente nuevo de los estudios de la innovación, en tanto los trabajos fundacionales fueron publicados a comienzos de la década de 1990 (por ejemplo: Edquist, 1997; Lundvall, 1992; Nelson, 1993). Sin embargo, explica gran parte de la política pública de promoción de la innovación en la región latinoamericana (LAC) desde entonces.² En este sentido, es un enfoque teórico y metodológico que ya tiene más de veinticinco años y que ha evolucionado de manera tal de desprenderse de aquel formato de “*focusing device*” (Lundvall, 1992) con que fuera concebido. En la actualidad, se acepta que el enfoque de los SNI es una herramienta teórica para comprender los procesos innovativos de nivel micro, meso y macro; pero también una herramienta metodológica para operar sobre esta realidad, a fin de impulsar un sistema capaz de traccionar procesos de desarrollo.

* Este capítulo se inscribe en el marco del proyecto de investigación PICT 2018 - 01283 financiado por la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación y la Universidad Nacional de General Sarmiento.

1 Deliberadamente, en este capítulo hemos decidido no adjetivar el concepto de desarrollo en tanto entendemos que es un proceso integral: no es posible el desarrollo económico sin el desarrollo social, sin el desarrollo inclusivo, sin el desarrollo sustentable, etcétera.

2 Para una revisión, ver Crespi y Dutrénit, 2013.

En relación con LAC, el análisis sistémico del cambio tecnológico y su impacto en el desarrollo ha estado presente mucho antes de la llegada del enfoque de los SNI, por ejemplo, en el pensamiento estructuralista cepalino³ y los estudios de la organización industrial (por ejemplo, Katz, 1976). En los años noventa, el enfoque se fusionó con estos antecedentes, lo que dio lugar a un extenso conjunto de contribuciones respecto de la aplicación del concepto de SNI para entender la realidad económica y tecnológica latinoamericana, pero también como una guía de cómo avanzar en la senda del desarrollo.

Otra característica de esta fusión entre la trayectoria del pensamiento latinoamericano y el enfoque de los SNI es que sirvió de marco conceptual para criticar fuertemente las recetas de política típicas del período neoliberal que se implementaron desde mediados de la década de 1970 y que se extendieron hasta fines del siglo pasado.⁴ Por diversos motivos, estas críticas permearon entre los *policy makers* y aparecieron entonces instrumentos y lineamientos tendientes a promover los sistemas nacionales de innovación.

Ahora bien, con más de veinticinco años de historia y dado su impacto en política pública de promoción de la innovación en LAC, vale la pena mirar el camino recorrido, revisar los aciertos y fracasos y preguntarse cómo el enfoque de los SNI puede contribuir con las necesidades de promoción del mundo de mañana. En esta línea, una de las primeras cuestiones que aparece con claridad es el desafío de la equidad. El crecimiento económico y los procesos redistributivos de los últimos quince años –asociados a gobiernos más proteccionistas– no fueron suficientes para revertir la situación histórica de inequidad que aún se verifica en LAC (Ocampo, 2012).

Otro desafío evidente es el del crecimiento sostenido y, asociado a él, el cambio estructural. La región debe avanzar hacia procesos de mayor incorporación de conocimiento que permitan superar la histórica brecha externa. Entendemos que el enfoque de los SNI sirve para pensar en el desarrollo industrial que permita superar los históricos problemas de desequilibrio estructural.

En este marco, nos preguntamos acerca de la idea de desarrollar los sistemas de innovación, a partir de la cual se asume que el cambio tecnológico permea –en un sentido lineal y descendente– hacia el resto de la sociedad (por ejemplo, Chaminade *et al.*, 2009). A la inversa, también nos pregun-

³ Para una revisión, ver Sztulwark, 2005.

⁴ Ver Yoguel, Pereira y Barletta, 2016.

tamos sobre las contribuciones que plantean la necesidad de invertir el razonamiento y ponernos de acuerdo en el tipo de sistema de innovación que nuestros países necesitan para desarrollarse (por ejemplo, Dutrénit y Vera-Cruz, 2016). En este caso, aparece una hipótesis de tracción desde los problemas de la sociedad hacia la ciencia, la tecnología y los procesos innovativos. Aquí nos preguntamos cómo avanzar hacia un enfoque de los SNI interdisciplinario, capaz de entender problemas sociales complejos.

Para abordar todas estas cuestiones, este capítulo propone un recorrido histórico que se inicia con la presentación del enfoque en términos de los antecedentes, componentes, relaciones y alcance de los SNI. Luego se presenta y discute la evolución del enfoque durante los últimos veinticinco años en relación con la cuestión del desarrollo, lo que lleva a adentrarse en la discusión entre la concepción del desarrollo de los sistemas nacionales de innovación versus la idea de sistemas nacionales de innovación para el desarrollo. Finalmente, se plantean los desafíos para el enfoque en términos de viejas y nuevas preguntas para impulsar el desarrollo, y la necesidad de entender los enfoques de tracción y derrame como aspectos complementarios de una realidad compleja.

El enfoque de los sistemas de innovación

Aunque las primeras sistematizaciones del enfoque de los SNI se reconocen a comienzos de la década del noventa, existen importantes aportes en la literatura socioeconómica que permiten identificar antecedentes directos mucho más atrás en el tiempo. Las ideas de List (1841) sobre la existencia de un Sistema Nacional de Economía Política cuyas características condicionaban fuertemente el desarrollo socioproductivo de las economías del mundo es tal vez el precedente más directo en la construcción del concepto de SNI. Sin embargo, existen otras contribuciones que identifican un fundamento de este enfoque aún más atrás en el tiempo, en las ideas mercantilistas de Antonio Serra desarrolladas en el siglo XVI (Reinert, 1996 y 2003).

Menos directamente, otros aportes también han dejado su impronta en el concepto de SNI y sus derivaciones territoriales y sectoriales. Las primeras ideas de Smith (1776) en torno a los modos más o menos formalizados de producción de conocimiento; los aportes de Marx (1975) sobre la influencia de las nuevas tecnologías en la economía y en la sociedad y el determinismo de la estructura sobre la superestructura; la relevancia que Marshall (1919) le asignaba al contexto institucional como condicionante positivo o

negativo del desarrollo productivo; la centralidad otorgada por Schumpeter (1934 y 1942) al proceso innovador para explicar el desarrollo económico y, más recientemente, el rol otorgado por Freeman (Freeman, 1974, 1987, 1995 y 2002) y Kline y Rosenberg (1989) a las interacciones en el proceso de generación y circulación de conocimientos, son ejemplos en esta dirección.

Como consecuencia de lo anterior, el enfoque de los sistemas de innovación tal como hoy lo conocemos es el resultado de una mixtura de aportes que, tal vez por estas mismas características, se ha transformado tanto en una herramienta metodológica para estudiar el proceso de creación de conocimiento que conduce a la innovación (Edquist, 2001a; Freeman, 1995; Lundvall, 1992; Nelson, 1993), como en una herramienta analítica que permite explicar la existencia y características de los obstáculos al proceso de innovación e identificar las áreas clave donde las políticas públicas podrían mejorar o fomentar el desarrollo. La tabla 1 presenta los aportes más relevantes en este sentido, que se analizan en las siguientes secciones.

Las perspectivas predominantes en los países desarrollados

Desde su misma nominación, el enfoque se fundamenta en tres elementos clave: la existencia de organizaciones que interactúan (sistema), la generación de mejoras tecnológicas y organizacionales (innovaciones) y el enraizamiento geográfico (nacional, regional o local) o sectorial. En este marco, surgieron diferentes perspectivas que aportaron su impronta en la conceptualización. Así, Lundvall en 1992 caracterizaba al SNI como un sistema social; orientado a producir, difundir y usar conocimiento que conducía al desarrollo de innovaciones determinantes para el crecimiento económico, y definido territorialmente por los límites de los Estados-nación (Lundvall, 1992). Más tarde (en 2009), junto con otros autores Lundvall destacó el carácter abierto, complejo y evolutivo de estos sistemas y enfatizó en la importancia de la creación de capacidades para el desarrollo de innovaciones (Lundvall *et al.*, 2009). Por su parte, Nelson y Dahlman (1995) destacaron en la definición del SNI el rol de las instituciones y de las políticas públicas en la generación y transferencia de tecnología. El aporte de Edquist, en la contribución de 2004, radica principalmente en la búsqueda de consistencia teórica del enfoque, diferenciando la capacidad innovativa de economías con diferentes grados de desarrollo (Edquist, 2004).⁵

⁵ Ver Suárez (2018) para una discusión respecto de los acuerdos y desacuerdos en los orígenes conceptuales del enfoque de los SNI.

Tabla 1. Síntesis de las principales perspectivas en la definición de los sistemas de innovación

Aporte	Elementos comunes	Diferencias entre abordajes			
		Definición	Alcance	Elementos	
Lundvall (1992)	<ul style="list-style-type: none"> - Centralidad de la dimensión nacional, complementada con perspectivas subnacionales y sectoriales. - Importancia de los procesos de aprendizaje y generación de conocimientos. - Importancia de la historia como condicionante en la construcción/desarrollo del sistema. - Interacciones no lineales entre agentes como elemento clave para desarrollo de las innovaciones. - Entorno que condiciona el proceso de innovación, aunque definido con distinta extensión. - Componentes identificados, aunque con distinto grado de importancia asignado a cada uno de ellos. 	Sistema social.	Herramienta metodológica para promover el sistema existente.	Agentes y relaciones.	Funciones/actividades Producir, usar y difundir conocimientos nuevos.
Lundvall (2007); Lundvall <i>et al.</i> (2009)		<ul style="list-style-type: none"> - Sistema abierto, evolutivo y complejo. 	Herramienta metodológica para promover el sistema existente.	Organizaciones, instituciones, estructura y relaciones.	Creación de innovaciones y desarrollo de competencias.
Nelson (1993); Nelson y Dahlman (1995)	<ul style="list-style-type: none"> - Red de agentes y privadas funcionales al desarrollo tecnológico en las empresas. 	Herramienta para identificar determinantes de desarrollo diferencial.	Agentes en sentido genérico.	Introducir nueva tecnología.	
Freeman (1995 y 1987)	<ul style="list-style-type: none"> - Red de instituciones públicas y privadas funcionales al desarrollo tecnológico en las empresas. 	Herramienta metodológica orientada a explicar la dinámica diferencial de desarrollo.	Instituciones y relaciones.	Iniciar, importar y difundir tecnología.	
Edquist (2004, 2001a y 1997)	<ul style="list-style-type: none"> - Conjunto de factores que influyen en el desarrollo, difusión y uso de las innovaciones. 	Robustez teórica del enfoque.	Organizaciones y relaciones.	Asociadas con la producción de conocimiento de acuerdo con el nivel de desarrollo de los países.	
Aportes latinoamericanos (ejemplos: Arocena y Sutz, 1999; Bisang, 1993; Cassiolato y Lastres, 2002; Dutrénit y Katz, 2005)	<ul style="list-style-type: none"> - Red de agentes, instituciones y políticas orientadas a promover procesos de desarrollo a través de la innovación. 	Herramienta para explicar la falta de sistematicidad en el desarrollo de innovaciones. Carácter normativo asociado al estudio de casos exitosos.	Organizaciones, instituciones, relaciones y políticas públicas.	Generar innovaciones orientadas a la resolución de problemas sociales.	

Fuente: elaboración propia basada en la revisión de la literatura referenciada.

El enfoque de los SNI se fundamenta en tres elementos clave: la existencia de organizaciones que interactúan (sistema), la generación de mejoras tecnológicas y organizacionales (innovaciones) y el enraizamiento geográfico (nacional, regional o local) o sectorial.

A pesar de las especificidades, las diferentes aproximaciones confluyen en la identificación de elementos y componentes comunes que están presentes en el sistema. En principio, se asume que en un sistema de innovación existen empresas e instituciones que interactúan con distinto grado de frecuencia y con distintos objetivos, condicionando la dinámica del propio sistema. Las empresas son los agentes encargados de materializar los procesos de innovación,⁶ para lo cual desarrollan distintos tipos de capacidades. Entre estas se destaca el rol de las capacidades de absorción (Cohen y Levinthal, 1990) asociadas a la identificación, apropiación y utilización de conocimientos relevantes para el proceso innovativo, tanto a nivel micro como meso y macro (Narula, 2003).⁷

En el plano de la conceptualización de las instituciones, es clave el aporte de Johnson (1992), quien las define como hábitos generalizados y compartidos por toda la sociedad, o por un grupo determinado en particular, que permiten disminuir la incertidumbre y con ello minimiza los cálculos racionales que un individuo debería hacer al momento de tomar decisiones. Estos hábitos, reglas de juego en términos de Lundvall (1992), son el resultado de dinámicas de interacción entre personas y generan regularidades en el comportamiento. En este marco, la evidencia acompaña tanto una mirada positiva sobre el rol de las instituciones en el proceso de innovación, facilitando e incluso promoviendo el cambio tecnológico (la visión de Johnson), como una negativa vinculada a las limitaciones para innovar derivadas de los retardos institucionales (por ejemplo, Rivera Ríos, 2009).

El entorno también desempeña en las distintas conceptualizaciones un rol fundamental en cuanto genera, en términos marshallianos, una “atmósfera” que potencia o limita la capacidad del sistema de traccionar y derramar innovaciones. Así, Lundvall (1992) y Lundvall *et al.* (2009) señalan que el entorno está integrado por las organizaciones públicas y privadas y las instituciones que afectan al proceso innovador en un lugar y tiempo determinado. En este marco, el núcleo del sistema está integrado

⁶ Ver capítulo 7, de Barletta, Suárez y Yoguel.

⁷ Ver capítulo 3 de Natera y capítulo 8 de Dutrénit, Torres y Vera-Cruz.

por las empresas y la infraestructura de conocimiento. En cambio, todo aquello que afecta el proceso de innovación sin estar directamente relacionado con él (por ejemplo, las características del mercado de trabajo, de las políticas macroeconómicas y el contexto internacional) es parte del entorno del sistema, desde una perspectiva ampliada (Lundvall, 2007). Por su parte, para Nelson (1993), el entorno refiere específicamente al contexto macroeconómico y para Freeman (1995) está dado por el marco histórico y las características del orden –económico en particular– mundial.⁸

Entre organizaciones –y también entre estas y el entorno– existen, desde todas las perspectivas consideradas, interacciones que permiten definir la dinámica, coherencia y fortaleza del sistema. Estas relaciones pueden asumir distintas características y centrarse en los intercambios productivos u orientados al desarrollo y difusión de conocimientos en particular, son el resultado de decisiones de las organizaciones y requieren como punto de partida la existencia de un umbral mínimo de capacidades (entre otras, capacidades de absorción en términos de Cohen y Levithal, 1990) que permita el intercambio entre los agentes.

El acuerdo sobre los sistemas de innovación se extiende también al tipo de funciones que se desarrollan en su interior. Estas no solamente incluyen la producción de conocimientos, sino también su circulación y difusión, y la creación de competencias que mejoran las capacidades de las personas y empresas y permite el progreso tecnológico (Edquist, 2001a). La mirada de los sistemas de innovación está puesta en todas aquellas funciones que directa (I+D y otras actividades científico-tecnológicas) e indirectamente (construcción de capacidades de absorción, innovación, vinculación, comerciales y organizacionales, entre otras; desarrollo de distintas formas de aprendizaje; financiamiento e incubación; desarrollo institucional, entre otras) potencian la dinámica innovativa en un tiempo y espacio determinado. Las variantes muestran que en algunos casos se enfatiza el desarrollo de procesos de aprendizaje y generación de conocimientos (Edquist, 2001a; Lundvall, 1992; Lundvall *et al.*, 2009), en otros se particulariza en lo necesario para desarrollar y transferir tecnologías (Freeman, 1987; Nelson, 1993; Nelson y Dahlman, 1995).

Finalmente, también existe consenso relacionado con la importancia de otros factores y elementos en la configuración del sistema y su dinámica. En las diferentes aproximaciones consideradas se les asigna un rol –aunque con distinto grado de importancia– a las posibilidades de

8 Ver capítulo 18, de Arocena y Sutz.

financiamiento; a los rasgos culturales; al sector público en la definición de políticas económicas, educativas y sociales en un sentido amplio; a la historia como un proceso que permite identificar un *path dependence* en el desarrollo del sistema, y a la organización interna de las empresas, entre otras cuestiones.

Respecto de la dimensión nacional, las distintas perspectivas destacan la vigencia del análisis de los sistemas en el plano nacional, al considerar que es en este espacio en el que se definen las políticas más relevantes para el desarrollo de innovaciones. A este respecto, las primeras contribuciones sobre los sistemas de innovación estuvieron fuertemente centradas en la dimensión nacional, como consecuencia del ya mencionado interés en la explicación, a partir de este concepto, de las diferencias nacionales en términos de desarrollo. Sin embargo, a lo largo del tiempo, la misma difusión del concepto de SNI ha generado nuevos alcances de esta idea y nuevas contribuciones que permiten comprender la dinámica diferencial de los procesos de innovación de nivel sectorial (Malerba y Orsenigo, 2000), tecnológico (Bergek *et al.*, 2008) y de regiones o países con distintos grados de desarrollo relativo (Cooke, 2001).

Las connotaciones sectoriales y regionales produjeron un quiebre en la idea original de un sistema nacional orientado a la generación de innovaciones. Los nuevos alcances definidos para el enfoque resultan del reconocimiento de las limitaciones que tiene la dimensión nacional para dar cuenta de dinámicas innovativas atravesadas tanto por especificidades sectoriales y de los contextos institucionales locales (nuevamente en el sentido de Marshall), como por los procesos de globalización que instalan cada vez con mayor fuerza la relevancia de los procesos supranacionales de innovación (Fagerberg, Lundvall y Srholec, 2017). De esta manera, surge un amplio conjunto de contribuciones que miran a los sistemas de innovación desde diversas perspectivas y, particularmente en lo sectorial, tienen un importante diálogo con los determinantes meso de la innovación retomados como objeto de estudio en el pensamiento evolucionista-neoschumpeteriano (por ejemplo, Breschi y Malerba, 1997). En ningún caso se trata de abordajes que reemplazan a la dimensión nacional sino que, por el contrario, la complementan y permiten una mejor comprensión de la dinámica innovativa atendiendo a la especificidad de los contextos en los que esta tiene lugar.⁹

⁹ Ver Orozco (2016) para una discusión respecto de la complementación de las diferentes dimensiones.

Los principales aportes latinoamericanos

El reconocimiento de las especificidades nacionales condujo al desarrollo de aportes fuera de los países centrales orientados a comprender la utilidad del enfoque en el mundo menos desarrollado. Latinoamérica ha sido pionera en este sentido, y las contribuciones generadas en esta región han reabierto debates importantes sobre la conceptualización, la caracterización y la utilidad del enfoque de sistemas para comprender y promover procesos de desarrollo (Dutrénit y Sutz, 2013; Erbes y Suárez, 2016, entre otros). Los lineamientos generales de estas contribuciones se sintetizan también en la tabla 1.

Una primera cuestión que merece destacarse es que la perspectiva latinoamericana de los SNI no abandona algunas de las cuestiones fundacionales del enfoque, entre las cuales se destaca el abordaje nacional, la mirada integral y el rol asignado al entorno (columna “elementos comunes”, de la tabla 1). Sin embargo, los aportes regionales hacen de esos aspectos un uso particular, en tanto que los ponen al servicio de los procesos de desarrollo. De esta forma, la innovación aparece como un vector central de la dinámica productiva y de la resolución de problemas sociales complejos. La “visión desde el sur” en términos de Arocena y Sutz (1999) aparece como una manera de explicitar elementos clave que deben ser considerados en cualquier análisis de los países de la región y que se vinculan con su historia, estructura y posición jerárquica en el mundo (Cassiolato y Lasstre, 2005). Se rechaza, por tanto, la idea de un único camino por el que es preciso transitar para avanzar en el proceso de desarrollo y se cuestiona la utilidad para la región del modelo lineal de innovación como instrumento para, entre otras cuestiones, complejizar la estructura productiva.

Precisamente, el énfasis puesto sobre la comprensión diferencial de los procesos de desarrollo es algo que distingue, en general, a la alternativa latinoamericana del abordaje propuesto por los países desarrollados. En este marco, uno de los principales consensos generados por la perspectiva regional radica en la diferencia en la concepción de la idea de SNI en los países desarrollados y en desarrollo: mientras que entre los primeros el carácter es *ex post*, en los segundos –y especialmente en los países de Latinoamérica– asume rasgos *ex ante*. En los países desarrollados, el concepto nace para explicar un fenómeno que se percibe a simple vista. En cambio, en los países en desarrollo implica un sujeto de política, que no existe como tal y que debe ser promovido (Arocena y Sutz, 1999). Esto implica reconocer en el enfoque de los SNI elementos que ayudan a describir

experiencias exitosas que puedan ser consideradas para el análisis de los países de la región, pero sin condicionar los procesos autóctonos a las acciones retomadas en otros contextos.

A su vez, lo anterior tiene efectos en términos del carácter prescriptivo del enfoque, en tanto el diseño e implementación de políticas públicas considera las particularidades de los sistemas de la región, entre las cuales se encuentran la estructura productiva sesgada a la producción de *commodities*, las reducidas capacidades domésticas, la gran distancia con respecto a la frontera tecnológica internacional y la ausencia de una masa crítica de agentes (empresas) capaces de traccionar aumentos generalizados de productividad (Dutrénit y Katz, 2005). De esta manera, el enfoque que en los países desarrollados surge como una herramienta analítica, se transforma en Latinoamérica en un sujeto de política, en cuanto debe promoverse su formación y fortalecimiento para alcanzar los objetivos del desarrollo.

Otra importante especificidad de los SNI en Latinoamérica se relaciona con la existencia de conflictividad interna. Existe escaso consenso respecto de los problemas sociales prioritarios y del rol que pueden desempeñar la innovación y el conocimiento para dar respuesta a estas cuestiones. Una cristalización de lo anterior es la reducida articulación de los agentes y subsistemas clave en pos de lograr un “SNI deseable” orientado a incrementar los niveles de desarrollo. Las carencias en términos de articulación, en un contexto en el que, como mencionamos, el sistema es sujeto explícito de política pública, generan una puja de intereses (la mayor parte de la veces sectoriales) entre potenciales beneficiarios que redundan en conflictos entre agentes con distintos objetivos en el interior del sistema (Arocena y Sutz, 1999).

Finalmente, la conceptualización y la promoción de los sistemas en la región también presentan particularidades en términos de la forma en la que se desarrolla y principalmente se difunde tecnología, en parte como consecuencia de aquella función del sistema relacionada con la atención de problemas sociales. Desde el enfoque original (especialmente en la mirada de Nelson y Edquist) se asume que gran parte de los desarrollos tecnológicos se difunden de manera incorporada (en bienes finales y bienes de capital), con un rol predominante de las grandes empresas globales. En América Latina, la forma práctica en que se produciría esta difusión sería a través de las empresas globales y la inversión extranjera directa; sin embargo, y siguiendo a Katz (2007), el proceso de apertura y desregulación de finales del siglo pasado, en un contexto de creciente globalización, promovió el *outsourcing* y la segmentación internacional de la cadena de valor, lo cual

generó un fuerte proceso de desvinculación de aquellas firmas que desde la teoría se suponen difusoras del cambio técnico. Sumado a esto, las pequeñas y medianas empresas no han sido capaces de insertarse generalizadamente en cadenas globales de valor, lo cual impone limitaciones a su crecimiento especialmente a través de la escasa complementación del *mix* de producción mediante la adquisición de licencias y la comercialización de bienes importados (Dutrénit, 2009; Porta, Suárez y De Angelis, 2011; Yoguel, Rivera Ríos y Robert, 2009). Como se mencionó anteriormente, todo esto imprime especificidades en términos de la conformación y desarrollo del propio sistema.

SNI, innovación y desarrollo

La preocupación por el desarrollo

De las secciones anteriores se desprende que la preocupación por el desarrollo es un elemento que caracterizó al enfoque de los SNI tanto en su génesis como en el despliegue de contribuciones latinoamericanas. Aunque el enfoque no nace como una teoría del desarrollo (ni pretende serlo) ofrece un abanico de herramientas conceptuales para entender los procesos de crecimiento económico y cómo ello impacta en el nivel de vida de la sociedad. Al respecto, el enfoque de los SNI permite superar las limitaciones de los abordajes ortodoxos sobre el crecimiento, toda vez que concibe al desarrollo como un proceso cualitativo, en que las dimensiones no económicas y la generación de capacidades ganan importancia frente a la dotación factorial. Más aún, Johnson, Edquist y Lundvall (2003) sostienen que el desarrollo debe entenderse como una mejora generalizada en el nivel de vida de la sociedad, en el sentido de Myrdal (1974). En consecuencia, la aplicación del enfoque en su versión ampliada permite analizar la dinámica del desarrollo y su interacción con las características de los procesos innovativos, para lo cual es menester abordar cuestiones tales como la vinculación entre los diferentes actores, el rol que juegan las instituciones tangibles e intangibles y el impacto de decisiones macro, tanto nacionales como internacionales.

Aunque el enfoque de los SNI no es una teoría del desarrollo (ni pretende serlo) ofrece un abanico de herramientas conceptuales para entender los procesos de crecimiento económico y cómo ello impacta en el nivel de vida de la sociedad.

Con este marco de referencia, durante las últimas dos décadas se han multiplicado los estudios basados en el enfoque de los SNI que buscan entender los procesos de desarrollo y subdesarrollo. Bajo el enfoque, y en general dentro de la literatura sobre innovación, existe consenso respecto de la no linealidad del proceso de desarrollo, en parte como consecuencia del carácter interactivo y policausal de la dinámica innovativa que lo condiciona. La revisión de esta literatura reciente permite clasificar las contribuciones en dos conjuntos de trabajos: los que buscan demostrar la hipótesis de convergencia y aquellos que parten de una hipótesis de divergencia o especificidades. La tabla 2 presenta una síntesis de los ejes de debate y las principales contribuciones realizadas por cada una de las perspectivas.

La hipótesis de convergencia

El primer grupo de contribuciones encuentra un eje común en la conceptualización del desarrollo como un punto de llegada que es a su vez único y reproducible. Por ello es posible reunir estas contribuciones en términos de una hipótesis de convergencia (y sus bloqueos). En parte, determinados por la disponibilidad de información al momento del análisis, en parte, por la complejidad del abordaje metodológico, se identifican en el interior de este grupo tres subgrupos de contribuciones: los estudios de tipo *catch-up*, los estudios de dimensiones relevantes y los estudios de sistemas de innovación para el desarrollo.

Dentro del primer subgrupo (estudios tipo *catch-up*), el eje de análisis se encuentra en la identificación de la distancia entre el mundo desarrollado y en desarrollo con respecto a un conjunto de dimensiones clave (por ejemplo, gasto en I+D, cantidad de doctores, de patentes, exportaciones *high-tech*, etcétera.). De estas distancias surge la “brecha del desarrollo” y de su análisis se concluye que el cierre de la brecha depende del desarrollo de los sistemas de innovación que se traduce en mayores magnitudes asociadas con las dimensiones mencionadas. Para ilustrar el subgrupo vale referirse al trabajo de Archibugi y Coco (2004b). Los autores proponen el índice de tecnología ARCO para medir la capacidad tecnológica de los países y su impacto en el crecimiento del PBI. El índice resulta de estimar el promedio de un conjunto de variables que, a criterio de los autores, explican la creación de tecnología, la infraestructura tecnológica y la acumulación de capacidades. A mayor valor del índice, mayor el nivel de desarrollo.

Tabla 2. Síntesis de la evolución reciente de los análisis acerca de los sni y el desarrollo

	Premisas e hipótesis	Abordaje	Conclusiones	Principales contribuciones
1. Hipótesis de convergencia				
<i>Catch-up</i>	Existe un sni ideal al que aspirar.	Análisis estadístico de indicadores clave (económicos, sociales, educativos, y de ciencia, tecnología e innovación).	El cierre de la brecha del desarrollo depende del desarrollo del sni.	Albuquerque, 1999; Archibugi, Denni y Filippetti, 2009; Archibugi y Coco, 2004a, 2004b; Fagerberg y Verspagen, 2007; Filippetti y Peyrache, 2011; Godinho, Mendonça y Peretra, 2004; Niosi, 2002.
Dimensiones relevantes	Diferentes dimensiones nacionales impactan diferente en el crecimiento y desarrollo.	Análisis econométrico para ponderar dimensiones clave según impacto en el producto (infraestructura y capacidades cti, educación, sistema de gobierno, grado de apertura, desarrollo humano).	Algunas dimensiones son más importantes que otras. El desarrollo depende del desarrollo del sni.	Fagerberg y Srohlec, 2008.
Sistemas de innovación para el desarrollo	Existe un tipo ideal de sni desarrollado y un tipo ideal de sni para el mundo en desarrollo.	Análisis cuali y cuantitativo para identificar dimensiones más asociadas a la condición de país desarrollado y dimensiones asociadas a la condición de país en desarrollo.	Los países en desarrollo deben invertir en adopción y difusión de tecnología (generada en el mundo desarrollado).	Edquist, 2001b; Viotri, 2002.
2. Hipótesis de divergencia				
Especificidades nacionales	Cada sistema es único.	Estudios de caso sobre determinantes y bloqueos al desarrollo.	Senderos únicos de desarrollo y explicaciones particulares de subdesarrollo.	Arundel <i>et al.</i> , 2007; compilaciones de casos nacionales pueden consultarse en Dutrénit y Stutz, 2013; Edquist y Hommen, 2008.
Clubes de desarrollo	El nivel de desarrollo es causa y consecuencia de las características del sni.	Análisis econométrico para identificar dinámicas interactivas entre dimensiones clave (tecnológicas, de capacidades, de desarrollo humano, económicas).	El desarrollo depende de la coevolución de dimensiones clave, especialmente las relativas a las capacidades. Existen clubes de convergencia.	Castellacci, 2011; Castellacci y Archibugi, 2008; Castellacci y Natera, 2013; Cimoli, 2014; Kim y Lee, 2015; Lee y Kim, 2009; Lundvall y Lam, 2007; Natera, 2016; Nelson y Dahlman, 1995; Suárez y Erbes, 2016a.

Fuente: elaboración propia.

La principal limitación de este estudio y de otros agrupados bajo este rótulo consiste en asumir que la relación entre las inversiones para desarrollar tecnología y capacidades (un mayor nivel en el ARCo) y el crecimiento económico es independiente del nivel de desarrollo del país. Se presume que aumentos en el nivel del indicador conducirán a incrementos similares en el nivel de desarrollo. Por ejemplo, si Zambia incrementa sus inversiones en capacidades y desarrollo tecnológico (por ejemplo, aumentando la matrícula de estudiantes terciarios y el gasto en I+D) al punto de acercarse a los niveles relativos registrados en Alemania o Francia, entonces debería esperar impactos similares (equivalentes al coeficiente medio) en sus indicadores económicos.

Una segunda limitación de estos estudios tiene que ver con la linealidad implícita en la construcción de los indicadores. La agregación de dimensiones clave (cuestiones sociales, económicas y tecnológicas, entre otras) para el desarrollo a partir de estimaciones promedio implica asumir sustitución entre los componentes (como si una caída en el nivel de patentes pudiera ser compensada por un incremento en la tasa de alfabetización). Aunque es posible que para algunas dimensiones exista sustitución entre elementos del desarrollo tecnológico (por ejemplo, entre la formación de los recursos humanos y la capacitación en el puesto de trabajo), difícilmente se puede pensar en un esquema igual para todos los países del mundo y entre todas las dimensiones consideradas.

Consciente de estas limitaciones, el subgrupo de estudios sobre dimensiones relevantes intenta superar la linealidad en la agregación de indicadores a partir de la ponderación de esas dimensiones clave. Nuevamente, para ilustrar el argumento vale la pena adentrarse en una de las contribuciones más relevantes, a saber, el estudio de Fagerberg y Srholec (2008). Similar a lo propuesto por Archibugi y Coco (2004b), los autores también identifican dimensiones relevantes a partir de un extenso conjunto de indicadores, pero a diferencia de ellos, aplican técnicas estadísticas y econométricas (análisis factorial y regresiones lineales) para identificar el peso diferencial de cada una y su ponderación al momento de explicar el crecimiento del PIB. Los autores encuentran que las capacidades asociadas con los sistemas de innovación (por ejemplo, la cantidad de patentes y el nivel relativo de personas con educación universitaria) son elementos diferenciales para explicar el crecimiento. También observaron que características relativas al estado de derecho, al sistema político y al grado de apertura impactan positivamente en la tasa del crecimiento del PBI. Aun así, la distribución de países según es-

tos criterios es similar a la obtenida por el *ranking* ARCO y semejante a la que, *a priori*, se podría establecer en función de lo que se entiende como países de desarrollo alto, medio y bajo. Es decir, estos estudios tienden a confirmar lo obvio: los países más desarrollados gastan más en I+D y tienen mayor cantidad relativa de recursos humanos, pero ello no da cuenta de la vinculación entre complejidad del SNI y nivel de desarrollo.

De esta forma, aunque el segundo subgrupo supera la agregación promedio en tanto asigna diferentes ponderaciones a las variables y permite que estas impacten con distinta intensidad en el crecimiento, la linealidad del análisis se mantiene ya que se espera un nivel promedio de impacto para todos los países (un único coeficiente para cada dimensión, que es promedio para todos los países bajo análisis). A su vez, la inclusión de variables para controlar las especificidades nacionales (tales como sistema de gobierno y extensión geográfica) se realiza de manera tal que solo registran las particularidades en el punto de partida (la ordenada al origen) y no el impacto marginal de las variables relevantes (la pendiente de la estimación).

Finalmente, el tercer subgrupo (el de los SNI para el desarrollo) plantea también una hipótesis de convergencia, pero asumiendo que las diferentes dimensiones tratadas por los dos subgrupos anteriores impactarán distinto en el crecimiento económico según se trate de países más o menos desarrollados. Estos estudios sostienen que es preciso contar con un enfoque de los SNI que sea específico para los países en desarrollo (complementario al enfoque general) puesto que estos últimos requieren inversiones diferenciales. Aquí el trabajo más ilustrativo es el de Edquist (2001b) precisamente sobre los sistemas de innovación para el desarrollo (SID). Edquist (2001b) plantea que hay pasos que los países en desarrollo deben completar para lograr el “estado” de desarrollados.¹⁰ En particular, deben invertir en tecnología incorporada y habilidades básicas antes de considerar inversiones más complejas en capacidades tales como las asociadas con I+D. Por lo tanto, la innovación depende de (y se limita a) invertir en la adquisición y adaptación de la tecnología generada en otros lugares, al menos en las etapas iniciales. En estas condiciones, el estadio de desarrollo estará determinado por la distancia con respecto a la frontera tecnológica internacional: los países en desarrollo están por debajo de esta frontera, mientras que los países por encima son desarrollados (Edquist, 2001b). Luego, el lugar de cada país en este contexto

10 Solo las similitudes con Rostow (1962) dan cuenta del riesgo de este abordaje.

general determina el tipo de innovación requerida (y posible, dados los esfuerzos): las economías en desarrollo deberían especializarse en innovaciones de procesos incrementales y dedicar esfuerzos a la absorción y eventual adaptación de tecnología, mientras que los países desarrollados son responsables de las innovaciones radicales asociadas con la creación de nuevos conocimientos y productos para el mundo. Un razonamiento similar se observa en el trabajo de Viotti (2002) sobre la existencia de sistemas nacionales pasivos de aprendizaje e innovación (LIS) en que el desarrollo está asociado con la capacidad de un LIS de promover acciones e inversiones para cerrar la brecha con respecto a los países desarrollados (llamados sistemas nacionales de innovación).

Aunque este tercer enfoque es superador en tanto asume que las inversiones en capacidades e innovación tendrán un impacto diferente según el nivel de desarrollo del país, también suponen que las inversiones tecnológicamente complejas no serán rentables –no afectarán el crecimiento– en los países en desarrollo. En este sentido, comparten algunas limitaciones con los dos subgrupos anteriores. En primer lugar, no superan el razonamiento lineal, dado que iguales *inputs* conducen a iguales *outputs* (como si los países en desarrollo fuesen todos iguales). En segundo lugar, también establecen una secuencia lineal entre una etapa de desarrollo y la siguiente, lo que significa que las economías menos desarrolladas deben pasar por procesos de reconfiguración productiva que les permitan parecerse a los países desarrollados. En tercer lugar, sus recomendaciones podrían conducir a perpetuar el subdesarrollo. Si los países en desarrollo asumen el papel de “adoptantes de tecnología” e invierten solo en esa dirección, entonces siempre estarán por debajo de la frontera tecnológica internacional y nunca serán capaces de generar tecnología propia. Es decir, sus recomendaciones permitirían ser los mejores países subdesarrollados –parafraseando a Reinert (1996), ser los mejores lavacopas del mundo sin posibilidad de recibirnos alguna vez de abogados–. La visión lineal en este caso tiene que ver con una comprensión escalonada en el sentido de que los países en desarrollo deben pasar de ser “buenos adoptantes” y tener “sistemas de aprendizaje” a ser creadores radicales y tener sistemas nacionales de innovación.¹¹

En síntesis, la evidencia verifica la relación positiva y significativa entre las inversiones en capacidades y el crecimiento económico, acompañado de desarrollo. Este es un hecho que no se puede negar. Tampoco

11 Para una discusión extensa al respecto, ver Suárez y Erbes, 2014.

se puede negar que la mayoría de los países menos desarrollados carecen de capacidades básicas –como las productivas– que justifican la necesidad de invertir en las dimensiones más elementales (como la alfabetización o la conectividad) antes de esperar que inversiones más complejas (como las actividades de I+D) que impacten en el crecimiento.¹² Sin embargo, la hipótesis de convergencia presenta limitaciones que aplican tanto a los países desarrollados como a los países en desarrollo. La configuración de los sistemas nacionales en general, y de los SNI en particular, resulta de procesos de creación de competencias determinados por trayectorias *path dependence*, en los que entran en juego procesos históricos de raíz cultural (las instituciones intangibles), económica (el lugar en el capitalismo mundial) y política (cuestiones de *governance* y democracia), entre otras múltiples facetas. Tiene que ver con la coherencia de los subsistemas que integran el sistema nacional, en que el SNI es una dimensión clave, pero no la única para explicar el nivel de desarrollo de un país.

La hipótesis de divergencia

La hipótesis de divergencia o especificidades agrupa las contribuciones que asumen que el desarrollo depende de la realización de inversiones específicas para modificar el sistema. En tanto que cada sistema de innovación es único, no existe un conjunto único de dimensiones que conduzca al desarrollo. Para comprender esto, vale la pena discutir el concepto de coherencia, planteado por Freeman (2002), y, a nuestro criterio, poco incluido en los análisis de los SNI.

Freeman (2002) sostiene que el crecimiento económico y con él el desarrollo no dependen únicamente de la modificación cuantitativa del *stock* de capital sino además de cambios en su composición y, lo que es más importante, de la complementación entre este y las capacidades. El subsistema educativo, el subsistema político, el subsistema de innovación, y cada una de las dimensiones relevantes identificadas en las contribuciones de la hipótesis de convergencia son aspectos que hacen a la dinámica nacional y que solo se los puede entender en relación con el resto de las dimensiones. Por ejemplo, la lógica cooperativa de la educación en Japón durante la posguerra fue coherente con el despliegue de un capitalismo basado en la articulación entre proveedores, productores y consumido-

¹² Por ejemplo, ver el análisis de Lee y Kim, 2009.

res. En cambio, en Estados Unidos (ayer y hoy), el esquema individualista y de logros personales en el que se apoya el subsistema educativo es coherente con un capitalismo altamente competitivo. En este sentido, el subdesarrollo latinoamericano se puede explicar en gran parte por la falta de coherencia entre sus subsistemas. No se trata de identificar un subsistema ideal sino de entender la coherencia con que se articula (o no) el subsistema de innovación con el resto de los subsistemas. Lo que para un país puede ser “bueno” para otro puede dar lugar a bloqueos en su proceso de crecimiento y desarrollo.

Entonces, volviendo a la hipótesis de divergencia, las contribuciones agrupadas en este rótulo parten de aceptar que cada país debe encontrar su senda específica para el desarrollo. Al respecto, Nelson y Dahlman (1995) explican que los patrones divergentes de crecimiento entre los países en desarrollo son el resultado de niveles diferenciales de capacidades de absorción condicionadas por el entorno macroeconómico, las configuraciones institucionales y el papel del gobierno. Mientras tanto, Desdoigts (1999) concluye que las variables geográficas, culturales e institucionales influyen en las estructuras económicas, lo que explica los diferentes patrones de crecimiento nacional. En resumen, las especificidades nacionales impactan de manera diferencial sobre la relación entre las inversiones en ciencia, tecnología e innovación y el crecimiento económico.

Atendiendo a la idea de especificidades, dentro de la hipótesis de divergencia se identifican dos subgrupos de contribuciones: las que parten de asumir que cada sistema es único (especificidades nacionales) y las que buscan identificar patrones de divergencia a partir de la coevolución de dimensiones clave (clubes de desarrollo).

En el primero de estos subgrupos se encuentran los típicos estudios de caso nacionales en los cuales se sostiene que los procesos de desarrollo se desencadenan a partir de la promoción de un SNI específico en cada país. Aunque su abordaje cualitativo y de alcance nacional dificulta la comparabilidad y la extrapolación de conclusiones, la puesta en común de estos estudios muestra que la naturaleza histórica del proceso de construcción de capacidades y los aspectos específicos de los SNI fomentan o bloquean el desarrollo en los diferentes momentos. El análisis comparativo también muestra que inversiones y políticas similares impactan distinto entre los diversos países, incluso en diferentes momentos del tiempo. Por ejemplo, la promoción de la industria automotriz en Argentina y Brasil tiene un origen común, asociado a la formación del MERCOSUR, en el que ambos

países acordaron los términos para atraer inversión extranjera directa de terminales automotrices. Con herramientas similares, en contextos productivos similares y con trayectorias macroeconómicas similares, en Brasil la política redundó en la instalación de subsidiarias en las que paulatinamente se fueron complejizando las tareas, y con ellas la demanda de capacidades. Por el contrario, en Argentina se observa una trayectoria de menor agregación de valor, más cercana a las actividades de ensamble que de ingeniería y diseño (Obaya, 2014).

El segundo subgrupo (clubes de desarrollo) incluye contribuciones más recientes, viabilizadas por el incremento de la información estadística disponible, especialmente en lo que respecta a comparación internacional. El punto de partida de estos trabajos es el reconocimiento explícito de la existencia de diferencias asociadas al nivel de desarrollo, que son causa y consecuencia de la dinámica de los SNI. A través de análisis complejos, en general con paneles dinámicos de datos, estos estudios concluyen que iguales inversiones impactarán diferente en cada grupo de países. También encuentran que la capacidad de acceder a clubes tecnológicos más complejos, que se asocian con mayores niveles de ingreso per cápita, depende del desarrollo de capacidades tanto de absorción como de innovación. En otras palabras, es preciso saber incorporar la tecnología ya creada pero también desarrollar tecnología propia.

Para ilustrar este subgrupo vale revisar dos trabajos, el de Castellacci y Natera (2013) y el de Lee y Kim (2009). Castellacci y Natera (2013) encuentran que el desarrollo se asocia con cuán estrecha es la coevolución entre las capacidades innovadoras (gasto en I+D, en ciencia y tecnología, en bienes de capital, etcétera), las capacidades tecnológicas (infraestructura, comercio internacional y recursos humanos calificados) y el nivel de ingreso nacional (PIB). Luego de analizar un gran número de países con diferentes niveles de desarrollo, los autores advierten sobre la existencia de círculos virtuosos en los que los países con mayores capacidades tecnológicas acceden a tecnologías más complejas. A la inversa, los países de menor capacidad son relegados a procesos de producción de baja tecnología que reproducen dinámicas menos desarrolladas. Así, el impacto de los esfuerzos en I+D, por ejemplo, será diferente en uno y otro caso, incluso nulo para los países de menor desarrollo.

Lee y Kim (2009) presentan conclusiones similares. Los autores observan que diferentes tipos de capacidades impactan de manera diferencial sobre el crecimiento de las naciones. Capacidades complejas (I+D, recursos humanos calificados y patentes) tienen un impacto positivo y

significativo en el PIB en la mayoría de los países desarrollados, mientras que la asociación es muy débil entre los de menor desarrollo. Entre estos últimos, capacidades básicas, como la educación secundaria, tienen una asociación significativa y fuerte con el crecimiento. Los países de ingreso medio alcanzan una situación intermedia en la que, dependiendo del foco, se asemejan más al mundo en desarrollo (el impacto de la I+D) o al mundo desarrollado (la tasa de alfabetización). Más adelante, Lee (2013) define esta situación intermedia como la “trampa de ingresos medios”, en la que los países con estas características (tal es el caso de los países latinoamericanos) quedan atrapados en una situación en la que el nivel de capacidades tecnológicas no es suficiente para competir con las naciones desarrolladas, pero es lo suficientemente alto como para impedir competir con salarios bajos.

En síntesis, existe consenso en esta literatura acerca de que las mismas inversiones conducirán a impactos diferentes en distintos países. La capacidad de acceder a clubes tecnológicos más complejos que permitan disparar procesos de crecimiento y desarrollo sostenidos está asociada con la existencia de altos niveles de capacidades de absorción y de innovación, así como también a la realización de inversiones en tecnología. En pocas palabras, el grado de desarrollo de los SNI. Sin embargo, y a la inversa, la condición de subdesarrollado explica precisamente el tipo de SNI. Una estructura productiva desequilibrada, de baja complejidad tecnológica, con escasa agregación de valor y poco integrada a cadenas globales dinámicas son aspectos del subdesarrollo que dan cuenta de la necesidad de invertir para modificar el sistema. Retomando a Freeman, el desarrollo no es un proceso puramente cuantitativo (más gasto, más capacidades) sino cualitativo, e implica generar cambios estructurales.¹³ En este sentido, nuevas contribuciones invitan a pensar cómo poner el SNI al servicio de los problemas del desarrollo.

Desafíos: la centralidad de construir el SNI al servicio del desarrollo nacional

A lo largo del tiempo, el enfoque de los SNI ha experimentado distintas revisiones que redundaron en un reordenamiento de sus dimensiones centrales. Durante los años noventa fue la discusión respecto de la com-

¹³ Ver capítulo 18, de Arocena y Sutz.

petitividad y la necesidad de integración entre niveles sectoriales, locales y nacionales de análisis.¹⁴ Más adelante la importancia de la construcción de capacidades y los modos de producción de conocimiento.¹⁵ En la actualidad, el eje está puesto en la especificidad de los procesos de desarrollo.¹⁶ Esta nueva interpelación requiere que el enfoque se repiense “de puertas adentro” y en relación con otros enfoques y teorías. Esto implica rediscutir la relación entre el sistema nacional de innovación como sujeto de política y la política misma, a fin de alcanzar un nuevo consenso sobre lo que queremos del sistema nacional de innovación. En esta línea, queremos plantear aquí dos desafíos que habrá que abordar en el corto plazo así como las discusiones que se observan dentro del enfoque.

El primer desafío tiene que ver con la necesidad de superar la mirada estrictamente económica e incluir cuestiones políticas que permitan complejizar la configuración nacional. El sendero deseado de desarrollo no está exento de ideología y eso supone dialogar con los partidos políticos que en su calidad de gobierno u oposición marcan el rumbo del crecimiento. En este contexto, el enfoque debería desarrollar la idea de “sistema ampliado” para entender cómo diversas instituciones afectan el proceso innovativo.

En segundo lugar, existe un desafío empírico. Es preciso avanzar en la identificación de regularidades y cómo operar sistemáticamente sobre ellas. Se trata de superar el caso para entender dinámicas diferenciales que puedan ser explicadas a partir de factores sobre los cuales se pueda intervenir. Esto requiere, por ejemplo, asignar a las interacciones tanta importancia como a los componentes, y no relegarlas simplemente a la contabilización cuantitativa de vinculaciones. Logrado esto, será posible avanzar en la especificidad de la especificidad, esto es, identificar patrones de relaciones entre variables y dimensiones que nos permitan entender el comportamiento, para luego dar cuenta de los rasgos específicos de las relaciones en cada contexto nacional. Esto no solamente es una necesidad “académica”, sino también de política, dado que clasificarnos en el grupo de países “equivocado” puede ocasionar diagnósticos errados en términos de requerimientos de políticas y necesidades que atender. Por ejemplo, como ya mencionamos, suponer que algunos países de LAC son de ingreso medio porque tienen un nivel de ingreso per cápita que los clasifica en ese rango, implica desconocer no solamente la hetero-

¹⁴ Por ejemplo, Bisang, 1995; Boscherini, Fabio; López, María y Yoguel, 1998.

¹⁵ Por ejemplo, Jensen *et al.*, 2007; Lugones, Gustavo; Suárez, Diana y Le Clech, 2007.

¹⁶ Ver Erbes y Suárez, 2016.

geneidad de la región sino especialmente los importantes bloqueos al desarrollo que existen en el plano económico-productivo pero también social-demográfico y político. A este respecto, el avance en las tecnologías de recolección y procesamiento de datos, en especial, de datos de tipo cualitativos, abre la posibilidad de una nueva forma de abordaje del fenómeno de los SNI, en el que se profundice en las especificidades del caso, en simultáneo con la identificación de cuestiones más generales.

En tercer lugar, es necesario repensar la relación entre el sistema nacional de innovación como sujeto de política y la política misma. Esto implica asumir que después de más de veinte años de políticas sistémicas, tenemos que enfrentar las mismas restricciones de crecimiento, las mismas preguntas respecto de la complejidad tecnológica del sistema productivo. Aún seguimos intentando explicar por qué no nos desarrollamos. Se requiere alcanzar un nuevo consenso sobre el sistema nacional de innovación deseado.

Tres argumentos respecto del sistema de innovación deseado

En línea con la hipótesis de divergencia, debemos preguntarnos: ¿qué SNI para qué desarrollo? Responder esta pregunta implica ponernos de acuerdo, como sociedad, en cuestiones elementales tales como qué actividades es preciso promover, qué actores deben involucrarse, qué necesidades deben atenderse prioritariamente. La respuesta no es menor, porque todos estamos de acuerdo con que el desarrollo es bueno, pero la historia de la región nos muestra que existen muchas posiciones respecto de cómo alcanzarlo. Evidentemente, aquí no vamos a agotar todas ellas, ni pretendemos responder la pregunta de manera acabada. El objetivo es, sin embargo, discutir tres posiciones que dan cuenta de las nuevas preguntas dentro del enfoque de los SNI en LAC.¹⁷

Un primer abordaje incluye los planteos más recientes de autores como Carlota Pérez (2016) y Jorge Katz (2016), quienes sostienen que es preciso redirigir la mirada hacia los recursos naturales y encontrar el camino al desarrollo a través de ellos. En esta línea, sostienen que el mundo de la metalmecánica que predominó durante el proceso de sustitución de

¹⁷ Un abordaje más extenso de los desafíos para el SNI en términos de en qué sentido debería avanzar el enfoque, así como también otras dimensiones relevantes del enfoque en términos de alcance geográfico y sectorial pueden consultarse en Erbes y Suárez (2016), de allí se han extraído las posiciones que se sintetizan en esta sección.

importaciones del siglo pasado ha desaparecido y no volverá. En la actualidad, la producción asociada a los recursos naturales explica el grueso de la dinámica tecnológica y del crecimiento vía exportaciones. Desde esta perspectiva, no se trataría de promover el SNI en general sino de fomentarlo de manera articulada con estos recursos, en sus eslabonamientos hacia atrás (por ejemplo, en el caso argentino, vía maquinaria agrícola o servicios tecnológicos especializados) o hacia adelante (por ejemplo, en el caso chileno, en los servicios de exportación de salmón fresco).¹⁸

La segunda posición que vale la pena repasar aquí es la de autores como Yoguel, Pereira y Barletta (2016), quienes sostienen que buscar el desarrollo vía recursos naturales implica especializarnos en ventajas comparativas estáticas, las cuales generan escasos eslabonamientos hacia delante y hacia atrás y plantean serias limitaciones en materia de generación y distribución del ingreso. Por el contrario, los procesos de reindustrialización de los países desarrollados (con el énfasis puesto en la manufactura avanzada y la robótica) dan cuenta de la importancia de la manufactura en el proceso de desarrollo. En consecuencia, es preciso apostar a los sectores de alta tecnología (como el software y la biotecnología) y articular el SNI de manera tal que se acompañe y dé soporte a este tipo de actividades.

Finalmente, un tercer conjunto de aportes remite al trabajo también reciente de autores como Dutrénit y Vera-Cruz (2016) y Arocena y Sutz (2016), quienes proponen invertir el razonamiento. Sostienen que durante los últimos veinte años las políticas de innovación estuvieron basadas en una visión lineal que asume la existencia de procesos de derrame desde las empresas hacia el resto de la sociedad. Bajo esta visión, se afirma que existe una suerte de encadenamiento en el que la innovación privada conduce al aumento del valor agregado y las capacidades; esto genera mayores niveles de ingreso (salarios) y ello permite simultáneamente redistribuir ingresos y aumentar el nivel de vida. Este es parte del argumento por detrás de la promoción de la innovación en empresas. Ahora bien, la realidad latinoamericana muestra que a diferencia del mundo desarrollado, la inversión en innovación es esencialmente pública. Por tanto, debería generar bienes públicos.

A pesar de los esfuerzos de política de las últimas dos décadas, la evidencia en la región muestra que se producen beneficios privados con escaso impacto en los niveles de ingreso; que existen nichos de alto valor

18 Ver capítulo 14, de Marin y Stubrin.

agregado que son insuficientes para traccionar el cambio estructural; que persisten sectores incapaces de alcanzar la frontera tecnológica internacional y que, a pesar de la última década de crecimiento, aún existen grandes bolsones de pobreza y exclusión (Ocampo, 2012; Suárez y Erbes, 2016b). Esta evidencia fundamenta la necesidad de pasar a un enfoque de tracción de manera tal que el eje esté puesto en resolver los grandes problemas sociales. Luego, la búsqueda de soluciones para estos últimos debería convertirse en demanda para las empresas en particular y el SNI en general. El desafío es entender que el desarrollo tecnológico no es un atributo exclusivo de los ministerios de ciencia y tecnología, sino que el SNI (y aquellos encargados de promoverlo) debería articular de manera transversal con todos los involucrados en la búsqueda del desarrollo.

En este sentido, y más allá de las diferencias que puedan identificarse entre las tres perspectivas descriptas, lo que resulta evidente, y es importante destacar, es que existen especificidades del desarrollo latinoamericano que deben ser atendidas a partir de la construcción y promoción del SNI. Está claro también que pensar en sistemas que incluyan a determinadas actividades productivas, que consideren destinatarios específicos y que promuevan la atención prioritaria de ciertas necesidades implica pensar también en particularidades relacionadas con los actores que deberían involucrarse, las instituciones que se requieren y las políticas que sería deseable promover.

Derrame y tracción como dimensiones complementarias

Iniciamos este capítulo preguntándonos acerca de la evolución del enfoque y las necesidades teóricas para abordar el mundo de mañana. El recorrido histórico nos muestra que, en algún punto, la literatura sobre SNI ha evolucionado de manera sesgada hacia la explicación del subdesarrollo, en detrimento de la identificación de elementos para superarlo. Esto resulta llamativo (incluso preocupante) en tanto en nuestra región el enfoque se convirtió en sujeto de política.

Relacionado con lo anterior, observamos que la literatura revisada se basa, en su gran mayoría, en el enfoque de derrame (tabla 3). Con excepción del subgrupo de sistemas de innovación para el desarrollo en que, en alguna medida, se destaca la relevancia de construcción de sistemas específicos en pos de objetivos de desarrollo particulares, aun los estudios de caso asumen que el desarrollo de los sistemas nacionales de innova-

ción es condición necesaria y suficiente para avanzar en un sendero de crecimiento inclusivo. La realidad indica lo contrario.

Tabla 3. Abordajes acerca de la relación entre innovación y desarrollo

	Enfoque de derrame	Enfoque de tracción
Hipótesis de convergencia	1.1. <i>Catch-up</i> 1.2. Dimensiones relevantes	1.3. Sistemas de innovación para el desarrollo
Hipótesis de divergencia	2.1. Especificidades nacionales 2.2. Clubes de desarrollo	

Fuente: elaboración propia.

La idea de poner el SNI al servicio del desarrollo propone un nuevo abordaje de la cuestión que rellena el casillero vacío en las formas de conceptualizar y estudiar la relación entre innovación y desarrollo. Completar este casillero vacío implica, por un lado, pensar en los desafíos para IAC en términos de cuestiones tales como la equidad, la pobreza, la sustentabilidad, la salud, la inclusión, etcétera y en cómo el SNI puede aportar soluciones sostenibles en el tiempo. La necesidad de avanzar en el desarrollo de drogas huérfanas, en la generación de innovaciones para poblaciones rurales y en la universalización del acceso a la educación, la vivienda y la salud, son algunos ejemplos en esta dirección. Definidos los desafíos, será preciso entender cómo se traducen en una demanda para sector privado y la infraestructura de conocimiento. Por ejemplo, si partimos del problema de enfermedades autóctonas, deberíamos entender cómo ello puede impulsar el desarrollo de drogas huérfanas, con procesos y protocolos de intervención capaces de dar respuesta a los problemas de salud tal y como se presentan en la región.

Ahora bien, también existen riesgos en este tipo de abordajes: si no monitoreamos la frontera corremos el riesgo de quedar atrapados en el subdesarrollo. La robótica, la nanotecnología, la internet de las cosas, los nuevos materiales, entre otros, dan cuenta del ritmo del cambio tecnológico y de la necesidad de desarrollar un SNI capaz de adaptar y generar nueva tecnología en la frontera. El enfoque del derrame sigue siendo válido también en los países de la región para explicar la adaptación y especialmente el desarrollo de tecnología en la frontera, que permita el desarrollo de industrias competitivas. Lograr mayores niveles de

complejidad en la actividad industrial depende no solo del desarrollo de industrias *high-tech* sino también del *upgrading* tecnológico de los sectores que predominan en nuestras economías. Un ejemplo de ello son las posibilidades que abre la nanotecnología para el desarrollo de alimentos nutracéticos o la confección de ropa inteligente.

En este marco, consideramos que el principal desafío es pensar, complementariamente, en términos de derrame desde y tracción hacia el SNI. El eje del diagnóstico debería estar puesto en identificar cuándo se requiere la aplicación de una u otra perspectiva. En los países más desarrollados, en especial en los Estados Unidos, la persecución de los objetivos que guían el devenir del país (por ejemplo, la defensa) conduce a la generación de ciencia, tecnología y técnicas que son apropiadas y explotadas por el sector privado. Estas son las innovaciones que generan mayor renta privada pero también mayores demandas de calificaciones (el caso del Iphone es el ejemplo más claro) (Mazzucato, 2013). En LAC ese derrame no es automático porque no existe una estructura productiva de dimensiones y características tales que pueda capitalizar automáticamente la búsqueda de soluciones. Tampoco existe un sistema articulado que permita el flujo de los conocimientos necesarios para ello. Por tanto, se requerirán esfuerzos explícitos en la generación de la estructura productiva y de un sistema capaz de aprovechar la búsqueda de soluciones.

La evolución de LAC durante los últimos años puso de manifiesto la veracidad del enfoque de los SNI para explicar procesos de subdesarrollo (el impacto de la desarticulación del sistema), pero también la necesidad de repensar los acuerdos establecidos y de discutir cómo promover el sistema deseable. La discusión no está cerrada, todo lo contrario. El camino por delante incluye generar consensos respecto de qué se entiende por sistema deseable, para luego avanzar en propuestas de política pública que permitan alcanzarlo.

Bibliografía

- Albuquerque, Eduardo Motta (1999). "National systems of innovation and non-OCDE countries: notes about a rudimentary and tentative". *Brazilian Journal of Political Economy*, vol. 19, n° 4, pp. 35-52.
- Archibugi, Daniele y Coco, Alberto (2004a). "A new indicator of technological capabilities for developed and developing countries (ArCo)". *World Development*, vol. 32, n°4, pp. 629-654.

- (2004b). “Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice”. *Research Policy*, n° 34, pp. 175-194.
- Archibugi, Daniele; Denni, Mario y Filippetti, Andrea (2009). “The Technological Capabilities of Nations: The State of the Art of Synthetic Indicators”. *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 76, pp. 917-931.
- Arocena, Rodrigo y Sutz, Judith (1999). “Looking at National Systems of Innovation from the South”. *Industry and Innovation*, vol. 7, n° 1, pp. 55-75.
- (2016). “Innovación y sistemas nacionales de innovación en procesos de desarrollo”. En Erbes, Analía y Suárez, Diana (comps.), *Repensando el desarrollo latinoamericano. Una discusión desde los sistemas de innovación*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Arundel, Anthony; Lorenz, Edward; Lundvall, Bengt-Åke y Valeyre, Antoine (2007). *Industrial and Corporate Change*, vol. 16, n° 6, pp. 1175-1210. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/icc/dtm035>.
- Bergek, Anna; Jacobsson, Staffan; Carlsson, Bo; Lindmark, Sven y Rickne, Annika (2008). “Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis”. *Research Policy*, vol. 37, n° 3, pp. 407-429. Disponible en: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>.
- Bisang, Roberto (1993). “Industrialización e Incorporación del progreso técnico. Hacia la articulación de un sistema nacional de innovación”. CEPAL Buenos Aires, documento de trabajo n° 54.
- (1995). “Libremercado, intervenciones estatales e instituciones de ciencia y técnica”. *Redes: Revista de estudios sociales de la ciencia*, vol. 2, n° 3, pp. 13-58.
- Boscherini, Fabio; López, María y Yoguel, Gabriel (1998). “Sistemas locales de innovación y el desarrollo de la capacidad innovativa de las firmas: un instrumento de captación aplicado al caso de Rafaela”. Documento de Trabajo N° 10, Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Breschi, Stefano y Malerba, Franco (1997). “Sectorial Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics and Spatial

- Boundaries”. En Edquist, Charles (ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Londres: Pinter.
- Cassiolato, José y Lastres, Helena (2002). “Systems of innovation and development from a South American perspective: a contribution to Globelics”. Globelics Working Paper.
- (2005). “Innovation systems and local productive arrangements: New strategies to promote the generation, acquisition and diffusion of knowledge”. *Innovation: Management, Policy & Practice*, vol. 7, n° 2-3, pp. 172-187.
- Castellacci, Fulvio (2011). “Closing the Technology Gap?”. *Review of Development Economics*, vol. 15, n° 1, pp. 180-197.
- Castellacci, Fulvio y Archibugi, Daniele (2008). “The technology clubs: The distribution of knowledge across nations”. *Research Policy*, vol. 37, n° 10, pp. 1659-1673.
- Castellacci, Fulvio y Natera, José Miguel (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.
- Chaminade, Cristina; Lundvall, Bengt-Åke; Vang, Jan y Joseph, K. J. (2009). “Designing innovation policies for development: towards a systematic experimentation-based approach”. En Lundvall, Bengt-Åke; Joseph, K. J., Chaminade, Cristina y Vang, Jan (eds.), *Handbook of innovation systems and developing countries: building domestic capabilities in a global setting*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Cimoli, Mario (2014). “National system of innovation: a note on technological asymmetries and catching up perspectives”. *Revista de Economia Contemporânea*, vol. 18, n° 1, pp. 5-30.
- Cohen, Wesley y Levinthal, Daniel (1990). “Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation”. *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n° 1, pp. 128-152.
- Cooke, Philip (2001). “Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 10, n° 4, pp. 945-974.

- Crespi, Gustavo y Dutrénit, Gabriela (2013). *Políticas de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo: la experiencia latinoamericana*. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico - LALICS.
- Desdoigts, Alain (1999). "Patterns of Economic Development and the Formation of Clubs". *Journal of Economic Growth*, vol. 4, pp. 305-330.
- Dutrénit, Gabriela (2009). *Sistemas regionales de innovación: un espacio para el desarrollo de las pymes. El caso de la industria de maquinados industriales*. México: Universidad Autónoma Metropolitana y Textual.
- Dutrénit, Gabriela y Katz, Jorge (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.
- Dutrénit, Gabriela y Sutz, Judith (2013). *Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo*. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico - LALICS.
- Dutrénit, Gabriela y Vera-Cruz, Alexandre (2016). "Políticas públicas de cti, problemas nacionales y desarrollo". En Erbes, Analía y Suárez, Diana (comps.), *Repensando el desarrollo latinoamericano. Una discusión desde los sistemas de innovación*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Edquist, Charles (1997). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. Londres: Pinter.
- (2001a). "The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art". Conferencia DRUID.
- (2001b). "Systems of Innovation for Development (SID)". Background Paper for Chapter I: "Competitiveness, Innovation and Learning: Analytical Framework" for the UNIDO World Industrial Development Report (WIDR).
- (2004). "Systems of innovation: perspectives and challenges". En Fagerberg, Jan; Mowery, David y Nelson, Richard (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Edquist, Charles y Hommen, Leif (2008). *Small Country Innovation Systems. Globalization, Change and Policy in Asia and Europe*. Cheltenham: Edward Elgar.

- Erbes, Analía y Suárez, Diana (2016). *Repensando el desarrollo latinoamericano. Una discusión desde los sistemas de innovación*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Fagerberg, Jan; Lundvall, Bengt-Åke y Srholec, Martin (2017). “Global value chains, national innovation systems and economic development”. Papers in Innovation Studies 2017/15, Lund University, CIRCLE-Center for Innovation, Research and Competences in the Learning Economy.
- Fagerberg, Jan y Srholec, Martin (2008). “National innovation systems, capabilities and economic development”. *Research Policy*, vol. 37, n° 9, pp. 1417-1435. Disponible en: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2008.06.003>.
- Fagerberg, Jan y Verspagen, Bart (2007). “Innovation, growth and economic development: have the conditions for catch up changed?”. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, vol. 1, n° 1, pp. 13-33.
- Filippetti, Andrea y Peyrache, Antonio (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, Christopher (1974). *The Economics of Industrial Innovation*. Harmondsworth: Penguin Books.
- (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.
- (2002). “Continental, national and sub-national innovation systems—complementarity and economic growth”. *Research Policy*, vol. 31, n° 2, pp. 191-211. Disponible en: [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00136-6](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00136-6).
- Godinho, Manuel; Mendonça, Sandro y Pereira, Tiago (2004). “Towards a taxonomy of innovation systems”. Second Globelics Conference.
- Jensen, Morten Berg; Johnson, Björn; Lorenz, Edward y Lundvall, Bengt-Åke (2007). “Forms of knowledge and modes of innovation”.

Research Policy, vol. 36, n°5, pp. 680-693. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.006>.

- Johnson, Björn (1992). "Institutional Learning". En Lundvall, Bengt-Åke (ed.), *National Systems of Innovation - Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- Johnson, Björn; Edquist, Charles y Lundvall, Bengt-Åke (2003). "Economic Development and the National System of Innovation Approach". First Globelics Conference, Río de Janeiro.
- Katz, Jorge (1976). "Creación de Tecnología en el sector manufacturero argentino". Monografía de trabajo, BID/CEPAL.
- (2007). "Reformas estructurales orientadas al mercado, la globalización y la transformación de los sistemas de innovación en América Latina". En Dutrénit, Gabriela; Jasso, Javier y Villavicencio, Daniel (coords.), *Globalización, acumulación de capacidades e innovación. Los desafíos para las empresas, localidades y países*. México: Fondo de Cultura Económica, OEI.
- (2016). "Sistemas de innovación y lo macro y micro de crecer con base en recursos naturales". En Erbes, Analía y Suárez, Diana (comps.), *Repensando el desarrollo latinoamericano. Una discusión desde los sistemas de innovación*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Kim, Yee Kyoung y Lee, Keun (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, n° 1, pp. 43-66. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/aepr.12081>.
- Kline, Stephen y Rosenberg, Nathan (1989). "An Overview of Innovation". En Landau, Ralph y Rosenberg, Nathan (eds.), *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. Washington: National Academies Press.
- Lee, Keun (2013). "Capability Failure and Industrial Policy to Move beyond the Middle-Income Trap". En Stiglitz, Joseph E. y Lin, Justin Yifu (eds.), *The Industrial Policy Revolution I*, pp. 244-272. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- Lee, Keun y Kim, Byung-Yeon (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.
- List, Friedrich (1841). *Das Nationale System der Politischen Ökonomie*. [Translated and published under the title: *The National System of Political Economy*; Londres: Longmans, Green and Co]. Basel: Kyklos.
- Lugones, Gustavo; Suárez, Diana y Le Clech, Néstor (2007). “Innovative Behaviour and its impact on firms performance”. Ponencia presentada en Micro Evidence on innovation in developing countries, UNU-MERIT. Maastricht, Países Bajos.
- Lundvall, Bengt-Åke (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- (2007). “Innovation System Research. Where it came from and where it might go”. Globelics Working Paper Series 2007-01.
- Lundvall, Bengt-Åke; Joseph, K. J.; Chaminade, Cristina y Vang, Jan (eds.) (2009). *Handbook of innovation systems and developing countries: building domestic capabilities in a global setting*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Lundvall, Bengt-Åke y Lam, Alice (2007). “The Learning organization and national systems of competence building and innovation”. En Lorenz, Edward y Lundvall, Bengt-Åke (eds.), *How Europe’s Economies Learn: Coordinating Competing Models*. Oxford: Oxford University Press.
- Malerba, Franco y Orsenigo, Luigi (2000). “Knowledge, innovative activities and industrial evolution”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 9, n° 2, pp. 289-314. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/icc/9.2.289>.
- Marshall, Alfred (1919). *Industry and Trade: A Study of Industrial Technique and Business Organization and of Their Influences on the Condition of Various Classes and Nations*. Londres-Nueva York: MacMillian.
- Marx, Karl (1975 [1858]). *El capital. Crítica de la economía política*. México: Siglo XXI.
- Mazzucato, Marina (2013). *The Entrepreneurial State*. Londres: Anthem.
- Myrdal, Gunnar (1974). “What Is Development?”. *Journal of Economic*, vol. 8, n° 4, pp. 729-736.

- Narula, Rajneesh (2003). “Understanding Absorptive Capacities in an «Innovation Systems» Context: Consequences for Economic and Employment Growth”. DRUID Working Paper N° 04-02.
- Natera, José Miguel (2016). “Las dinámicas de los sistemas nacionales de innovación”. En Erbes, Analía y Suárez, Diana (comps.), *Repensando el desarrollo latinoamericano. Una discusión desde los sistemas de innovación*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Nelson, Richard (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Nelson, Richard y Dahlman, Carl (1995). “Social absorption capability, national innovation systems, and economic development”. En Koo, Bon Ho y Perkins, Dwight (eds.), *Social Absorption Capability and Long Term Growth*. Nueva York: St. Martins Press.
- Niosi, Jorge (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. Disponible en: [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00142-1](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00142-1)
- Obaya, Martín (2014). “Geographical distribution of product development capabilities in the automobile industry: towards a hierarchical division of labour in Mercosur”. *International Journal of Automotive Technology and Management (IJATM)*, vol. 14, n° 2, pp. 102-120. Disponible en: <https://doi.org/10.1504/IJATM.2014.060748>.
- Ocampo, José Antonio (2012). *La historia y los retos del desarrollo latinoamericano*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Orozco, Jeffrey (2016). “Sistemas de innovación: las perspectivas regionales y sectoriales”. En Erbes, Analía y Suárez, Diana (comps.), *Repensando el desarrollo latinoamericano. Una discusión desde los sistemas de innovación*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Pérez, Carlota (2016). “Teoría y políticas de innovación como blanco móvil”. En Erbes, Analía y Suárez, Diana (comps.), *Repensando el desarrollo latinoamericano. Una discusión desde los sistemas de innovación*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.

- Porta, Fernando; Suárez, Diana y De Angelis, Jesica (2011). “Sistemas nacionales de innovación en el MERCOSUR: convergencias y asimetrías”. En Caetano, Gerardo (ed.), *MERCOSUR. 20 años*. Montevideo: CEFIR.
- Reinert, Erik (1996). “The role of technology in the creation of rich and poor nations: underdevelopment in a Schumpeterian system”. En Aldcroft, Derek y Catterall, Ross (eds.), *Rich nations-poor nations*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Reinert, Erik y Reinert, Sophus (2003). “An Early National Innovation System: The Case of Antonio Serra’s 1613. Breve Trattato”. *Institutions and Economic Development/Istituzioni e Sviluppo Economico*, vol. 1, n° 3.
- Rivera Ríos, Miguel Ángel (2009). *Desarrollo económico y cambio institucional. Una aproximación al estudio del atraso económico y el desarrollo tardío desde perspectiva sistémica*. México: UNAM-Casa Editorial Juan Pablos.
- Rostow, Walt (1962). *The Stages of Economic Growth*. Londres: Cambridge University Press.
- Schumpeter, Joseph A. (1934 [1912]). *The theory of economic development*. Cambridge: Harvard University Press.
- (1942). *Capitalism, socialism, and democracy*. Londres: Harper and Brothers.
- Smith, Adam (1983 [1776]). *Investigación sobre la naturaleza y causa de la riqueza de las naciones*. Alcalá de Henares: Hyspamérica.
- Suárez, Diana (2018). “El enfoque de los sistemas de innovación”. En Barletta, Florencia; Robert, Verónica y Yoguel, Gabriel (eds.), *Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana. Vol 2*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Suárez, Diana y Erbes, Analía (2014). “Desarrollo y Subdesarrollo Latinoamericano. Un análisis crítico del enfoque de los sistemas de innovación para el desarrollo”. *REDES-Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, vol. 20, n° 38, pp. 97-119.
- (2016a). “Trapped in the middle. Development, R&D and the national innovation system”. Document presented at the SPRU 50th Anniversary Conference.

- (2016b). “Conclusiones. Nuevas preguntas para una nueva agenda del desarrollo”. En Erbes, Analía y Suárez, Diana (comps.), *Repensando el desarrollo latinoamericano. Una discusión desde los sistemas de innovación*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Sztulwark, Sebastián (2005). “Especialización productiva y subdesarrollo en el paradigma informacional. Una aproximación a partir del caso de las semillas transgénicas y su difusión en la Argentina”. XI Seminario de Gestión Tecnológica – ALTEC.
- Viotti, Eduardo (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, n° 7, pp. 653-680. Disponible en: [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625\(01\)00167-6](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625(01)00167-6).
- Yoguel, Gabriel; Pereira, Mariano y Barletta, Florencia (2016). “Los sistemas de innovación y la política industrial y tecnológica”. En Erbes, Analía y Suárez, Diana (comps.), *Repensando el desarrollo latinoamericano. Una discusión desde los sistemas de innovación*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Yoguel, Gabriel; Rivera Ríos, Miguel Ángel y Robert, Verónica (2009). “Cambio tecnológico, complejidad e instituciones: el caso de Argentina y México”. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, vol. 40, n° 157.

Bibliografía recomendada

- Dutrénit, Gabriela y Sutz, Judith (2013). *Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo*. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico - LALICS.
- Erbes, Analía y Suárez, Diana (comps.). *Repensando el desarrollo latinoamericano. Una discusión desde los sistemas de innovación*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Freeman, Christopher (2002). “Continental, national and sub-national innovation systems – complementarity and economic growth”.

Research Policy, vol. 31, n° 2, pp. 191-211. Disponible en: [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00136-6](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00136-6).

Lundvall, Bengt-Åke (2007). "Innovation System Research. Where it came from and where it might go". Globelics Workorking Paper Serie 01.

Lundvall, Bengt-Åke; Joseph, K. J.; Chaminade, Cristina y Vang, Jan (eds.), *Handbook of innovation systems and developing countries: building domestic capabilities in a global setting*. Cheltenham: Edward Elgar.

Capítulo 6

Aprendizajes sobre la formulación de la política de CTI en América Latina y el Caribe

Gabriela Dutrénit y Martín Puchet
Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco

Introducción

La política de ciencia, tecnología e innovación (CTI) repercute sobre el comportamiento de los actores del sistema nacional de innovación (SNI), e incide de esta forma sobre la eficiencia del mismo. Recientemente, a la par del avance del enfoque de los sistemas de innovación, se ha integrado un enfoque sistémico-evolutivo de la política. Este marco analítico ha evolucionado, se ha alimentado de la experiencia de países exitosos de diferentes continentes, se ha convertido en un marco dominante de la política de CTI y se ha difundido en todos los países del mundo. Su diseño e implementación en América Latina y el Caribe (ALC) ha enfrentado dificultades que cuestionan, al menos, su alcance universal, y destacan la necesidad de pensar más en el contexto específico en que se aplica.

ALC tiene una larga experiencia en diseño e implementación de políticas de ciencia y tecnología, al menos desde los años cincuenta del siglo XX. Hoy el marco analítico dominante se basa en un enfoque sistémico,¹ pero todavía recoge débilmente una perspectiva evolutiva de los agentes de la CTI, no toma en cuenta cabalmente la idea de que se requiere la coevolución entre actividades, procesos y agentes de la CTI y de que estos componentes deben ser concebidos de manera interactiva y dinámica. Tampoco considera que para que se desarrollen dinámicas más eficien-

1 Ver capítulo 5, de Erbes y Suárez.

tes se necesitan masas críticas de capacidades. La introducción del paradigma dominante de política de CTI en ALC pone sobre la mesa estos temas, que no son exclusivos de nuestra región, pero al introducirlos en otras condiciones iniciales, marcadas por la desigualdad, los resultados esperados no están poniendo a la CTI de cara al proceso de desarrollo. Más aún, cuando el diseño de políticas, en las que se escuche la voz de los actores mediante la participación pública, aún no conforma una auténtica política pública. Se requiere un enfoque que retome las ideas estructuralistas del desarrollo y las combine con la coevolución entre los componentes de los sistemas de innovación para generar una perspectiva evolutiva estructural.

El objetivo de este documento es presentar el marco analítico de la política de CTI y discutir sus alcances en el contexto de ALC. Para este objetivo, el documento se ha estructurado de la siguiente manera: una introducción y cinco apartados. Después de esta introducción, el primer apartado analiza los principales rasgos del marco analítico dominante. El siguiente describe el ciclo de la política, incluyendo los objetivos, la fundamentación de la política a partir de las fallas del sistema, la selección de los instrumentos y los retos que enfrenta su combinación adecuada. El tercero describe la evolución de la política de CTI en ALC. El apartado cuarto analiza la política de CTI como política pública, y discute el tema de la participación ciudadana. Finalmente, un apartado que reflexiona sobre los desafíos de la construcción de un nuevo marco analítico.

Rasgos del marco analítico dominante de la política de CTI

En sus orígenes, la política de CTI, o de cualquiera de sus diferentes acepciones,² se basó en enfoques ortodoxos. Desde esta perspectiva, el mercado es el modo de coordinación y de selección, y cualquier intervención del Estado para contrarrestar el mal funcionamiento de los mercados reducirá el bienestar. Se considera que la tecnología es información, por lo cual es fácilmente codificable y transferible. En un contexto de equilibrio, se asume que existe información perfecta y que los agentes tienen un comportamiento que busca maximizar su utilidad. La generación de

2 La política de CTI ha tenido diversos nombres que reflejan los diferentes énfasis según momentos históricos; se la ha denominado como política científica y tecnológica, política de investigación y desarrollo, política de innovación, entre otras. En este documento se utiliza el nombre de política de CTI, que es el más aceptado en ALC.

conocimiento científico y tecnológico se caracteriza por ser incierta, tiene resultados difíciles de apropiar y requiere una escala mínima eficiente, por ello las empresas subinvierten en I+D. En este marco, se adopta un modelo lineal que considera, en esencia, que la oferta de conocimiento determina la demanda o, posteriormente, en la dirección contraria, que la demanda determina lo que se debe investigar. Como las relaciones entre los agentes pasan básicamente por el mercado, la intervención pública se fundamenta en la existencia de fallas de mercado y de gobierno asociadas a la incertidumbre, las asimetrías de información y la imperfecta apropiabilidad, entre otras. La política de CTI se localiza principalmente en el nivel nacional y la intervención es centralizada. Se centra en proporcionar bienes públicos, mitigar externalidades, reducir barreras a la entrada o eliminar estructuras de mercado ineficientes (Chaminade y Edquist, 2006).³

A la par que avanzó el enfoque de los SNI, y fruto de la reflexión a partir de la evidencia empírica de estudios sobre la política de CTI desde una perspectiva evolucionista, la teoría sobre la política de CTI ha avanzado en la dirección de adoptar una perspectiva sistémico-evolutiva (Metcalf, 1995; Teubal, 2002; Klein Woolthuis, Lankhuizen y Gilsing, 2005; Smits, Kuhlmann y Shapira, 2010). Desde este enfoque, la tecnología es vista como una combinación de conocimiento tácito y codificado, y no solo como información. Se reconoce la existencia de procesos no lineales de generación y absorción de conocimiento, que estimulan una perspectiva evolutiva, sistémica y dinámica. En este marco, las capacidades ya construidas, los procesos de aprendizaje y el tiempo son relevantes en el análisis. Esto conduce a un modelo interactivo de la CTI, pone en el centro las vinculaciones entre oferta y demanda de conocimiento y analiza la coevolución de los agentes. Las instituciones, vistas como normas, valores o arreglos, son mediadoras entre agentes. La justificación de la intervención del Estado en el sector incluye fallas sistémicas, asociadas al funcionamiento de las redes, a las instituciones y al marco regulatorio, y no solo fallas de mercado y de gobierno. Las políticas de CTI se localizan en el nivel nacional y regional.

El marco analítico del paradigma dominante se refiere a la política de innovación, y reconoce centralmente su conexión con el SNI, sobre esta base, el fomento de los vínculos entre los actores juega un papel central.

3 También ver el capítulo 15, de Lavarello *et al.*

En la actualidad, el marco analítico del paradigma dominante se refiere a la política de innovación, reconoce centralmente su conexión con el SNI y, sobre esta base, el fomento de los vínculos entre los actores juega un papel central (OCDE, 2010a). Los objetivos de la política de innovación suelen agruparse de la siguiente manera: 1) apoyar la inversión en investigación e innovación, 2) mejorar las competencias de las empresas para realizar innovación y 3) fortalecer vínculos dentro de los sistemas de innovación.

Desde este marco analítico se ponen de relieve la transversalidad de la política de innovación (Kuhlmann, 2001; Cooke, 2011), la necesidad de coordinación entre una gama más amplia de actores de diferentes ámbitos (academia, sector empresarial) y espacios (local, regional, nacional, global), la combinación de aproximaciones *top-down* y *bottom-up*, la participación de las partes interesadas (*stakeholders*) y la problemática de la gobernanza multinivel –que incluye niveles local, nacional, entre países de una región e internacional– emerge como relevante, en un contexto en el que coexisten muchas estructuras de autoridad que operan e interactúan tanto en el nivel nacional como internacional (Smits, Kuhlmann y Shapira, 2010).

La perspectiva sistémico-evolutiva ha tenido una fuerte influencia en la construcción del marco analítico del paradigma dominante de la política de CTI, el cual es hoy promovido por organismos internacionales como la OCDE, el BID, la CEPAL, la UNCTAD o la UNESCO. Se ha fortalecido también con la creación de plataformas como la Innovation Policy Platform (IPP) de la OCDE, y el Global Observatory of STI Policy Instruments (GO-SPIN) de UNESCO.⁴

El uso del concepto de política de innovación tiene un énfasis en la innovación empresarial y descuida a la ciencia y la tecnología. Esto da el mensaje de que, si bien la ciencia y la tecnología están asociadas a la innovación, son menos relevantes. En países con sistemas científicos pequeños e incluso inmaduros, este énfasis en la innovación tiende a tener una repercusión limitada. Además, en los países que excluyen socialmente a una porción significativa de la población, el énfasis en la innovación empresarial puede ser limitado, ya que deja fuera otras dimensiones co-

⁴ La OCDE y el Banco Mundial están desarrollando la IPP (www.innovationpolicyplatform.org) como una herramienta para el diagnóstico, diseño e implementación de la estrategia. El GO-SPIN es un observatorio mundial de instrumentos de política de CTI, ha sido desarrollado por la UNESCO con datos de países de América Latina, del Caribe y de África, y contiene un conjunto de bases de datos equipado con gráficos y herramientas de análisis.

mo las de la innovación social o inclusiva, que también requiere ciencia y tecnología (Bortagaray y Gras, 2014; Dutrénit y Sutz, 2014).⁵

La propuesta de combinación de políticas asociada al paradigma dominante –que se analiza en el apartado “La evolución de la política de CTI en América Latina y el Caribe” (p. 209)– ha evolucionado desde un énfasis en las medidas del lado de la oferta, principalmente incentivos fiscales a la I+D que operan como créditos fiscales, y subsidios o subvenciones directas, hacia las medidas del lado de la demanda con un fuerte respaldo de las políticas de compras públicas de innovación. En esencia se busca un equilibrio entre ambos lados (Edler, 2011; Flanagan, Uyerra y Laranja, 2011).

Este marco analítico se construyó teniendo en cuenta las condiciones iniciales de un conjunto de países desarrollados y algunos países emergentes exitosos. Sin embargo, surgen diferencias entre países a lo largo del proceso de implementación de la combinación de políticas. Izsák, Markianidou y Radošević (2013) argumentan que las diferencias en los SNI y las condiciones micro y macroeconómicas son importantes para explicar el desempeño de la innovación. En particular, las condiciones del marco regulatorio influyen en el desempeño del SNI. Estos autores argumentan que la combinación de políticas en varios países europeos ha consistido en soluciones simplemente transferidas desde otros lugares y no en una respuesta adecuada a los desafíos internos. Los países latinoamericanos han diseñado sus políticas de CTI en el transcurso del tiempo, bajo la influencia del marco analítico existente en el nivel internacional, más aún en la última década (Corona *et al.*, 2013; Lugones, Porta y Cortner, 2013). Como sostiene la OCDE (2010b), encontrar una combinación óptima de políticas no es un ejercicio aislado y puntual, sino un proceso continuo de ajuste a la dinámica de los sistemas de innovación.

El ciclo de la política

La formulación de la política de CTI incluye diferentes etapas: establecimiento de la agenda, diseño, toma de decisiones, implementación, monitoreo y evaluación. En el paradigma analítico referido, la justificación de la política de CTI se basa en fallas. La existencia de un diagnóstico preciso del tipo de fallas existente en el SNI es necesaria tanto para justificar una intervención pública y la modalidad de dicha actuación como para

5 Ver capítulo 18, de Arocena y Sutz.

establecer objetivos de política apropiados y diseñar una combinación de instrumentos adecuada.

Justificación de la intervención

Los fundamentos para la intervención de la política de CTI se basan en la identificación de diferentes tipos de fallas. UNCTAD (2017ab), Chaminade y Edquist (2010) y el IPP describen con detalle estos tipos de fallas o deficiencias que impactan en la producción, diseminación y acumulación del conocimiento. Se reconocen cuatro grupos de fallas: de mercado, sistémicas, en las capacidades y recursos, y de gobierno. En conjunto explican una insuficiente inversión en actividades de I+D, particularmente en las empresas privadas.

- Fallas de mercado. Hay tres tipos: i) apropiabilidad imperfecta o externalidades positivas como consecuencia de la dificultad de apropiarse completamente de los resultados de los esfuerzos de investigación; ii) incertidumbre asociada a asimetrías en el acceso a la información y a distintas percepciones de riesgo que pueden inducir una subinversión en I+D; iii) ¿indivisibilidad asociada a la necesidad? de economías de escala. Estas fallas afectan la producción, diseminación y acumulación del conocimiento, y explican el hecho de que no se alcanza un equilibrio social óptimo.
- Fallas sistémicas. Hay tres tipos: i) de redes, asociadas con problemas en la coordinación/interacción entre los actores, vínculos débiles y la existencia de dependencia tecnológica (*lock-in*); ii) institucionales, relacionadas con deficiencias en instituciones públicas que no permiten que se trabaje de forma eficaz dentro del sistema de innovación, y con deficiencias en la gobernanza de los sistemas; iii) de marcos contextuales, asociadas con deficiencias en los marcos regulatorios (por ejemplo, las normas de salud y seguridad), y deficiencias en otras condiciones del entorno como la cultura y los valores sociales. Estas fallas son imperfecciones del sistema de innovación que limitan o bloquean el desarrollo, la difusión y la utilización económicamente útil del conocimiento y la innovación.

- Fallas en las capacidades y los recursos. Se refieren a problemas de gestión de la innovación, de comprensión tecnológica y de capacidad de aprendizaje.
- Fallas de gobierno. Se refieren a diferentes deficiencias del gobierno, como problemas en proveer un contexto que genere condiciones apropiadas; en particular, son fallas en el diseño de la política de CTI, en reglas y regulaciones que no conducen a la innovación, o de modo más general en el marco regulatorio de la vinculación que no favorece la articulación entre los agentes o que dificulta la creación de *start-ups* por investigadores de centros de investigación, o que carece de mecanismos nacionales de promoción y control que promuevan y premien distintos tipos de vinculación.

Es necesario tener un diagnóstico preciso del tipo de fallas existente en el SNI para justificar: una intervención pública, la modalidad de dicha actuación, la propuesta de pertinentes objetivos de política y el diseño de una adecuada combinación de instrumentos.

Recientemente han emergido otras interpretaciones de la intervención del Estado en CTI. Destacan dos propuestas. Por un lado, con la perspectiva de los sistemas en transición, un tercer marco para la política de innovación es el del cambio transformador (Chataway *et al.*, 2017). Esta propuesta toma como punto de partida el argumento de que los impactos negativos o las externalidades de la innovación pueden ser superiores a las contribuciones positivas. Este marco se centra en movilizar el poder de la innovación para abordar una amplia gama de desafíos sociales, incluyendo desigualdad, desempleo y cambio climático y aborda, explícita y fundamentalmente, las metas sociales como su foco principal. Hace hincapié en las políticas para dirigir los “sistemas sociotécnicos” hacia direcciones socialmente deseables e incorpora procesos de cambio en la sociedad. La política de innovación explora cuestiones relacionadas con el cambio del sistema sociotécnicos para generar una transformación estructural mediante arreglos de gobernanza entre el Estado, el mercado, la sociedad civil y la ciencia, propone recurrir a la experimentación y aprendizaje social junto con una investigación e innovación responsables y, finalmente, promueve un papel más constructivo de la prospectiva para dar forma a los procesos de innovación desde el principio y sobre bases continuas. Es un enfoque aún en construcción.

Por otro lado, Mazzucato (2016) critica la visión del sector público como facilitador del cambio, asumiendo solo un papel de incentivar,

facilitar o reducir el riesgo del sector privado. En esta dirección señala que el Estado no debe solo ajustar las fallas de mercado o sistémicas. Argumenta que este puede crear directamente el cambio si asume una visión más estratégica, basada en la orientación de la innovación y con la perspectiva de crear activamente mercados.⁶ A su vez, sostiene que se requiere diseñar complementariamente políticas verticales que establezcan la dirección del cambio y que esto, a su vez, supone un Estado emprendedor que promueva proyectos/programas orientados por una misión innovadora.

Los objetivos de la política de CTI

Los argumentos utilizados para justificar una intervención pública para promover la CTI enmarcan las decisiones respecto de los objetivos de la política. Los instrumentos seleccionados se orientan hacia el cumplimiento de los objetivos, y la combinación de instrumentos utilizada es importante para la coherencia de la intervención.

En América Latina y el Caribe, las políticas de CTI son el resultado de la confluencia de la adopción de marcos analíticos provenientes de organismos internacionales con perspectivas y aprendizajes regionales y nacionales. Las políticas de CTI se han desarrollado basadas en: 1) las recomendaciones de los organismos internacionales fundamentadas en marcos analíticos de política de innovación que emergieron fuera de la región, tales como el enfoque del sistema nacional de innovación (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993) y los enfoques sistémico-evolutivos adoptados en las políticas de CTI (Metcalf, 1995; Teubal, 2002; Smits, Kuhlmann y Shapira, 2010); 2) elementos enraizados en la región basados en la tradición de la escuela latinoamericana de pensamiento sobre CyT, el enfoque estructuralista, o las nuevas propuestas de la CEPAL (Sabato y Botana, 1968; Prebisch, 1949a-b; Furtado, 1958 y 1961; Herrera, 1971; Sagasti, 1978 y 2011; CEPAL, 2008); 3) los aprendizajes de estos países sobre la formulación e implementación de instrumentos inspirados en sus propias realidades, que se comparten entre los países. El resultado son marcos de políticas con rasgos idiosincráticos que reflejan el entramado institucional y las capacidades de CTI de cada país (Crespi y Dutrénit, 2014). Adicionalmente, los agentes nacionales están condicionados

6 Ver el capítulo 15, de Lavarello *et al.*

por la historia de sus instituciones, por su legislación y por las reglas de juego que han establecido (Dutrénit y Puchet, 2017).

Sobre el fin último de la política de CTI, el paradigma dominante está predominantemente orientado hacia la construcción de capacidades en CTI, sobre todo de innovación, para atender desafíos de productividad, competitividad, crecimiento económico. Los objetivos incluyen: ampliar las fronteras del conocimiento científico y tecnológico, capacitar recursos humanos de alto nivel en CyT y contribuir al crecimiento económico.

Pero, desde una perspectiva evolutiva y estructural, la política de CTI no solo es relevante para atender esos objetivos, sino que también debe incorporar el fortalecimiento de la capacidad del país para satisfacer las necesidades prioritarias de la sociedad y orientarse por los objetivos de mejorar la calidad de vida de la población y de incorporar el proceso de desarrollo a los amplios segmentos de la población que hoy están excluidos. En verdad, los países latinoamericanos han tenido dificultades para conectar las propuestas de los organismos internacionales con la formulación de políticas nacionales que atiendan, de manera simultánea, los desafíos del desarrollo (Torres *et al.*, 2014; Casas, Corona y Rivera, 2014). Como se argumenta en la “Declaración LALICS” (LALICS, 2014), la política de CTI debe tener una perspectiva de inclusión social.

Dutrénit y Vera-Cruz (2016) argumentan que han emergido dos líneas de discusión sobre cómo la política de CTI debe atender los objetivos de desarrollo. La primera, de orden teórico y en el marco de la relación entre SNI y desarrollo, plantea que la inclusión social debe ser un objetivo explícito de la política de CTI y convierte así el desarrollo inclusivo en el centro de la acción de los sistemas nacionales de innovación (Johnson y Andersen, 2012; LALICS, 2014; Arocena y Sutz, 2012; Dutrénit y Sutz, 2014). La segunda se enmarca en el paradigma dominante sobre la política de CTI y tiene su expresión en la estrategia “Horizon 2020” de la Unión Europea que se basa en tres pilares: ciencia excelente, liderazgo industrial y desafíos de la sociedad. El pilar de los desafíos de la sociedad se enfoca hacia: 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, innovadoras y reflexivas; sociedades seguras (European Union, 2013).

Ambas líneas de discusión se relacionan aunque el énfasis de cada una difiere. La primera destaca a la inclusión social como fin último, mientras que la segunda incorpora los desafíos de la sociedad con otros pilares, y

aborda junto a la inclusión social un conjunto de problemas nacionales de otra índole, como la excelencia en ciencia o el liderazgo industrial.

Los instrumentos⁷

La identificación de problemas es la base para seleccionar las opciones de política. Después de definir los objetivos de la política de CTI, se seleccionan los instrumentos que ayudarán a cumplir estos objetivos. La intervención pública realizada por la política de CTI se concreta mediante instrumentos o medidas de política. Estos instrumentos no tienen la intención de influir directamente en los objetivos finales del desarrollo porque están diseñados solo para influir en los procesos de investigación e innovación. Cada uno tiene diferentes destinatarios, se enfoca hacia actores o procesos específicos y contribuye, de manera particular, al cumplimiento de alguno de los objetivos específicos.

Definición y tipos de instrumentos

Los instrumentos son una

... medida [de política] que moviliza recursos (financieros, humanos o de organización), a través de programas o iniciativas de investigación e innovación (co)financiados públicamente; fondos de generación o de difusión de información y el conocimiento (estudios, mapa de ruta, actividades de difusión de tecnología, servicios de asesoramiento o asociaciones público-privadas) en apoyo a las actividades de investigación e innovación; y/o promueve un proceso institucional (actos jurídicos o normas reguladoras) diseñado para influir de forma explícita en la realización de la investigación y la innovación de las organizaciones. Además, una medida de política se implementa normalmente sobre bases continuas (plurianual), en lugar de ser un “evento” de una sola vez o un solo “proyecto” (Izsák, Markianidou y Radošević, 2013: 16).

Para diseñar instrumentos de política de CTI que sean adecuados es necesario conocer, con la mayor precisión posible, las principales causas del problema identificado y, sobre esta base, seleccionar los instrumentos

7 Esta sección se basa en UNCTAD (2017a-b).

que podrían aminorar los problemas y la respectiva combinación que, potencialmente, ofrezca mejores resultados (Cunningham *et al.*, 2013).

Los instrumentos de política tienen un propósito específico y son únicos (Borrás y Edquist, 2013). Su propósito es inducir un cambio, o evitar el cambio de una situación que se considera apropiada, de una manera particular y en una dirección que se considera que estimulará el cumplimiento de los objetivos de la política de CTI. Los instrumentos son únicos en el sentido de que son elegidos, diseñados e implementados con un problema específico en mente, en el contexto específico de la política de CTI, en un momento específico y en una situación política del gobierno.

En el nivel internacional existe una variada gama de instrumentos de política, que se han diseñado e implementado en varios países. Hay diferentes criterios para clasificarlos, haciéndolos depender, entre otros, de: i) el tipo de incentivo que proporcionan; ii) su énfasis sobre la demanda o sobre la oferta; iii) su alcance horizontal (transversal) o vertical (dirigido a grupos específicos de agentes/sectores/industrias). Los incentivos financieros pueden ser directos (un subsidio) o indirectos (crédito fiscal), pueden ser ofrecidos bajo el esquema de una ventana abierta (disponible todo el año) o bajo una convocatoria que presenta una duración determinada para someter propuestas, sobre una base competitiva o generalizada, y con un presupuesto que puede ser de composición abierta o definido en la propuesta.

Los tipos de instrumentos se pueden distinguir por su carácter en tres grupos (Borrás y Edquist, 2013): i) instrumentos de regulación, que son herramientas legales (leyes, normas, etcétera) que acotan y encauzan las interacciones sociales y de mercado; son ejemplos las regulaciones de los derechos de la propiedad intelectual, de las organizaciones públicas de investigación, universidades y centros de investigación, de aspectos específicos referidos a la naturaleza legal de las organizaciones y del empleo de los investigadores; ii) instrumentos económicos y financieros, que son incentivos (o desincentivos) pecuniarios específicos que apoyan actividades sociales y económicas específicas como, por ejemplo, apoyo público a las organizaciones de investigación, fondos de investigación competitivos, incentivos fiscales a la I+D realizada en el nivel de empresa, apoyo a capital de riesgo y capital semilla; iii) instrumentos suaves, que se caracterizan por ser voluntarios y no vinculantes o coercitivos, como recomendaciones, apelaciones normativas, promoción de códigos de conducta.

El conjunto de instrumentos seleccionados no es una suma de instrumentos independientes, por el contrario, existen articulaciones entre los mismos y esto da lugar al concepto de combinación de instrumentos (OCDE, 2010b). Existen complementariedades y tensiones entre instrumentos que muestran interacciones entre los mismos. Estas interacciones pueden tener efectos concurrentes complementarios, o generadores de tensiones entre instrumentos e incluso ser contrastantes entre ellos aunque estén incorporados en un diseño de política de CTI; por esta razón, la combinación de instrumentos ocupa un lugar central en la formulación de la política de CTI.

Combinación de instrumentos

La elección de los instrumentos en la formulación de una política de CTI implica tres dimensiones importantes (Borrás y Edquist, 2013): i) una selección inicial de los instrumentos específicos más adecuados entre la amplia gama de diferentes instrumentos posibles; ii) el diseño concreto o adaptación de los instrumentos para el contexto en el que deben funcionar; iii) el diseño de una combinación de instrumentos, es decir, el conjunto de instrumentos de política que se complementan para hacer frente a los problemas de la política de CTI identificados inicialmente.

Al seleccionar instrumentos de política para conformar una combinación de instrumentos, es importante tener en cuenta las características individuales, las complementariedades, si la presencia de un instrumento en la combinación aumenta la eficacia de otros instrumentos; los efectos contrastantes/*trade-off*, si un instrumento atenúa la eficacia de otro, o el hecho de que un instrumento no tenga efectos sobre otros (Cunningham *et al.*, 2013). Fahrenkrog *et al.* (2002) contiene un conjunto de herramientas para la evaluación de los instrumentos.

La evolución previa de la política de CTI y de los estilos de la política nacional incide sobre las opciones de combinación de políticas específicas que se pueden diseñar en un país. Asimismo, los instrumentos de política no pueden ser inflexibles, en la medida en que los sistemas evolucionan y los actores aprenden en este proceso, será necesario cambiar los instrumentos. Por lo cual, los instrumentos y su combinación deben evolucionar a lo largo del tiempo.

Las combinaciones de instrumentos de CTI son diferentes en cada país/región debido a que los sistemas de innovación, los problemas y los contextos sociopolíticos e históricos de la formulación de políticas son dife-

rentes. Más aún, un instrumento o combinación de instrumentos puede adoptar distintas formas en distintas industrias. Por tanto, la búsqueda de “modelos óptimos” para la combinación de instrumentos es una tarea difícil, o casi imposible (OCDE, 2010b; Flanagan, Uyarra y Laranja, 2011).

La combinación de instrumentos en los países latinoamericanos es un híbrido que resulta de la yuxtaposición de diferentes estratos de construcción institucional y de diseño e implementación de instrumentos.

La evolución de la política de CTI en América Latina y el Caribe⁸

La experiencia de ALC en relación con el diseño e implementación de políticas de CTI tiene sus orígenes en los años cincuenta del siglo XX. Desde entonces, para promover la CTI en la región se ha combinado la aplicación del marco dominante de nivel internacional junto a experimentos basados en marcos analíticos de política alternativos.⁹

La fase basada en el enfoque de oferta (1950-1980)

El marco conceptual que gobernó esta fase se basó en un modelo lineal de innovación (oferta-demanda), en que la producción directa de conocimiento y los activos complementarios –en particular el capital humano y la información– eran dominados por instituciones públicas (por ejemplo, laboratorios, centros de investigación y universidades). La protección de la propiedad intelectual era débil, bajo la idea de facilitar la adopción de tecnología y la imitación. La gobernanza de este proceso se basó en el establecimiento de nuevas instituciones: los consejos nacionales de ciencia y tecnología, con la función de financiar la investigación, la formación de recursos humanos, y el establecimiento de marcos analíticos para la política de ciencia y tecnología (CyT). En concordancia con el apoyo a la investigación y la capacitación técnica y profesional, se establecieron institutos tecnológicos, que operaban en el nivel sectorial. Estos tuvieron que cumplir un rol dual: desarrollar investigación aplicada y transferir conocimiento y tecnologías a las empresas que operaban en sectores estratégicos.

⁸ Esta sección se basa en Crespi y Dutrénit (2013).

⁹ Ver Crespi y Maffioli (2013) sobre experimentación de instrumentos de fomento a la I+D.

Consistente con este enfoque, se le asignó una menor importancia a impulsar la construcción de capacidades tecnológicas por el sector privado. De hecho, se conformó un sector empresarial fragmentado entre un conjunto de empresas públicas que operaban en sectores estratégicos (mayormente en energía, servicios e industria pesada), y un conjunto diverso de pequeñas y medianas empresas (pymes) con muy bajas capacidades tecnológicas. En este contexto, los centros de I+D de las empresas públicas jugaron un papel destacable en los procesos de adopción tecnológica y en general de innovación en cada sector estratégico (por ejemplo, empresas públicas como YPF de Argentina, Petrobras y Embraer de Brasil, Pemex de México). Estos centros coexistieron con una gran población de pequeñas y medianas empresas (pymes), que bajo la protección arancelaria y el crédito barato en algunos países, siguieron un modelo idiosincrático de aprendizaje. Posteriormente, se observó la entrada de subsidiarias de empresas multinacionales (EMN) que trajeron a la región tecnologías modernas, mayormente desarrolladas en las matrices localizadas en los países desarrollados, las cuales recibieron solo adaptaciones incrementales a las condiciones locales.

Desde un punto de vista institucional, los actores clave desde el gobierno fueron los ministerios de educación y de industria, los consejos nacionales de ciencia y tecnología, los bancos nacionales de desarrollo y los consejos de la inversión extranjera directa. Desde el ámbito privado es posible observar un número creciente de asociaciones empresariales y de sindicatos que jugaron algún papel. Sin embargo, el marco general de políticas de CTI puede ser caracterizado como de arriba hacia abajo con una débil coordinación vertical y horizontal y relativamente bajo grado de interacción público-privada.

Transición hacia una fase basada en el enfoque de demanda (1980-2000)

El enfoque de políticas del Consenso de Washington tuvo implicaciones importantes para la política de innovación. De hecho, la mayoría de los organismos públicos y de las instituciones relacionadas con la promoción de la innovación perdieron importancia dentro de la estructura burocrática del Estado. El presupuesto público de las organizaciones del lado de la oferta de conocimiento fue severamente reducido, se establecieron nuevos sistemas de incentivos para introducir disciplina de mercado en los

institutos tecnológicos. Estas organizaciones tuvieron que incrementar dramáticamente su financiamiento propio a través de la venta de servicios al sector privado, se desreguló la formación de recursos humanos y las universidades privadas entraron en el mercado educativo, se fortalecieron gradualmente los sistemas de propiedad intelectual.

Las reformas estructurales tuvieron también consecuencias importantes para el modelo de innovación que se estaba utilizando, entre los que destacan: i) los bienes de capital importados se hicieron más baratos, lo que indujo a una sustitución de bienes producidos localmente por maquinaria y equipo importados; ii) la reconfiguración de las cadenas de producción global condujeron a una especialización de las subsidiarias de las EMN en pocos productos globales, convirtiéndose en importadores de una amplia gama de insumos; iii) la privatización de las empresas públicas llevó a cerrar los centros de I+D y a una reducción significativa de los gastos en ingeniería; iv) la emergencia gradual de un sector de pyme intensivas en conocimiento y especializadas en servicios de tecnologías de información y comunicación (TIC) y software se enfocó al 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). La demanda sufrió una marcada reconfiguración, las necesidades de adoptar tecnología se incrementaron y los incentivos a la innovación, por el lado de la demanda, crecieron, principalmente a través de una mayor competencia en el mercado de productos. Resultó irónico que justo en ese momento de diversificación y expansión de la demanda, el apoyo al lado de la oferta de conocimiento se desmanteló.¹⁰

En resumen, las principales políticas durante este período fueron la desregulación del sistema de educación superior, la reducción del apoyo a la investigación científica junto con un cambio en los esquemas de financiamiento (hacia fondos competitivos y convocatorias), el fortalecimiento de los derechos de propiedad intelectual y del clima general de los negocios. Al mismo tiempo, hubo una reducción del presupuesto para los institutos tecnológicos e incluso algunos de ellos fueron cerrados. Para los que permanecieron, se introdujo un cambio en los mecanismos de financiamiento para convertirlos en oferentes de servicios de metrología y de control de calidad.

10 Esto contrasta fuertemente con la evidencia de Finlandia e Israel comentada posteriormente.

Hacia los años finales de esta fase quedó claro que las fallas de mercado asociadas a la innovación permanecían latentes y las externalidades, la falta de activos complementarios y el financiamiento continuaban siendo obstáculos importantes para que las empresas se adaptaran al nuevo escenario. Basándose en la revisión de casos exitosos de *catching-up*, como los de Finlandia e Israel, algunos países comenzaron a experimentar con nuevas intervenciones. De hecho, con la fuerte referencia del caso Israelí de una política tecnológica horizontal impulsada por la Oficina del Científico Jefe (OCS, por sus siglas en inglés), se implementaron, desde la segunda mitad de los años noventa, subsidios para la I+D empresarial, estímulos fiscales a la I+D, créditos condicionales y *vouchers* para la transferencia de tecnología fueron introducidos. La mayoría de estos programas se introdujo como parte de una innovación institucional: el fondo de desarrollo tecnológico. Si bien en muchos casos este fondo fue inicialmente establecido en instituciones ya existentes, tales como agencias de desarrollo o consejos de investigación, comenzó a generarse una creciente especialización institucional que condujo al desprendimiento de agencias especializadas o unidades de financiamiento. El marco general de políticas de CTI puede ser caracterizado como de abajo hacia arriba, con una débil coordinación vertical y horizontal, pero con una creciente experimentación de modos de interacción público-privada.

Hacia una fase basada en 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 internalizar las externalidades y resolver las fallas de coordinación. La evidencia en torno a las mejores prácticas sobre los determinantes del éxito innovador de las economías que lograron el *catching-up* muestra un interés creciente en los roles que juegan la construcción de subsistemas de investigación y de capital humano en estos procesos. La difusión del concepto de SNI disparó un interés renovado en la inversión del lado de la oferta de la ecuación, 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. De esta forma, esta fase abrió

el espacio para un nuevo período de aprendizaje y experimentación de las políticas de CTI.

El diseño del fondo de desarrollo tecnológico era originalmente muy simple, pero se ha venido haciendo más complejo, con la introducción de nuevos instrumentos de política que buscan 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 entre academia y sector productivo, la creación de consorcios tecnológicos y el financiamiento de emprendedores de base tecnológica. Emergieron nuevas instituciones especializadas en vincular las organizaciones del sistema, por ejemplo, las oficinas de transferencia de tecnología.

Otra característica de esta fase es el interés creciente por apoyar políticas verticales. La principal racionalidad para esto es que si bien las políticas horizontales tienen la ventaja de permitir la amplia exploración de oportunidades de inversión en innovación a lo largo de toda la estructura de producción, para que esta sea exitosa, también se requiere la implementación de programas de apoyo a gran escala, lo que no es tan factible dadas las restricciones financieras del sector público. En otras palabras, existe la preocupación de que una combinación de “exploración amplia” con “pequeños presupuestos” conduzca a carencias e insuficiencias en la acumulación de masas críticas y a la pérdida de sinergias entre proyectos. Por estos motivos, desde inicios de los años dos mil ha habido la preocupación por introducir programas verticales. Algunos países comenzaron a experimentar con fondos orientados a objetivos (*mission-oriented*) donde las compras públicas son importantes en programas como los de salud y energía y con subsidios orientados hacia tecnologías específicas e, indirectamente hacia los sectores que las originan, como las llamadas *general purpose technologies* (GPT), que son tecnologías que pueden diseminarse ampliamente a lo largo del sector productivo.

La multiplicación de programas con diseños muy diferentes y la creación de nuevas agencias de implementación han conducido a incrementar la tensión institucional, y han generado la necesidad de mejorar la coordinación de las políticas. Así, se han puesto en práctica nuevos marcos institucionales (Puchet, 2013; Benavente y Price, 2013; Bianchi, Bianco y Snoeck, 2013; Rubianes, 2014; Del Bello, 2014; Dutrénit y Puchet, 2017). El marco general de las políticas de CTI se ha convertido ahora en un modelo de doble dirección: de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba. Hay

una preocupación fuerte por mejorar la coordinación vertical, a través de ministerios de CTI y autoridades de innovación) y la horizontal, (a través de gabinetes pluriministeriales de CTI y consejos de innovación). Es importante destacar que la fase actual de las políticas de CTI más sistémica opera en un contexto de economías abiertas, estabilidad macroeconómica y condiciones externas muy buenas que facilitan no solo la disminución de las restricciones fiscales, sino también una inclinación inducida hacia el aprendizaje y la experimentación.

Las tendencias del diseño y la implementación de políticas de CTI en los países de ALC ha seguido con cierta demora la dinámica de las políticas introducidas en los países desarrollados. 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 ALC han tenido una muy incierta evolución de la macroeconomía, 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 misma receta no funciona en diferentes construcciones institucionales y donde imperan distintos patrones de políticas.

El marco institucional actual es un híbrido que resulta de sus diferentes estratos de construcción, y, conjuntamente, de fases específicas del diseño e implementación de instrumentos de política. Se destacan aquellos que lograron sobrevivir desde los viejos tiempos de las políticas de oferta, por ejemplo, los consejos de CYT, pero coexisten con nuevas organizaciones como las agencias de innovación y con instituciones de vinculación que operan en el contexto de muy diferentes condiciones iniciales y marcos institucionales.

La política de CTI como política pública: la participación ciudadana

Desde el punto de vista de quienes son los responsables de la formulación de políticas de CTI en ALC, se ha transitado por fases que comprenden, sucesivamente, políticas gubernamentales, de Estado y públicas.

En la primera fase, la responsabilidad de formular las políticas residía enteramente en el gobierno. Por ello, instrumentos y medidas eran diseñados y puestos en práctica para mejorar la oferta de conocimientos que iba de la ciencia hacia la innovación pasando por la tecnología. (Crespi y Dutrénit, 2013; Dutrénit y Puchet, 2017). Las acciones de coordinación entre políticas, base de la gobernanza del sistema, eran resultado del funcionamiento centralizado y vertical de las administraciones públicas.

La formulación de políticas que reconocía a la demanda de conocimientos como el origen de las innovaciones requirió incorporar a otras muchas organizaciones más allá del gobierno y quitarle fuerza en las decisiones del poder ejecutivo. En esta segunda fase, los responsables fueron los Estados que incorporaron el diseño de las políticas al poder legislativo, a otros organismos subordinados o autónomos, vinculados con la promoción y el fomento de CTI, a universidades, institutos y centros con funciones de investigación científica y de educación superior, y a asociaciones representativas de empresas y otras organizaciones productivas. También abarcaron a los niveles subnacionales de gobierno y supusieron períodos de mayor duración que los de una administración (Puchet y Ruiz, 2003; Vera-Cruz *et al.*, 2011; Kreimer *et al.*, 2014). La toma de decisiones jerárquica, característica de las administraciones gubernamentales, cedió paso a formas de descentralización, de acordar y de concertar que condujeran a coordinar los programas y su instrumentación.

La coordinación de las políticas de Estado ya no tenía la posibilidad de ser imperativa e introdujo modalidades de cooperación contrastantes con la lógica de arriba hacia abajo peculiar del poder ejecutivo. Se pusieron en práctica instrumentos y medidas que no solo actuaron directamente sobre los participantes y destinatarios (*stakeholders*), sino que se crearon instituciones que, indirectamente, establecieron condiciones y marcos de acción para inducir conductas adecuadas a los objetivos de las políticas, o para regular los intercambios favoreciendo múltiples formas de interacción y comunicación.

La formulación supuso, en la tercera fase de las políticas de CTI, la participación de un conjunto heterogéneo de organizaciones que incluyen administraciones de diferentes niveles de gobierno –nacional, lo-

cal-, el parlamento, universidades y centros públicos de investigación, empresas y organizaciones empresariales. Como cada una responde a diferentes racionalidades, intereses, prioridades y lógicas, se necesitó, en consecuencia, un esfuerzo de coordinación que establezca una agenda común, base de la formulación de la política, que asegure una toma de decisiones oportuna y que haga efectiva una implementación adecuada de los objetivos.

En particular, la tendencia en ALC muestra que, desde el punto de vista de su formulación, las políticas de CTI han transitado del monopolio gubernamental, concentrado en los poderes ejecutivos de los países, hacia políticas de Estado que coordinan acciones con los otros poderes, con los niveles subnacionales de gobierno y con diversas asociaciones o con organizaciones productoras y demandantes de conocimientos. Se ha arribado así a una fase en la que se aspira a formular políticas públicas. Ante estos hechos que suponen políticas menos monopolizadas, con más líneas de coordinación con otras administraciones públicas e incluso con otras múltiples entidades, que están sujetas a requerimientos de descentralización territorial y que, de manera cada vez más notable, se encuentran expuestas a la participación de grupos de la sociedad civil interesados en la CTI, se impone una concepción de política pública. Esta concepción requiere que se articule con y se sustente en, de manera orgánica, el sistema de innovación (SI) a distintos niveles y respecto de sus sectores componentes –empresarial, académico, gubernamental, de organizaciones de la sociedad civil– y que, a la vez, acompañe el ciclo de las políticas.

Desde un punto de vista general, la fase de las políticas públicas está, en esencia, caracterizada por la participación de las partes interesadas en la formulación de políticas (Aguilar, 1992 y 2006; Valenti, 2008; Ordóñez-Matamoros *et al.*, 2013). Se supone que esa participación integra a aquellas personas que son potencialmente afectadas por las decisiones que toma el gobierno, o a aquellos involucrados en las acciones de política que están informados sobre sus consecuencias, o a individuos o entidades que tienen conocimientos especializados pertinentes o experiencia relevante sobre el tema en cuestión (Cuppen, 2012). Las políticas incorporan entonces, en su hechura y puesta en práctica, la participación de múltiples actores situados más allá de las esferas gubernamental y estatal y generan su creciente institucionalización. Para ella se configuran mecanismos que rigen la inclusión de una variedad de personas, grupos sociales y entidades civiles. La construcción de políticas públicas se ca-

racteriza por la participación ciudadana y esta se pone en el centro del proceso de toma de decisiones (Jensen, 2005; Griessler, Erik; Biegelbauer, Peter y Hansen, 2011; Dutrénit y Natera, 2017).

El gobierno de las políticas, ejercido de manera relativamente vertical, se convierte en una gobernanza caracterizada por un proceso decisional policéntrico que integra, por un lado, la configuración de normas de conducta y modos de acción de quienes deben acordar para orientar las actividades hacia metas comunes y que, por el otro, requiere que surjan formas específicas e idiosincráticas de autoconducción y autocontrol de los sistemas (Türke, 2008).

Las interacciones entre actores están en el centro de los sistemas de innovación. En los sistemas inmaduros y aun en aquellos ya emergentes, la interacción tiende a ser más limitada, e incluso se presentan bloqueos para su operación, obstáculos para la comunicación que la habilita, o comportamientos de sus practicantes que la dificultan o inhiben. En otras palabras, se tienden a reforzar las fallas sistémicas (Chaminade *et al.*, 2009).

Como argumentan Chaminade *et al.* (2009), es la participación y el diálogo lo que puede conducir a transformar los sistemas emergentes en sistemas maduros. Pero es necesario tomar en cuenta algunas especificidades. Las condiciones iniciales de los SNI de los países en desarrollo, particularmente en ALC, son diferentes de las observadas en las economías desarrolladas. Hay dos rasgos que es necesario destacar: i) hay una mayor diversidad de organizaciones y actores (Cimoli, 2000; Cassiolato, Lastres y Maciel, 2003; Dutrénit *et al.*, 2010; Dutrénit y Sutz, 2013), y ii) hay una amplia diversidad institucional que proviene de los procesos de creación tanto de las organizaciones como de las comunidades que se desarrolla a través de una colisión de sus respectivas culturas organizacionales y comunitarias y de la subordinación mutua entre ellas (Ostrom, 2005). Estos rasgos determinan que el proceso de adaptación al entorno, que está en el origen de los sistemas de innovación en estos países, impone ciertas características a las condiciones de participación y a los procesos de diálogo diferentes de las observadas en muchos países desarrollados (ver el recuadro 1).

La perspectiva evolutiva y estructural basada en la coevolución concibe el funcionamiento de los sistemas mediante procesos causales que condicionan y acotan las decisiones de los agentes miembros de las diversas poblaciones y que, también, moldean, en gran medida, las instituciones informales que la interacción y los mecanismos bidireccionales constituyen. En ese espacio condicionado, acotado e instituyente se requieren

las políticas públicas de CTI para estimular el desarrollo de los sistemas de innovación y su gobernanza a diferentes niveles. Este enfoque de las políticas justifica la intervención pública, no la gubernamental, para introducir incentivos que promuevan la innovación y para, fundamentalmente, dar solución a fallas sistémicas. El centro de atención de la política de innovación se transforma en el funcionamiento sin interferencias y obstáculos de las redes de agentes y organizaciones, y de las instituciones y el marco regulatorio en el que operan (Chaminade y Edquist, 2006).

Reflexiones finales: hacia la construcción de un nuevo marco analítico

La evidencia internacional en relación con el éxito de la política de CTI para inducir cambios en el comportamiento de los actores, cumplir con los objetivos planteados y fortalecer el SNI, no es satisfactoria. Se han realizado varias evaluaciones de la política de CTI por parte de UNCTAD y de OCDE, y si bien los países siguen las recomendaciones de acuerdo con el paradigma dominante de la política, no están logrando avances significativos en su SNI. Ambas evaluaciones usan los mismos lentes: utilizan dicho paradigma que está orientado a crear y fortalecer un SNI y, a partir de ese mismo ideal, proveen recetas de recomendaciones y tratan de no salirse mucho del marco analítico, es decir, no identifican las bases de los problemas en su contexto específico. La evidencia sugiere que la idea de Rodrik (2007) de que la misma receta no funciona en diferentes construcciones institucionales y, particularmente, donde imperan distintos patrones de políticas, se confirma.

La crítica a la reproducción del paradigma dominante de política de CTI se basa en diferentes argumentos. Por un lado, si bien este tiene sus bases en un enfoque sistémico-evolutivo, en los hechos no se diseña la política buscando estimular procesos evolutivos, y menos aún procesos coevolutivos entre la CTI (Dutrénit, Puchet y Teubal, 2011). Por otro, el diseño no se asienta en las condiciones iniciales existentes en los países ni considera los aportes de la teoría estructuralista del desarrollo, por el contrario, responde a diferentes condiciones iniciales. En esta misma dirección, en el caso de ALC, no reconoce problemas como la desigualdad y la pobreza, que son parte fundamental de las condiciones iniciales que hay que atender.

Recuadro 1. Procesos de diálogo para la política pública de CTI en ALC

La generación de políticas públicas consistente con la perspectiva evolutiva y estructural de los sistemas de innovación requiere introducir procesos de diálogo que contemplen la participación de los agentes de las actividades de CTI. Al mismo tiempo, aquellos núcleos o grupos de agentes que, en virtud de sus intereses y sus posturas sobre políticas existentes o posibles, tienen capacidad para diseñar, poner en práctica y acordar políticas conjuntas, se convierten en actores de las políticas públicas. El análisis de casos de diálogo relativos a experiencias compartidas de CTI conduce a profundizar en el funcionamiento de los sistemas de innovación y a ampliar la base conceptual necesaria para comprender esos procesos. Dutrénit *et al.* (2017) procedieron, constructivamente, a mostrar el modo de operar de los sistemas de innovación en el ámbito de la producción participativa de las políticas de CTI. Para ello conceptualizaron y analizaron las relaciones entre las acciones de los agentes y las instituciones que se constituyen en la interacción, la transición mediante la cual emergen actores y comunidades y los requisitos que, en términos de participación y diálogo, debe cumplir la formulación de una política pública de CTI en el subcontinente.

Sin duda la política de CTI debe tener entre sus objetivos la construcción de capacidades en CTI, incluyendo de innovación, para atender desafíos de productividad, competitividad y crecimiento económico. Pero las condiciones iniciales de ALC ponen sobre la mesa el tema de los problemas nacionales, por lo que la inclusión de grandes segmentos de la sociedad, que hoy están excluidos, debería incorporarse a los objetivos de la política de CTI, y tener al menos una política de CTI con perspectiva de inclusión, como plantean las declaraciones de LALICS (2014 y 2017).

Los autores han explorado diferentes hipótesis relativas a: las condiciones macroeconómicas, las condiciones iniciales, las debilidades del marco institucional, las habilidades de los formuladores de política, entre otros factores. Se experimenta mucho en instrumentos y en marcos institucionales, como lo muestra la evolución de la política de CTI en ALC, pero no se avanza hacia la consolidación de nuevos paradigmas. Muchos instrumentos se implementan en los países como pilotos. Además de la presión que viene del exterior para reforzar los instrumentos del paradigma dominante, que se manifiesta en recursos financieros orientados a ese fin, no hay suficiente cooperación regional para compartir lecciones aprendidas. A esto se suman problemas internos de los países. Para los formuladores de política, a veces resulta más seguro diseñar e imple-

mentar instrumentos ya conocidos, que experimentar con nuevos, cuyos resultados son aún más inciertos. En este sentido, una parte importante del presupuesto se destina a instrumentos ya conocidos.

Como se señala en LALICS (2017), “la diversidad y variabilidad de los sistemas de innovación de ALC constituyen por sí mismas fortalezas; reconocer y comprender más ampliamente esas características contribuye a perfeccionar y consolidar políticas de CTI pertinentes para los países y la región”.

En estas etapas de experimentación y de aprender a diseñar política de CTI, aún no se ha aprendido que se debe pensar en la evaluación desde la etapa de diseño del ciclo de la política. Eso permite diseñar la forma de evaluación desde el inicio, incluyendo la forma de monitoreo (Hall y Maffioli, 2008; Crespi *et al.*, 2011). La falta de recursos limita incluir la forma de evaluación desde el diseño, lo cual ubica la evaluación al final del ciclo, sin la información pertinente.

Adicionalmente, todavía se está en el proceso de construir política pública de CTI. En este sentido, ALC se encuentra en una etapa de transición desde el diseño de políticas gubernamentales hacia políticas públicas. La participación pública es limitada y se utilizan mecanismos de diálogo muy limitados, que no permiten oír la voz de los agentes, organizaciones y grupos sociales beneficiados.

Siguiendo a Smits, Kuhlmann y Shapira (2010) son distinguibles tres tipos de danzantes en la política de CTI: los practicantes de la innovación, los diseñadores/implementadores de la política de innovación y los que elaboran la teoría de la innovación.

En esta dirección, Dutrénit y Puchet (2017) han argumentado que los practicantes y los diseñadores/implementadores son dos danzantes que bailan en pistas institucionales diferentes de la CTI. Las reglas y acciones surgen, se forman y construyen desde los practicantes de la innovación. Las leyes y regulaciones para las actividades de CTI son establecidas para facilitar los procesos de gobernanza y son implementadas por los diseñadores/implementadores de la política. No es claro “cuánto” y “qué tan armoniosamente” pueden bailar juntas reglas y acciones de los practicantes con aquellas normas y prácticas de los diseñadores e implementadores de la política. Sin duda, estos últimos enfrentan dificultades para bailar con los primeros. De hecho, no es posible cambiar la música, dada por las reglas de juego, solo con la creación de nuevas normas legales,

particularmente cuando no es claro cómo bailan los practicantes de la innovación y se quiere, mediante normas, arreglar sus partituras.

Se necesita una política estratégica de CTI que considere, valore y comprenda las especificidades de los actores, incluyendo a los practicantes de la innovación, a los diseñadores/implementadores de la política de innovación, y a los que elaboran la teoría de la innovación. La política debe reconocer: las reglas de juego que están operando en el sistema y sus partes, las condiciones iniciales, particularmente las capacidades de CTI nacionales, y el tejido institucional del país.

Este capítulo abre muchas líneas de investigación. Se requiere un esfuerzo de construcción conjunto de nuevos marcos analíticos para la política de CTI desde una perspectiva coevolutiva y estructural, que retomen lo avanzado hasta hoy por la teoría de la política de CTI, pero la contextualicen respecto de las condiciones iniciales de ALC.

Bibliografía

- Aguilar, Luis (1992). *La hechura de las políticas públicas*. México: Miguel Ángel Porrúa.
- (2006). *Gobernanza y gestión pública*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Aldrich, Howard (2001). *Organizations Evolving*. Londres: Sage Publications.
- Ambriz, Luis (2018). “La complementariedad entre elementos del capital físico y el capital humano para la innovación: el caso de México”. Tesis de doctorado en Ciencias Sociales, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco.
- Arocena, Rodrigo y Sutz, Judith (2012). “Research and innovation policies for social inclusion: is there an emerging pattern?”. En Lastres, Helena M. M.; Pietrobelli, Carlo; Caporalli, Renato; Couto Soares, Maria Clara y Pessoa de Matos, Marcelo (eds.), *A nova geração de políticas de desenvolvimento productivo, sustentabilidade social e ambiental*, pp. 101-113. Brasília: BID-BNDES-SESI-CNI.
- Barboza, Luis (2016). “Algunas consideraciones en torno al concepto de comunidad”. Working paper, 6, Red CYTED COM-LALICS. Disponible en: <http://lalics.org/images/CYTED/DT6-DefinicionComunidad.pdf>.

- Benavente, José Manuel y Price, Juan José (2013). “Evolución de la institucionalidad pública de CTI en Chile: 1990-2012”. En Crespi, Gustavo y Dutrénit, Gabriela (eds.), *Políticas de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo. La experiencia latinoamericana*, pp. 51-68. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico/LALICS.
- Bianchi, Carlos; Bianco, Mariela y Snoeck, Michele (2013). “Valorización de las actividades y políticas de CTI en Uruguay”. En Crespi, Gustavo y Dutrénit, Gabriela (eds.), *Políticas de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo. La experiencia latinoamericana*, pp. 141-163. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico/LALICS.
- Borrás, Susana y Edquist, Charles (2013). “The choice of innovation policy instruments”. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 80, n° 8, pp. 1513-1522.
- Bortagaray, Isabel y Gras, Natalia (2013). “Políticas de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo inclusivo: Tendencias cambiantes en América del Sur”. En Crespi, Gustavo y Dutrénit, Gabriela (eds.), *Políticas de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo. La experiencia latinoamericana*, pp. 263-291. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico-LALICS.
- Casas, Rosalba; Corona, Juan Manuel y Rivera, Roxana (2014). “Políticas de ciencia, tecnología e innovación en América Latina: entre la competitividad y la inclusión social”. En Kreimer, Pablo; Vessuri, Hebe; Velho, Léa y Arellano, Antonio (coords.), *Perspectivas latinoamericanas en el estudio social de la ciencia, al tecnología y el conocimiento*. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico-Siglo XXI.
- Cassiolato, José; Lastres, Helena y Maciel, María Lucía (eds.) (2003). *Systems of Innovation and Development Evidence from Brazil*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- CEPAL (2008). *La transformación productiva 20 años después. Viejos problemas, nuevas oportunidades*. Trigésimo Segundo Período de Sesiones de la CEPAL. Santiago: CEPAL-Naciones Unidas.
- Chaminade, Cristina y Edquist Charles (2006). “Rationales for public policy intervention from a systems of innovation approach: the case of VINNOVA”. Working Papers series, CIRCLE, Paper N° 2006/04.

- (2010). “Rationales for public policy intervention in the innovation process: A systems of innovation approach”. En Smits, Ruud; Kuhlmann, Stefan y Shapira Philip (eds.), *The Theory and Practice of Innovation Policy*, pp. 95-114. Cheltenham: Edward Elgar.
- Chaminade, Cristina; Lundvall, Bengt-Åke; Vang, Jan y Joseph, K. J. (2009). “Designing innovation policies for development: towards a systematic experimentation-based approach”. En Lundvall, Bengt-Åke; Joseph, K. J., Chaminade, Cristina y Vang, Jan (eds.), *Handbook of innovation systems and developing countries: building domestic capabilities in a global setting*, pp. 360-379. Cheltenham: Edward Elgar.
- Chataway, Joanna; Daniels, Chux U.; Kanger, Laur; Ramírez, Matías; Schot, Johan y Steinmueller, Ed (2017). “Developing and enacting transformative innovation policy. A comparative study”. Paper en la 8th International Sustainability Transitions Conference, Gothenburg, Sweden, 18-21 de junio.
- Cimoli, Mario (ed.) (2000). *Developing Innovation Systems, Mexico in the Global Context*. Londres: Pinter.
- Cooke, Philip (2011). “Transversality and regional innovation platforms”. En Cooke, Philip; Asheim, Bjorn; Boschma, Ron; Martin, Ron; Schwartz, Dafna y Tödtling, Franz (eds.), *The Handbook of Regional Innovation and Growth*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Corona, Juan Manuel; Dutrénit, Gabriela; Puchet, Martín y Santiago, Fernando (2013). “La co-evolución de las políticas de CTI, el sistema de innovación y el entorno institucional en México”. En Crespi, Gustavo y Dutrénit, Gabriela (eds.), *Políticas de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo. La experiencia latinoamericana*, pp. 114-131. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico/ LALICS.
- Crespi, Gustavo y Dutrénit, Gabriela (2013). “Introducción”. En Crespi, Gustavo y Dutrénit, Gabriela (eds.), *Políticas de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo. La experiencia latinoamericana*, pp. 7-19. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico. [Versión en inglés: Crespi, Gustavo y Dutrénit, Gabriela (eds.) (2014). *Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience*. Londres: Springer].

- Crespi, Gustavo y Maffioli, Alessandro (2013). “Diseño y evaluación de incentivos fiscales para la innovación empresarial en América Latina: Lecciones aprendidas tras 20 años de experimentación”. En Crespi, Gustavo y Dutrénit, Gabriela (eds.), *Políticas de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo. La experiencia latinoamericana*, pp. 233-262. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico/LALICS.
- Crespi, Gustavo; Maffioli, Alessandro; Mohnen, Pierre y Vázquez, Gonzalo (2011). “Evaluating the Impact of Science, Technology and Innovation Programs: a Methodological Toolkit”. SPD working papers (14).
- Cunningham, Paul; Edler, Jakob; Flanagan, Kieron y Larédo, Philippe (2013). “Innovation policy mix and instrument interaction. Compendium of Evidence on the Effectiveness of Innovation Policy Intervention”. NESTA, The University of Manchester.
- Cuppen, Eefje (2012). “A quasi-experimental evaluation of learning in a stakeholder dialogue on bio-energy”. *Research Policy*, vol. 4, n° 3, pp. 624-637.
- Del Bello, Juan Carlos (2014). “Argentina: experiencias de transformación de la institucionalidad pública de apoyo a la innovación y al desarrollo tecnológico”. En Rivas, Gonzalo y Rovira, Sebastián (eds), *Nuevas Instituciones para la Innovación Prácticas y Experiencias en América Latina*, pp. 35-83. Santiago de Chile: CEPAL.
- Dutrénit, Gabriela; Capdevielle, Mario; Corona, Juan Manuel; Puchet, Martín; Santiago, Fernando y Vera-Cruz, Alexandre (2010). *El sistema nacional de innovación mexicano: instituciones, políticas, desempeño y desafíos*. México: UAM-X/ Textual.
- Dutrénit, Gabriela y Natera, José Miguel (eds.) (2017). *Procesos de diálogo para la formulación de políticas de CTI en América Latina y España*. Buenos Aires: CLACSO.
- Dutrénit, Gabriela; Natera, José Miguel; Puchet Anyul, Martín; Vera-Cruz, Alexandre O. y Torres, Arturo (2017). “Dimensiones y atributos relevantes de los procesos de diálogo entre comunidades para el diseño de políticas públicas de CTI”. En Dutrénit, Gabriela y Natera, José Miguel (eds), *Procesos de diálogo para la formulación*

de políticas de CTI en América Latina y España, pp. 37-70. Buenos Aires: CLACSO.

- Dutrénit, Gabriela; Natera, José Miguel y Suárez, Marcela (2014). “Lineamientos para la caracterización de las Comunidades y sus Procesos de Diálogo”. Working paper 1, Red CYTED COM-LALICS. Disponible en: <http://lalics.org/images/CYTED/DT1-ComunidadesDialogo%201.pdf>.
- Dutrénit, Gabriela y Puchet, Martín (2011). “Approaching the measurement of the critical mass of science, technology and innovation: how far off is Mexico?”. *Globelics Conference Papers*, Buenos Aires.
- (2017). “Tensions of STI policy in Mexico: analytical models, institutional evolution, national capabilities and governance”. En Kuhlmann, Stefan y Ordóñez-Matamoros, Gonzalo (eds.), *Research Handbook on Innovation Governance for Emerging Economies: Towards Better Models*, pp. 205-231. Cheltenham: Edward Elgar.
- Dutrénit, Gabriela; Puchet, Martín y Teubal, Morris (2011). “Building bridges between co-evolutionary approaches to science, technology and innovation and development economics: an interpretive model”. *Innovation and Development*, vol. 1, n° 1, pp. 51-74.
- Dutrénit, Gabriela; Puchet Anyul, Martín; Sanz-Menendez, Luis; Teubal, Morris y Vera-Cruz, Alexandre O. (2008). “A policy model to foster coevolutionary processes of science, technology and innovation: the Mexican case”. *Globelics working papers*, N° 08-03.
- Dutrénit, Gabriela y Sutz Judith (eds.) (2013). *Sistemas de innovación para un desarrollo Inclusivo. La experiencia latinoamericana*. México: FCCYT. [Versión en inglés: en Dutrénit, Gabriela y Sutz, Judith (eds.) (2014), *National Innovation Systems, Social Inclusion and Development: The Latin American Experience*. Cheltenham: Edward Elgar].
- Dutrénit, Gabriela y Vera-Cruz, Alexandre O. (2016). “Políticas públicas de CTI, problemas nacionales y desarrollo”. En Erbes, Analía y Suárez, Diana (comps.), *Repensando el desarrollo latinoamericano: una discusión desde los sistemas de innovación*, pp. 351-383. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Edler, Jakob (2011). “Innovation in EU CEE: the Role of Demand- Based Policy”. En Radosevic, Slavo y Kaderabkova, Anna (eds.), *Challenges for European Innovation Policy. Cohesion and Excellence from a*

Schumpeterian Perspective, pp. 177-208. Cheltenham/Northampton: Edward Elgar.

European Union (2013). “The EU Framework Programme for Research and Innovation HORIZON 2020, EU Research and Innovation: Tackling Societal Challenges, EU”, Bruselas.

Fahrenkrog, Gustavo; Polt, Wolfgang; Rojo, Jaime; Tübke, Alexander y Zinöcker, Klaus (2002). *RTD evaluation toolbox: assessing the socio-economic impact of RTD-policies*. IPTS technical report series. European Commission, 295. Sevilla: European Commission.

Flanagan Kieron; Uyarra, Elvira y Laranja, Manuel (2011). “Reconceptualising the ‘policy mix’ for innovation”. *Research Policy*, vol. 40, n° 5, pp. 702-713.

Freeman, Christopher (1987). *Technology, Policy, and Economic Performance: Lessons from Japan*. Londres/Nueva York: Pinter.

Furtado, Celso (1958). “Capital formation and economic development”. En Agarwala, Amar Narain y Sing, Sampat Pal (eds.), *The Economics of Underdevelopment*. Oxford, UK: Oxford University Press.

——— (1961). *Desenvolvimento E Subdesenvolvimento*. Río de Janeiro: Fundo de Cultura.

Griessler, Erik; Biegelbauer, Peter y Hansen, Janus (2011). “Citizen’s Impact on knowledge intensive policy: introduction to a special issue”. *Science and Public Policy*, vol. 38, n° 8, pp. 583-588.

Guston, David H. (2000). “Retiring the social contract for science”. *Issues in Science and Technology*, vol. XVI, n° 4, summer, pp. 32-36.

Hall, Bronwyn y Maffioli, Alessandro (2008). “Evaluating the Impact of Technology Development Funds in Emerging Economies: Evidence from Latin-America”. NBER Working Paper N° 13835 Disponible en: https://eml.berkeley.edu/~bhhall/papers/Hall-Maffioli_EJDR%20rev_Feb08.pdf.

Herrera, Amílcar (1971). *Ciencia y política en América Latina*. Buenos Aires: Siglo XXI.

Innovation Policy Platform (IPP), module on public policy and governance. Disponible en: <https://www.innovationpolicyplatform.org/>

Izsák, Kincso; Markianidou, Paresa y Radošević, Slavo (2013). *Lessons from a Decade of Innovation Policy: What can we learn from TrendChart*

and Innovation Union Scoreboard, p. 100. Bruselas: European Union.

- Jensen, Casper Bruun (2005). “Citizen Projects and Consensus-Building at the Danish Board of Technology: On Experiments in Democracy”. *Acta Sociologica*, vol. 48, n° 3, pp. 221-235.
- Johnson, Bjorn y Andersen, Allan Dahl (2012). “Learning, Innovation and Inclusive Development: New perspectives on economic development strategy and development aid”. *Globelics Thematic Report*, vol. 2011/2012.
- Katz, Jorge (2000). *Reformas Estructurales, Productividad y Conducta Tecnológica en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL/Fondo de Cultura Económica.
- Klein Woolthuis, Rosalinde J.A.; Lankhuizen, Maureen y Gilsing, Victor (2005). “A system failure framework for innovation policy design”. *Technovation*, vol. 25, n° 6, pp. 609-619.
- Kreimer, Pablo; Vessuri, Hebe; Velho, Léa y Arellano, Antonio (coords.) (2014). *Perspectivas latinoamericanas en el estudio social de la ciencia, la tecnología y el conocimiento*. México: CYTED, FCCYT, ESOCITE, Siglo XXI.
- Kuhlmann, Stefan (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”. LALICS, Montevideo.
- (2017). “Declaración LALICS: Sobre la innovación y los desafíos del desarrollo de América Latina y el Caribe: retos y oportunidades”. LALICS, Santo Domingo.
- Lugones, Gustavo; Porta, Fernando y Codner, Darío (2013). “Perspectiva sobre el impacto del Programa de Modernización Tecnológica del BID en la política de CTI de Argentina”. En Crespi, Gustavo y Dutrénit, Gabriela (eds.), *Políticas de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo. La experiencia latinoamericana*, pp. 69-92. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico/LALICS.
- Lundvall Bengt-Åke (ed.) (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres/Nueva York: Pinter.

- (2007). “Innovation System Research Where it came from and where it might go”. Paper to be presented at the Fifth Globelics Conference in Saratov, 19-23 de septiembre.
- Mazzucato, Marina (2016). “From market fixing to market-creating: a new framework for innovation policy”. *Industry and Innovation*, vol. 23, n° 2, pp. 140-156.
- Metcalfe, John S. (1995). “Technology systems and technology policy in an evolutionary framework”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, n° 1, pp. 25-46.
- Nelson, Richard (ed.) (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Nelson, Richard y Winter, Sidney G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press.
- OCDE (2010a). *The OCDE Innovation Strategy: Getting a Head Start on Tomorrow*. París: OCDE Publishing.
- (2010b). “The Innovation Policy Mix”. En *OCDE Science, Technology and Industry Outlook*, pp. 251-279. París: OCDE.
- (2015). *Innovation Policy in Panama: Design, Implementation and Evaluation*. París: OCDE Development Centre Studies.
- Ordóñez-Matamoros, Gonzalo (2013). *Manual de análisis y diseño de políticas públicas*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Ostrom, Elinor (2005). *Understanding institutional diversity*. Princeton: Princeton University Press.
- Prebisch, Raúl (1949a). “O desenvolvimento econômico da América Latina e alguns de seus problemas principais”. En Bielschowsky, Ricardo (ed), *Cinqüenta Anos de Pensamento Na CEPAL*. Río de Janeiro: Record.
- (1949b). “Problemas teóricos e práticos do crescimento econômico”. En Bielschowsky, Ricardo (ed), *Cinqüenta Anos de Pensamento Na CEPAL*. Río de Janeiro: Record.
- Puchet, Martín (2008). “Incentivos, mecanismos e instituições econômicas presupuestas en el ordenamiento legal mexicano vigente para la ciencia y la tecnología”. En Valenti, Giovanna (coord.), *Cien-*

cia, tecnología e innovación. Hacia una agenda de política pública. México: FLACSO.

- (coord.) (2013). “Gobierno y gobernanza de la CTI”. En FCCYT (ed.), *Propuestas para contribuir al diseño del PECITI 2012–2037, Reporte técnico*. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico.
- Puchet, Martín y Ruiz, Pablo (2003). *Nuevas leyes de ciencia y tecnología y orgánica del CONACYT. Buenos propósitos, cambios institucionales y concentración presidencial de las decisiones*. México: Porrúa y Facultad de Derecho – UNAM.
- Rodrik, Dani (2007). *One Economics, Many Recipes. Globalization, Institutions, and Economic Growth*. Princeton: Princeton University Press.
- Rubianes, Edgardo (2014). “Políticas públicas y reformas institucionales en el sistema de innovación de Uruguay”. En Rivas, Gonzalo y Rovira, Sebastián (eds.), *Nuevas instituciones para la innovación prácticas y experiencias en América Latina*, pp. 221-258. Santiago de Chile: CEPAL.
- Sabato, Jorge y Botana, Natalio (1968). “La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina”. En Sabato, Jorge (ed), *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*. Buenos Aires: Paidós.
- Sagasti, Francisco (1978). *Ciencia y tecnología para el desarrollo: informe comparativo central del proyecto sobre instrumentos de política científica y tecnológica (STPI)*. Bogotá: Centro Internacional para el Desarrollo.
- (2011). *Ciencia, tecnología, innovación: políticas para América Latina*. Lima-México: Fondo de Cultura Económica.
- Smits, Ruud; Kuhlmann, Stefan y Shapira Philip (eds.) (2010). *The Theory and Practice of Innovation Policy*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Teubal, Morris (2002). “What is the systems perspective to Innovation and Technology Policy (IPT) and how can we apply it to developing and newly industrialized economies?”. *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 12, n° 1-2, pp. 233-257.
- Torres, Arturo; Casas, Rosalba; De Fuentes, Claudia y Vera-Cruz, Alexandre O. (2014). “Strategies and governance of the Mexican system of innovation: challenges for an inclusive Development”. En Du-

- trénit, Gabriela y Sutz, Judith (eds.), *National Innovation Systems, Social Inclusion and Development: The Latin American Experience*, pp. 34-67. Cheltenham: Edward Elgar.
- Türke, Ralf-Eckhard (2008). *Governance. Systemic Foundation and Framework*. Heidelberg: Physica-Verlag.
- UNCTAD (2011). *A Framework for Science, Technology and Innovation Policy Reviews*, UNCTAD/DTL/STICT/2011/7. Ginebra: UNCTAD.
- (2017a). *Curso de formación sobre Políticas de CTI - MÓDULO 2: Formulación y evaluación de políticas de CTI (Manual del Participante)*. Ginebra: UNCTAD. Disponible en: <http://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=1943>.
- (2017b). *Curso de formación sobre Políticas de CTI - MÓDULO 3: Fomento de la actividad innovadora (Manual del Participante)*. Ginebra: UNCTAD. Disponible en: <http://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=1944>.
- Valenti, Giovanna (coord.) (2008). *Ciencia, tecnología e innovación. Hacia una agenda de política pública*. México: FLACSO.
- Vera-Cruz, Alexandre O.; Dutrénit, Gabriela; Ekboir, Javier; Martínez, G. y Torres, Arturo (2011). “El financiamiento de la investigación y la innovación mediante fondos competidos: balance del caso de la agricultura mexicana”. En Aboites, Jaime y Corona, Juan Manuel (coords.), *Economía de la innovación y desarrollo*, pp. 192-215. México: Siglo XXI.

Bibliografía recomendada

- Borrás, Susana y Edquist, Charles (2013). “The choice of innovation policy instruments”. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 80, n° 8, pp. 1513-1522.
- Crespi, Gustavo y Dutrénit, Gabriela (2013). *Políticas de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo. La experiencia latinoamericana*. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico. [Versión en inglés: Crespi, Gustavo y Dutrénit, Gabriela (eds.) (2014). *Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience*. Londres: Springer].

- Dutrénit, Gabriela y Puchet, Martín (2017). “Tensions of STI policy in Mexico: analytical models, institutional evolution, national capabilities and governance”. En Kuhlmann, Stefan y Ordóñez-Matamoros, Gonzalo (eds.), *Research Handbook on Innovation Governance for Emerging Economies: Towards Better Models*, pp. 205-231. Cheltenham: Edward Elgar.
- LALICS (2017). “Declaración LALICS: Sobre la innovación y los desafíos del desarrollo de América Latina y el Caribe: retos y oportunidades”. LALICS, Santo Domingo.
- Sagasti, Francisco (2011). *Ciencia, tecnología, innovación: políticas para América Latina*. Lima-México: Fondo de Cultura Económica.

Sección II
Innovación en la práctica:
sobre los actores y procesos

Capítulo 7

El proceso innovativo en el nivel de la firma: teoría y empírea

Florencia Barletta, Diana Suárez y Gabriel Yoguel
Universidad Nacional de General Sarmiento, Instituto de Industria

Introducción

La literatura que ha abordado el estudio del proceso innovativo en el nivel de la firma tuvo un desarrollo muy prolífico en las últimas décadas, en el marco de economías cada vez más basadas en el conocimiento. Sin embargo, sus antecedentes se remontan a principios del siglo XX, con la obra de Joseph Schumpeter (1934). Este autor fue pionero en sus aportes teóricos orientados a entender el rol de innovación en los procesos de competencia entre firmas, a partir de lo que denominó “destrucción creativa”. El proceso de destrucción creativa se inicia con el desarrollo de un nuevo producto o proceso por parte de una empresa, su introducción exitosa en el mercado (innovación) y la apropiación de cuasi rentas. Luego, se genera un proceso de imitación por parte de otras empresas, las que a su vez mejoran de modo incremental el producto, para lograr diferenciación y ganar cuota de mercado. En simultáneo, aquellas empresas que no logran imitar las innovaciones pierden participación, y en el extremo desaparecen. El proceso se inicia nuevamente cuando surge una nueva innovación radical que irrumpe en el mercado.¹

Durante los siguientes cincuenta años, y dada la primacía de abordajes ortodoxos de la economía, con una visión de la empresa como un agente representativo homogéneo, la innovación en el nivel de la firma fue definida

¹ Ver capítulo 1, de Motta y Morero.

como una “caja negra” en que entraban inversiones y salían innovaciones. Esta perspectiva ignoraba el proceso no lineal y complejo de innovación en el nivel de la firma.

Cinco décadas después de la obra de Schumpeter y como respuesta crítica a esta visión de “caja negra”, comenzaron a realizarse contribuciones que reclamaban la necesidad de explorar y analizar el contenido de esa caja. La linealidad invención-firma-innovación fue críticamente cuestionada por autores cercanos al evolucionismo, que destacaron el carácter interactivo del proceso de innovación, asociado a las retroalimentaciones positivas que se generan entre las variables intervinientes en ese proceso (por ejemplo, Freeman, 1974; Kline y Rosenberg, 1989; Nelson y Winter, 1982; Rosenberg, 1982). Estos autores coincidieron en señalar que la innovación es un proceso dinámico cuyo éxito depende del desarrollo de capacidades específicas, tecnológicas y organizacionales, y de las interconexiones con otros actores del entorno, tanto de la cadena comercial como de la infraestructura de ciencia y tecnología. De esta manera, en la literatura heterodoxa la innovación es visualizada como un proceso sistémico que depende de las capacidades y conexiones de los agentes y que se manifiesta, por ejemplo, en cambios de rutinas ante la aparición y descubrimiento de problemas (Nelson y Winter, 1982). Esta reinterpretación de Schumpeter en términos de un proceso de destrucción creativa en que se evidencian procesos de variación, retención y selección, con eje en las capacidades y conexiones de los actores, explica el hecho que se refiera a esta literatura como evolucionismo neoschumpeteriano.

Con más de treinta y cinco años de contribuciones evolucionistas neoschumpeterianas nos preguntamos: ¿qué hemos aprendido acerca de los procesos de innovación? El capítulo pretende contribuir a este libro sobre teoría de la innovación con una discusión respecto de *qué es y cómo* se entiende el proceso innovativo en la firma. Partimos de la aceptación de la firma como nivel mínimo de decisión respecto de la búsqueda de cuasirrentas en el proceso de competencia, desde una ontología y epistemología que considera que los actores tienen racionalidad acotada, información imperfecta y operan en condiciones de incertidumbre y desequilibrio. En contraposición a la ortodoxia, esta microevolutiva reconoce la existencia de microheterogeneidad en el sentido planteado en el artículo clásico de Nelson (capítulo 2). El objetivo del capítulo es analizar el proceso de innovación en el interior de la firma. Esto comprende el estudio de los procesos de construcción de capacidades orientadas a la búsqueda de innovaciones, y del impacto del proceso innovativo y sus resultados en el desempeño

económico de la empresa. De manera deliberada, hemos omitido profundizar en el análisis de las capacidades de la firma porque el tema es abordado en detalle en el capítulo 3 por Natera, y en el capítulo 8 por Dutrénit, Torres y Vera-Cruz.

Este capítulo se estructura de la siguiente manera. En la siguiente sección se resumen dos de las aproximaciones conceptuales que más se repiten en la literatura, y que dan sustento teórico a los abordajes empíricos sobre los procesos innovativos en el nivel de la firma: el enfoque basado en los recursos y el enfoque basado en las capacidades o enfoque evolucionista. Seguidamente, se analiza cómo pasar de un análisis general del proceso innovativo a la caracterización en el nivel de firma, a partir del recurso de tipificación de patrones de innovación (en términos de estrategias, modos y perfiles), aplicados en el nivel micro. Luego se presenta esquemáticamente cómo se ha medido la innovación, que es causa y consecuencia de los marcos teóricos y conceptuales discutidos en las dos secciones previas. Finalmente, se presentan algunos desafíos para esta rama de la teoría de la innovación.

Innovación en el nivel de la firma

La firma evolucionista

En el marco de la teoría evolucionista neoschumpeteriana, se asume que las empresas son únicas, que operan con capacidades acotadas y que ello da lugar a estructuras productivas caracterizadas por la existencia de microheterogeneidad (Dosi, 2014; Freeman, 1974; Lundvall, 1992; Nelson y Winter, 1982; Penrose, 1959, entre otros). Las firmas tienen información imperfecta, desconocen todas las opciones, cuentan con recursos humanos también heterogéneos y solo pueden ser analizadas desde una perspectiva espacial y temporal (por ejemplo, en un determinado sistema de innovación). En este marco, el comportamiento de la empresa se asocia con las decisiones relativas a la forma en que trata de obtener beneficios (cuasirrentas) del proceso de competencia en el mercado, vía procesos de diferenciación más o menos exitosos. Así, en lugar de regirse por una maximización matemática, la firma evolucionista persigue beneficios de acuerdo con su estructura, capacidades y estrategia, en el marco de procesos de aprendizaje y trayectorias “sendero-dependientes” (*path-dependence*).²

² Ver capítulo 1, de Motta Morero.

Existen dos explicaciones clásicas heterodoxas sobre el proceso de innovación en el interior de la firma: el enfoque basado en los recursos originado en el trabajo de Penrose (1959); y el enfoque basado en las capacidades o enfoque evolucionista, que surge del trabajo de Nelson (1991).

Sobre la base de este proceso de competencia y aprendizaje, existen dos explicaciones clásicas –heterodoxas– respecto de cómo se manifiesta el proceso innovativo en el interior de la firma: el enfoque basado en los recursos y el enfoque basado en las capacidades o enfoque evolucionista.³

El enfoque basado en los recursos

En enfoque basado en los recursos surge del trabajo de Edith Penrose (1959). Esta autora define la empresa como una organización que explota recursos con el fin de obtener beneficios. En la medida que los recursos son utilizados por personas, el rendimiento de los recursos depende de la capacidad de los individuos que los utilizan. En consecuencia, aun cuando dos empresas cuenten con los mismos recursos (por ejemplo, las mismas máquinas), cada una será única en tanto no pueden tener a las mismas personas ocupadas ni distintas personas pueden tener idénticas capacidades. Dados los recursos y las capacidades, la firma define su estrategia de mercado, que es el lugar que desea y busca respecto de sus competidores (similar a la idea de estrategia que Nelson desarrolla en el capítulo 2), aunque sujeta a un set de capacidades limitadas e información imperfecta. Luego define su organización interna, que es la forma en que se asignan capacidades y recursos para alcanzar la posición deseada (similar a la idea de estructura, también de Nelson). El desempeño en el mercado depende, entonces, no solo de la estrategia de la firma, sino también de las estrategias de sus competidores.

En este marco, la dinámica innovativa de la firma es el resultado de dos atributos clave de los recursos: indivisibilidad y rendimiento diferencial. La indivisibilidad implica que los recursos están sujetos a fenómenos de escala, lo que hace que no exista sustitución perfecta, y genera incentivos para explotar los recursos hasta su máxima capacidad. Así, existen incenti-

3 Vale señalar que la diferencia entre el enfoque basado en los recursos y el enfoque basado en las capacidades tiene que ver con el énfasis que se pone sobre los recursos versus las capacidades al momento de definir una estrategia de abordaje metodológico. Más aún, en toda su obra, Nelson cita varias veces el trabajo de Penrose, lo que expresa la complementariedad entre ambos enfoques.

vos para innovar utilizando los mismos recursos, lo que determina trayectorias innovativas de tipo *path-dependence* (más adelante, esto dará lugar a las denominadas estrategias de explotación). Respecto del rendimiento diferencial, dado que los recursos rinden dependiendo de las personas que los utilizan, la incorporación o generación de nuevas capacidades (nuevo personal o capacitación) permite nuevos rendimientos. De esta forma, existen incentivos para la búsqueda de nuevos usos de sus recursos por medio de la adquisición de capacidades. Esto explica por qué las firmas tienden a innovar en torno a un *core* de activos clave (más adelante, esta dinámica será entendida como estrategias de exploración) (March, 1991).

El enfoque basado en las capacidades

En enfoque de capacidades se basa en el trabajo de Richard Nelson (sintetizado por este autor en el capítulo 2) y otros autores evolucionistas preocupados por abrir la caja negra (por ejemplo, Cohen y Levinthal, 1990; Nelson y Winter, 1982; Teece y Pisano, 1994), y de allí que también se lo refiera como enfoque evolucionista. El análisis del proceso innovativo desde este enfoque parte de definir la firma como un repertorio de rutinas y capacidades, cuyo objetivo es obtener beneficios a partir del proceso de selección o competencia en el mercado. Las rutinas son formas más o menos estándares de “hacer las cosas”, constituyen la memoria organizacional que permite reducir el costo de comunicación interna de la empresa y acumular nuevas rutinas, y heurísticas de resolución de problemas. Las capacidades de la firma son el agregado de la educación de los individuos junto con su trayectoria personal y colectiva, las interacciones entre estas y lógica de organización del trabajo predominante (Nelson y Winter, 1982). En este sentido, mientras que el conjunto de rutinas define lo que la empresa está haciendo, el nivel de las capacidades define lo que la empresa puede hacer (Langlois y Robertson, 1995). Las mejoras incrementales, la identificación y resolución de problemas y el desarrollo de procesos de innovación conducen a cambios en las rutinas y a la acumulación de capacidades, las que les permiten a la empresa sostener o incrementar su rentabilidad.

Dentro de este enfoque, la dinámica de la firma se explica, por un lado, por el resultado de la coevolución entre capacidades y rutinas y cómo ello la posiciona para enfrentar el proceso de competencia. Por otro lado, dado que la empresa no compete en el mercado en forma aislada sino en una arquitectura de conexiones, su dinámica está fuertemente determinada por la dinámica de sus competidores y demás elementos del entorno. En

este escenario de fuerte incertidumbre, la construcción de “rutinas” en el sentido de Nelson y Winter permite a las empresas tomar decisiones frente a cambios en su contexto. La búsqueda de mejoras en las rutinas, ya sea deliberadamente o como un subproducto de la búsqueda de resolución de problemas, es lo que se denomina proceso de innovación y determinará cómo la empresa enfrentará proceso de competencia (Teece y Augier, 2007).

Tipificación de los procesos de innovación: más allá de la I+D

Revisión de la literatura

En la teoría de la innovación existe un amplio consenso acerca de que la construcción de capacidades constituye un proceso acumulativo y multidimensional que emerge de múltiples actividades que van más allá del laboratorio de I+D (Freeman, 1974; Nelson y Winter, 1982; Pavitt, 1984; Rosenberg, 1982). En este marco y como se mencionara anteriormente, Nelson y Winter (1982) sostienen que la innovación puede resultar de un proceso estandarizado de búsqueda de mejoras (rutinas para innovar) o de la identificación de soluciones a problemas que aparecen en la operativa diaria de las firmas (innovación en las rutinas). Esta última forma de innovación asume características tácitas y codificadas, requiere de la colaboración entre diversos actores de distintas áreas de la organización, y complementa las actividades de I+D de las firmas. En una dirección similar, Cohen y Levinthal (1990) y Teece y Pisano (1994) realizan sus contribuciones.

En este marco general, es posible identificar en la literatura tres grandes grupos de contribuciones (tabla 1). En primer lugar, aquellas que consideran a la I+D como el único insumo relevante para explicar la innovación en las firmas. En segundo lugar, un conjunto de contribuciones que identifican estrategias de innovación de las firmas para dar cuenta de la existencia de heterogeneidad intra e intersectorial. En tercer lugar, hemos identificado un conjunto de contribuciones relativamente recientes de la literatura que denominamos “Abriendo la caja negra: más allá de la I+D”. Estos trabajos surgen como una respuesta crítica a la literatura del primer grupo, centrada en I+D, y muestran que la innovación emerge de múltiples actividades y que muchas firmas innovadoras no hacen I+D.

Tabla 1. Revisión de la literatura

	Premisas e hipótesis	Variables independientes	Variables dependientes	Literatura*
1. Centralidad de la I+D				
1.1. I+D e innovación	La innovación depende de la I+D, ya sea interna o externa.	I+D como variable binaria: hacen vs. no hacen. Intensidad de la I+D: Inversión I+D/Ventas. I+D interna y externa.	Resultados de innovación: nuevos productos y procesos. Patentes.	Cassiman y Veugelers, 2006; Vega-Jurado <i>et al.</i> , 2008; Caloghirou <i>et al.</i> , 2004; Duchesneau, Cohn y Dutton, 1979; Reichstein y Salter, 2006; Becker y Dietz, 2004; Poldahl, 2006.
1.2 Modelos CDM	I+D como determinante de la innovación. Innovación como determinante de la productividad.	Participación de mercado. Diversificación de actividades. Intensidad de la I+D.	Patentes. Resultados de innovación. Productividad laboral.	Grépon, Duger y Mairesse, 1998; ver Lööf, Mairesse y Mohnen, 2017, para una revisión de esta literatura; Notten, Mairesse y Verspagen, 2017.
2. Estrategias de innovación				
	Heterogeneidad inter e intrasectorial explicada por las estrategias de innovación de las firmas.	Esfuerzos de innovación (principalmente I+D y compra de maquinaria y equipos). Resultados de innovación. Fuentes de información para la innovación. Métodos de protección.	Estrategias y resultados de innovación.	Clausen <i>et al.</i> , 2012; Yuriseven y Tandogan, 2012; Fraga, Oliveira Martins y Aniciaes, 2008; Scholec y Verspagen, 2012; Frenz y Lambert, 2009; ver Suárez, 2015 para una revisión de esta literatura.
3. Abriendo la caja negra: más allá de la I+D formal				
3.1. Modo de aprendizaje	Gran parte de las innovaciones dependen del conocimiento generado por la experiencia, ya sea dentro o fuera de departamentos de I+D.	Gestión de la calidad y organización del trabajo: - esquema de incentivos para innovar; - competencia y colaboración interna; - grupos de trabajo interdisciplinarios; - calidad; - autonomía en el trabajo.	Resultados de innovación. Productividad.	Thöma, 2017; Rammer, Czarnitzki y Spielkamp, 2008; Kirner, Kinkel y Jaeger, 2009; Jensen <i>et al.</i> , 2007; Som, Kirner y Jäger, 2013; Lundvall, 2007; Hervás Oliver y Sampere Ripoll, 2012.
3.2. Actividades basadas y no basadas en I+D	Muchas innovaciones se derivan de gastos en actividades distintas a la I+D.	Uso de maquinaria avanzada, diseño, formación, capacidades, I+D.	Resultados de innovación. Propensión a patentar. Métodos de innovación: R+D interna, I+D externa, innovadores creativos sin I+D, adoptantes de tecnología. Gastos en actividades sin I+D/ Total de gastos en innovación.	Santamaría, Nieto y Barge-Gil, 2009; Arundel <i>et al.</i> , 2007; Huang, Arundel y Hollanders, 2011; Bender, 2006; Santarelli y Starlaconi, 1990; Bender y Laestadius, 2005; Hirsch-Kreinsen, 2008; Thu, Tran y Santarelli, 2013; Grimpe y Sofka, 2009; Heidenreich, 2009; Nelson y Sampat, 2001.

* Contribuciones seleccionadas.

Fuente: elaboración propia.

El primer grupo –*Centralidad de la I+D*–, comprende la literatura que considera la I+D como el único determinante de la dinámica de innovación de las firmas en términos de patentes y de nuevos productos y procesos. En esta literatura, a su vez, pueden distinguirse dos grupos: los estudios centrados en explicar la innovación (1.1) y los que además incluyen el análisis de la relación entre innovación y productividad (1.2). El primero, *I+D e innovación*, comprende los artículos que aportan evidencia sobre los insumos y los resultados del proceso de innovación. Entre los insumos, la I+D es introducida como variable explicativa de diferentes maneras: hace vs. no hace I+D, ratio I+D/Ventas, I+D interna vs. externa. Los artículos que exploran la relación entre “hacer” y “comprar” I+D (conocidos en inglés como “*make vs. buy innovation*”) también se incluyen en esta literatura. Entre los resultados, se consideran las innovaciones logradas y las patentes. En general, los resultados de este conjunto de artículos son conclusivos: se verifica un impacto positivo de la I+D sobre la innovación.

El grupo CDM (1.2) alude al artículo seminal de Crépon, Douguet y Mairesse (1998) y las contribuciones posteriores que se realizaron siguiendo su metodología. Estos trabajos explican el proceso de innovación del nivel de firma en tres etapas. La primera consiste en explicar la intensidad de la I+D a partir de la participación de la firma en el mercado y la diversificación de actividades. En la segunda etapa, la estimación de la I+D se utiliza para explicar los resultados de innovación y, finalmente, estos resultados se incorporan a la estimación de la productividad. La mayor parte de esta literatura encuentra resultados similares: la productividad es explicada por la obtención de patentes y de nuevos productos/procesos y estos resultados son explicados por la I+D.

El segundo conjunto de literatura estudia la heterogeneidad inter e intrasectorial en términos de las *estrategias de innovación* de las firmas e incluye los trabajos sobre persistencia de la innovación. La idea detrás de estos estudios es que la estrategia de innovación depende de las decisiones de la firma para hacer frente a la competencia, en que la I+D puede jugar un rol central o marginal, o incluso no desempeñar rol alguno. Las estrategias de innovación se definen, en general, a partir de análisis factoriales y de *cluster* que incluyen tanto variables de insumo como de resultados: esfuerzos, innovaciones logradas, fuentes de información, métodos de protección, etcétera. La evidencia de esta literatura pone de manifiesto la existencia y persistencia de la heterogeneidad, que está solo parcialmente determinada por las características y oportunidades sectoriales.

El tercer grupo, que denominamos *Abriendo la caja negra: más allá de la I+D*, ocupa un lugar central en los argumentos teóricos de este capítulo. Los artículos identificados en esta categoría sostienen que la innovación es el resultado de múltiples factores que van más allá de las actividades llevadas a cabo en los laboratorios de I+D e incluyen una combinación de rutinas y soluciones de problemas alcanzados tanto dentro como fuera de la firma. Según esta literatura, estas dimensiones complementarias a la I+D no son contempladas por los indicadores tradicionales porque se asume que las innovaciones no basadas en la I+D no son relevantes. Las contribuciones de este grupo ponen de manifiesto que cuando el estudio de la innovación se reduce al análisis de la I+D formal, se deja de lado una importante fracción del entramado productivo al tiempo que se acota el análisis a las empresas con elevadas capacidades tecnológicas y tasas de innovación. Y esto se verifica tanto en países desarrollados como en desarrollo. En el box 2 se presenta en forma estilizada las principales premisas y el origen de esta literatura.

Para ilustrar la importancia de esta literatura para América Latina, vale revisar algunas estadísticas tradicionales. En Argentina, solo el 8% de las empresas industriales contaban con departamento de I+D en 2012, lo que contrasta con el 60% de las firmas que realizan actividades de innovación (MINCYT, 2015). En Brasil, mientras que el 28% de las empresas industriales realizó alguna actividad de innovación en 2011, solo el 3,7% realizó actividades continuas de I+D (IBGE, 2014). En Chile, solo el 1,6% de las firmas tenía laboratorio de I+D en 2012, mientras que casi un tercio declara haber obtenido resultados de innovación (INE, 2014). En Uruguay, el 7% de las empresas industriales y de servicios realizó actividades de I+D en el período 2010-2012, cuando más del 20% realizó esfuerzos de innovación (ANII, 2015). En México, mientras que el 6,1% de las firmas manufactureras contaba con laboratorio de I+D en 2012, alrededor del 15% introdujo nuevos productos y procesos (INEGI, 2012). En suma, se observa una distancia significativa entre la proporción de firmas que declaran realizar I+D formal o continua, las que realizan actividades de innovación y las que innovan. Para comprender los factores explicativos de la existencia de estas brechas es clave entender la conducta innovadora como un fenómeno complejo y el nivel alcanzado por el conjunto multidimensional de capacidades de la firma es central en esa explicación.

Dentro de este tercer grupo hemos identificado dos conjuntos de trabajos: uno enfocado en el modo DUI de aprendizaje (*doing, using and interacting*) (3.1) y otro que asume una perspectiva amplia de esfuerzos de

innovación (3.2). Ambos grupos aportan evidencia empírica sobre la base de microdatos. La diferencia está en que en el primero los datos surgen de encuestas *ad hoc*, mientras que el segundo considera los indicadores tradicionales derivados de las encuestas estándar de innovación.

En el grupo “Modo DUI de aprendizaje” el componente clave en la explicación de la dinámica innovadora de la firma es el proceso de aprendizaje que involucre una combinación de conocimiento tácito y codificado. Dada la naturaleza no lineal del proceso de construcción de capacidades, el modo DUI de aprendizaje es una condición necesaria para la emergencia de aprendizajes basados en la ciencia, la tecnología y la innovación, asociados principalmente a las actividades formales de I+D. Siguiendo a Thomä:

... la innovación a nivel de firma ocurre con o sin I+D, pero raramente sin competencias de tipo DUI adquiridas a través del proceso informal de aprendizaje y know-how basado en la experiencia. Así, el énfasis excesivo en la promoción de procesos formales de I+D interna ignora el hecho de que las competencias del modo DUI son un requisito previo para una innovación exitosa (2017: 1336).

La última fila de la tabla 1 refiere a un conjunto de estudios que parten de la premisa de que la innovación se deriva de actividades basadas y no basadas en I+D. Así, todos los esfuerzos de innovación capturados por las encuestas tradicionales son incluidos en la explicación de la innovación. Según esta literatura, principalmente en los sectores de baja y media-baja tecnología, la innovación es el resultado de una configuración particular de recursos tácitos y codificados desarrollados por las firmas a lo largo de su trayectoria más que de sus estrategias de I+D. El denominador común de estos artículos es que, además de la I+D, los demás esfuerzos tienen un rol igualmente clave en la explicación de la innovación: capacitación, diseño, compra de maquinaria y equipos, consultoría, contratación de personal calificado, etcétera.

Tal como se propone en Barletta *et al.* (2017), este capítulo pretende sistematizar la literatura con un abordaje transversal. Partimos de reconocer la importancia de la I+D formal para obtener innovaciones y mejorar el desempeño de las firmas (grupo 1). Al mismo tiempo, reconocemos la importancia de entender situaciones heterogéneas (gradiente) entre las firmas que hacen I+D y las que no invierten en innovación (grupo 2). Finalmente, pretendemos romper con la dicotomía *hace vs. hace I+D* (grupo 3) aportando evidencia empírica que demuestra situaciones alternativas.

Box 1. La creciente importancia de las firmas innovativas no basadas en I+D

En la última década se ha ido generalizando en Alemania una literatura sobre innovación que pone el eje analítico en las actividades innovativas de sectores y firmas que no llevan a cabo actividades formales de I+D (Hirsch-Kreinsen, 2008; Som, Kirner y Jäger, 2013; Rammer, Czarnitzki y Spielkamp, 2008; Bender y Laestadius, 2005; Thomä, 2017; Som, Kirner y Jäger, 2013; entre otros). A partir de diversos estudios específicos, estos investigadores acuerdan que cuando el estudio de la innovación se reduce al análisis de la intensidad de la I+D formal, solo es posible explicar el comportamiento de una fracción de la estructura productiva, usualmente basada en actividades intensivas en conocimiento. Por el contrario, en una importante proporción de la industria alemana –que tiene una fuerte influencia sobre el resto de la estructura productiva– se moviliza otro tipo de recursos y habilidades que pueden compensar la ausencia de esfuerzos en I+D (Hirsch-Kreinsen, 2008; Som, Kirner y Jäger, 2013).

Estos trabajos muestran que una parte importante de empresas innovadoras en Alemania no realizan actividades formales de I+D interna. En este heterogéneo e importante conjunto de empresas las principales fuentes de conocimiento para la innovación provienen de laboratorios externos, clientes y proveedores. En particular, al analizar las encuestas de innovación alemanas, Rammer, Czarnitzki y Spielkamp (2008) sostienen que, sobre todo en el caso de las pequeñas y medianas empresas, los laboratorios de I+D suelen ser sustituidos por el desarrollo de lo que la literatura denomina “tecnologías sociales”, las que están asociadas a la gestión de recursos humanos, a la organización del trabajo y a la búsqueda de fuentes externas de innovación (Nelson y Sampat, 2001). Por su parte, Bender y Laestadius (2005) también sugieren que la I+D formal no es el activo más importante que tienen las firmas para generar procesos de innovación y diferencian entre capacidades transformativas y capacidades configuracionales. Las primeras constituyen una habilidad que les permite a las firmas transformar conocimiento codificado en conocimientos específicos que son contextualizados en cada organización. Las segundas aluden a una habilidad tácita que les permite aprovechar el conocimiento disperso para recombinarlo creativamente, vincular las competencias organizacionales, la tecnología y el conocimiento relevante y dar lugar al desarrollo de competencias en diseño. Así, en los sectores de baja y media intensidad tecnológica, la innovación es el resultado de una particular configuración de recursos tácitos y codificados que las firmas construyen a lo largo de su sendero más que de estrategias de innovación basadas en I+D. Similares conclusiones son alcanzadas por diversos investigadores miembros del proyecto PILOT (“Policy and innovation in low tech industries”) de la Unión Europea (Bender, 2006), quienes destacan

la no centralidad de la I+D formal como mecanismo de innovación en firmas de baja y media intensidad tecnológica.

En suma, considerar solo las actividades formales de I+D deja afuera gran parte del aparato productivo que nuclea un conjunto heterogéneo de empresas con diferentes capacidades, distintas dinámicas innovadoras y esfuerzos de innovación que no necesariamente se explican por las actividades de I+D formal.

Un abordaje transversal

Con el objetivo de analizar la relación entre las actividades de I+D, la construcción de capacidades y el desempeño económico de las firmas (Barletta *et al.*, 2017) analizaron la relación entre diferentes perfiles de I+D y las capacidades de absorción, productivas y organizacionales de la firma. A su vez, estudiaron el impacto de esta dinámica en el desempeño económico e innovador de la empresa.

Los autores sostienen que las capacidades de la firma para desarrollar innovaciones (y las capacidades en general) resultan de procesos *path dependence* de aprendizaje, que es acumulativo y multidimensional. En consecuencia, el cambio tecnológico no puede ser medido en términos simples (realiza o no realiza I+D). Para testearlo, los autores analizan la relación entre un conjunto amplio de esfuerzos (que incluye la realización de actividades informales de I+D, procesos de capacitación, actividades de gestión de calidad y de mejora continua y la formación de recursos humanos) y la dinámica innovadora y de mercado de la empresa. Se asume así que la I+D puede desarrollarse de manera informal en el interior de la empresa, y no necesariamente en un laboratorio concebido para tal fin. Esto no implica negar la importancia de la I+D formal, sino asumir que en algunas empresas existen situaciones igualmente importantes para la innovación, que repercuten positivamente en los niveles de rentabilidad y que no se centran en los laboratorios en cuestión.

El análisis empírico es realizado utilizando la Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación (ENDEI) que cuenta con datos de más de tres mil empresas manufactureras argentinas –representativas de la población–, para el período 2010-2012. A partir de estos datos, los autores agrupan las firmas en cuatro categorías, que denominan perfiles de I+D: formal, informal, no vinculado a I+D y sin esfuerzos en innovación. Lue-

go estudian la relación entre los perfiles y tres tipos de capacidades: de absorción, productivas y organizacionales. Finalmente, miden la relación entre los perfiles y el desempeño económico e innovador de la empresa.

Los autores confirman que la realización de actividades formales de I+D se asocia positiva y significativamente con mayores capacidades en cada una de las dimensiones estudiadas (productivas, de absorción y organizacionales). Observan también que las firmas que realizan I+D sin un laboratorio (de manera informal), también presentan capacidades superiores, tanto respecto de las que no realizan actividades innovativas como de las que, aunque invierten en innovación, no hacen I+D. Respecto del desempeño económico, la realización de actividades de I+D conduce a un mejor desempeño. No obstante, esta relación es más compleja que lo que uno esperaría *a priori*. En términos de productividad del trabajo, la realización de I+D impacta de manera positiva y significativa, independientemente de cuán formalizadas estén las actividades (con o sin laboratorio). En el caso del nivel de empleo, el punto de quiebre se da entre hacer y no hacer actividades de innovación (las que realizan estas actividades se expandieron más en términos de ocupación). Finalmente, sí verifican una relación lineal entre el gradiente de perfiles (desde no hacer nada hasta hacer I+D formal) y las probabilidades de que la firma exporte.

Seguidamente, los autores estudian las características de cada uno de los perfiles, en términos de proporción dentro del panel, tamaño y participación de capitales extranjeros. Esta es la información que se presenta en la tabla 2. Tal como puede observarse, las firmas que realizan I+D formal (ID formal) son el 8% del panel y presentan una sobrerrepresentación de firmas grandes y de capitales extranjeros. Las empresas que realizan I+D informal (ID informal) son el 26% del panel, con una distribución similar entre tamaños aunque predominan las medianas y grandes, con un menor peso de capitales externos. Las firmas que realizan esfuerzos en innovación, pero no realizan I+D (EI sin ID), son el 25% del panel, también distribuidas de manera similar entre tamaños, y también con una baja participación de capitales extranjeros. Por último, las firmas que no realizan siquiera esfuerzos en innovación (sin EI) son el 42% restante, en su mayoría de tamaño pequeño, con predominio de capitales nacionales.

Tabla 2. Perfil de I+D según características estructurales de las empresas (%)

	Sin EI	EI sin ID	ID informal	ID formal	Total
Tamaño					
Pequeña	50	22	24	4	100
Mediana	34	28	28	10	100
Grande	17	28	29	26	100
Total	42	25	26	8	100
% de capital extranjero	4	8	7	15	6

Fuente: Barletta et al., 2017.

En síntesis, la realización de actividades de I+D formal es una característica que se verifica en un grupo reducido de empresas. Esta baja proporción se verifica no solo en Argentina sino en otros tantos países con diferentes niveles de desarrollo. Si solo se estudiara este tipo de actividades, queda fuera del análisis la mayoría del entramado productivo. Asimismo, el análisis presentado y la evidencia para otros países (reseñada dentro de este capítulo) verifican la relación positiva entre las actividades de I+D y el nivel de capacidades de la firma. Por tanto, si desde la política pública se pretende traccionar un incremento en las inversiones en estas actividades, parecería no ser suficiente otorgar fondos en condiciones favorables, también habrá que propiciar el incremento en el nivel de capacidades dentro de las empresas. Para ello, además de inversiones específicas, se requiere de un sistema nacional de innovación que las promueva y de soporte.⁴

El abordaje empírico de la innovación en el nivel de la firma

Los manuales y encuestas de innovación

La referencia indiscutida en materia de medición de la innovación es el *Manual de Oslo*, publicado originalmente en 1992 y reeditado en 1997, 2005 y 2018. El *Manual de Oslo* es una “Guía para la recolección e inter-

⁴ Ver capítulo 5, de Erbes y Suárez.

pretación de indicadores de innovación” (OCDE/Eurostat, 2019). Allí se establecen las pautas metodológicas básicas y las principales definiciones para la realización de encuestas de innovación para todos los sectores industriales (en el box 2 se sintetizan las implicancias de ello para la medición en el sector servicios).

Luego de la segunda edición del *Manual de Oslo* y ante la necesidad de adaptar sus recomendaciones a las especificidades de los países de la región latinoamericana, la Red Iberoamericana de Indicadores de Innovación (RICyT) impulsó una serie de reuniones de discusión metodológica entre académicos y representantes de las agencias públicas de ciencia, tecnología y estadística. Estas reuniones resultaron en la publicación del *Manual de Bogotá*, en el año 2000 (RICyT, 2000). En este manual se alertaba sobre la existencia de un potencial innovador (empresas que realizaban gastos, pero no tenían resultados) y la importancia de otras fuentes de incorporación de conocimiento, además de la I+D, que no eran capturadas si se seguían únicamente los lineamientos del *Manual de Oslo*. De la misma manera, se resaltaba la importancia que podía adquirir el cambio organizacional, un tipo de innovación también relegada en el *Manual de Oslo*. El impacto regional de este manual fue tal que en 2005 el *Manual de Oslo* incorporó gran parte de sus recomendaciones e incluyó un anexo dedicado a las especificidades de los países en desarrollo que contempla las discusiones más relevantes planteadas en el *Manual de Bogotá*. Más aun, a partir de la última revisión, se sugiere relevar información sobre la dinámica innovativa de las firmas independientemente de los resultados alcanzados (o la falta de ellos).

A pesar de la difusión de ambos manuales, puesto que ninguno de ellos contaba con un formulario modelo para realizar las encuestas de innovación, los países comenzaron a medir estos procesos con formularios nacionales, los que surgían de una interpretación *ad hoc* de sus recomendaciones. En la Comunidad Europea se diseñó un formulario común para toda la región, conocido como CIS (por sus siglas en inglés: Community Innovation Survey). La difusión de este formulario entre los países miembros rápidamente lo consolidó como un referente, al punto que formularios similares fueron adoptados por otros países fuera de la comunidad, como Brasil, Chile y México.

Otro tipo de formulario ampliamente difundido es el conocido como “Formulario Bogotá”, dado el manual. Los formularios de Argentina, Colombia y Uruguay, países pioneros en la realización de encuestas, fueron diseñados por parte del mismo equipo que llevó adelante el *Manual de*

Bogotá y proponen un abordaje más amplio que el formulario CIS, incluyendo el relevamiento de un abanico de actividades de innovación formales e informales, más allá de los resultados. De la misma manera, mientras que el formulario CIS se concentra únicamente en los recursos del proceso innovativo, los formularios tipo Bogotá relevan gran cantidad de información sobre otras dimensiones tales como la generación de capacidades, el desempeño económico y la interacción de la firma con el entorno. Esto permitió un análisis más profundo y extensivo de la dinámica innovativa y el formulario tipo Bogotá fue rápidamente adoptado por más países de la región (por ejemplo, para los primeros ejercicios en Ecuador, Panamá y Paraguay).

A fin de mejorar esta comparabilidad y de evitar nuevos formularios nacionales poco comparables, en 2014 el Banco Interamericano de Desarrollo, en colaboración con la RICyT, publica el *Manual para la implementación de encuestas de innovación* (BID, 2014). A diferencia de los otros dos manuales, esta publicación incluye un formulario modelo, con un mínimo de indicadores comparables. El manual continúa la tradición del formulario Bogotá, lo que garantiza una amplia comparabilidad con todas las encuestas disponibles en la región, pero además un abanico más amplio de indicadores, con eje en la innovación como proceso (los esfuerzos y capacidades) y no como resultado. En este marco se suman, por ejemplo, Perú y Bolivia al conjunto de países con encuestas.

Al presente, en la región latinoamericana se observa un total de dieciocho países con al menos una encuesta de innovación basada en alguno de los manuales: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela, diez de los cuales realizan el ejercicio de medición regularmente (Guillard y Salazar, 2017).

Basadas en una lógica de esfuerzos-resultados-impacto, las encuestas coinciden en relevar datos sobre once bloques de información, esquemáticos en la tabla 3. Tal como puede observarse, no solo se releva información sobre los esfuerzos financieros dedicados a la búsqueda de innovaciones sino además la disponibilidad de capacidades (los recursos humanos), la forma en que la firma incorpora conocimiento (fuentes de información) y la relación con el entorno (las vinculaciones). Luego se indaga sobre la obtención y alcance de los resultados y cómo ello impacta en la dinámica de la firma (Barletta y Suárez, 2015).

Tabla 3. Principales bloques de información de las encuestas de innovación

Esfuerzos	Resultados	Impacto
<ul style="list-style-type: none"> • Gasto en actividades de innovación. • Recursos humanos en actividades de innovación. • Fuentes de información. • Fuentes de financiamiento. • Vinculaciones/cooperación con el sistema nacional de innovación. • Obstáculos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Innovaciones logradas (producto, proceso, organización y comercialización). • Alcance de las innovaciones (grado de novedad). • Patentes y otros derechos de propiedad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variables de referencia (ventas, empleo, exportaciones). • Impacto de las innovaciones (participación de los productos innovativos en las ventas).

Fuente: Barletta y Suárez, 2015.

Existe un conjunto bastante extendido de indicadores de innovación, referidos hoy como “indicadores tradicionales”. Por lo general, estos indicadores dan cuenta del nivel relativo de gasto en innovación (gasto respecto de las ventas o respecto del empleo) o en alguno de sus componentes (I+D, bienes de capital, capacitación, etcétera) y el nivel relativo de recursos humanos dedicados a estas actividades (recursos en innovación respecto del empleo). Del mismo modo, se presentan tasas simples de empresas que realizaron innovaciones (cantidad de empresas innovadoras respecto del total de firmas), empresas que se vincularon o cooperaron, principales fuentes de información (frecuencias de respuesta), cantidad de patentes y porcentaje de ventas explicados por nuevos productos. En todos los casos, se trata de indicadores macro de la información recolectada en el nivel de la firma, que permiten un análisis agregado de la dinámica innovativa de un sector industria, un país o una región. A este respecto, organismos internacionales como la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICyT), la Unidad de Estadísticas de la UNESCO (UIS-UNESCO) o la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) se ocupan de publicar y difundir estos indicadores, así como también canalizar el debate metodológico.

Box 2. Medición de los procesos de innovación en los servicios

El despliegue de encuestas de innovación, y los manuales en general, ha estado fuertemente basado en el estudio de la innovación en el sector manu-

facturero. El análisis de la innovación en las firmas de servicios, en cambio, no ha alcanzado aún grandes consensos así como tampoco la forma de medirla. En este sentido, aunque se trata de un debate abierto, en la práctica se ha impuesto el denominado enfoque asimilacionista. De hecho, en su versión actual y en la revisión en curso, el *Manual de Oslo* propone un tratamiento idéntico sean empresas manufactureras, de servicios o del sector primario.

En términos conceptuales, dentro de la literatura de la innovación se observan tres propuestas de abordajes metodológicos: el enfoque asimilacionista (por ejemplo, Rubalcaba, 2013), el enfoque demarcatorio (por ejemplo, Coombs y Miles, 2000) y el enfoque de síntesis (por ejemplo, Gallouj, 1998; Gallouj y Djellal, 2010). Dentro del primero, evidentemente, se asimila la innovación en servicios a la innovación en manufactura. Se sostiene que la medición de una y otra debería ser igual, en tanto las definiciones de los conceptos asociados al proceso innovativo no cambian en función de la actividad. Los gastos en I+D son gastos en I+D, ya sea que se trate de una metalúrgica o una empresa de software, porque la definición de I+D no cambia. De la misma manera, se sostiene que el comportamiento de la empresa, en los aspectos que son relevantes para el estudio de la innovación, no cambian en función de la actividad que realice la firma.⁵

El enfoque demarcatorio se opone a esta concepción de la innovación en servicios y sostiene que es preciso avanzar en un nuevo set de herramientas metodológicas para capturar la innovación dentro de estas actividades (Coombs y Miles, 2000). Según este enfoque, las empresas de servicios presentan características particulares tales como la naturaleza intangible de los productos que ofrece, la imposibilidad de estocquearlos o de protegerlos mediante los mecanismos tradicionales de protección de la propiedad intelectual, y el alto grado de customización. Entonces, por ejemplo, el proceso de producción de un nuevo servicio se da en un marco de fuerte interacción con el cliente, un proceso que solo es capturado parcialmente por las preguntas sobre cooperación o vinculaciones. De la misma forma, los indicadores de patentes no reflejan adecuadamente cuán radicales son las innovaciones. A la inversa, los indicadores sobre capacidades deberían ocupar un lugar central, puesto que las personas (por sobre el capital) suelen tener un rol mucho más importante al momento de determinar las características del servicio.

En el marco del enfoque demarcatorio, se sostiene además que los indicadores tradicionales suelen sobrestimar la tasa de innovaciones y cuán innovativas son las firmas. En la medida que los servicios se agotan en su consumo, cada nuevo servicio queda definido como una innovación. Pero

5 Para una síntesis de esta literatura, ver Barletta, Suárez y Yoguel, 2013.

estas innovaciones son diferentes de las innovaciones que se capturan en el marco de la manufactura. También cada nuevo servicio demanda gastos en diseño, pero el rol de estas inversiones en el servicio final es diferente del que puede tener en el marco de una firma manufacturera. En este sentido, alertan sobre las comparaciones directas entre manufactura y servicio cuando se aplican los mismos indicadores.

Finalmente, está el enfoque de síntesis. Dentro de este enfoque se reconoce la naturaleza diferente de los servicios respecto de la manufactura, pero se sostiene que las diferencias entre uno y otro macrosector no son más importantes que dentro de la industria manufacturera (Gallouj y Djellal, 2010). En esta línea, sugieren poner el eje del análisis en las actividades dentro de cada sector. Ello pone de manifiesto el componente de servicios y de manufactura en toda actividad económica.

Ahora bien, aunque el enfoque demarcatorio y el de síntesis están en lo cierto en gran parte de sus postulados, llevarlos a la práctica ha resultado ser imposible. Los estudios empíricos que aplican estos enfoques son estudios de caso, a nivel de firma o sector productivo. Es difícil pensar en aplicarlos a gran escala, en una encuesta nacional. Por ello, en la práctica, se aplica casi de manera directa el enfoque asimilacionista (se usan los mismos formularios de encuesta de innovación), y luego los analistas de cada enfoque tratan de leer o redefinir los indicadores tradicionales (Barletta, Suárez y Yoguel, 2013). No obstante, vale el esfuerzo, puesto que los estudios de caso han contribuido a mejorar la interpretación de la información, al menos a ser más conscientes de sus limitaciones.

Existe otro nivel de análisis, con eje en la conducta de la firma individual (y no el agregado), desde el enfoque de la teoría evolucionista neoschumpeteriana que es el que nos ocupa en este capítulo. En este caso, se trata de entender el proceso innovativo como un fenómeno complejo, es decir, de abrir la caja negra. No obstante, antes de avanzar en la discusión de esta literatura, es preciso discutir brevemente qué elementos componen el proceso.

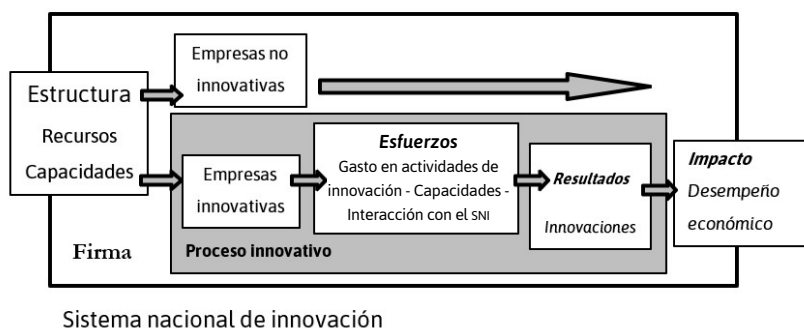
Esquemmatización para la medición del proceso innovativo

Aunque desde la perspectiva teórica se reconoce que la innovación es un proceso complejo y sistémico, que además está estrechamente vinculado

al proceso de competencia,⁶ su medición ha llevado a la simplificación de esta dinámica, empezando por circunscribir el proceso innovativo a los límites de la firma. La figura 1 presenta de manera esquemática cómo se ha abordado el fenómeno de la medición en el nivel de la firma, sobre la base del enfoque basado en las capacidades, pero que incluye la importancia de los recursos.

Las empresas activas en innovación (“*innovation-active firms*”, según la nueva revisión del *Manual de Oslo*) son las que llevan adelante procesos tendientes a la búsqueda de innovaciones, sean estos deliberados (en el marco de un proyecto innovativo formalizado) o como subproducto de su operatoria diaria (a partir de la búsqueda de soluciones y descubrimiento de problemas). Esta clasificación no implica haber obtenido resultados sino presentar una conducta activa respecto de las diferentes actividades de innovación (OCDE/Eurostat, 2018).

Figura 1. El proceso innovativo interno de la firma



Fuente: Suárez, 2014a.

En el marco de “firmas activas en innovación”, los *esfuerzos* son actividades de innovación realizadas con el fin de desarrollar nuevos productos o procesos de negocios. Las actividades van desde la realización de actividades de I+D, adquisición de bienes de capital o consultorías, hasta la asigna-

⁶ De la misma forma, aunque se supone que la innovación debería ocupar un lugar central dada su importancia para la obtención de cuasirrentas, se acepta que existen otras formas de competencia, no necesariamente basadas en la búsqueda de mejoras tecnológicas y organizacionales. Esto es especialmente relevante en los países en desarrollo (ver, por ejemplo, Fajnzylber, 1984).

ción de recursos humanos a estas tareas (capacidades) o la búsqueda de interacción con otras instituciones del sistema nacional de innovación.

Los *resultados* del proceso innovativo son las innovaciones logradas. En sentido estricto, se trata de nuevos productos o nuevos procesos de negocios.⁷ También dentro de los resultados se encuentra la obtención de patentes y otros derechos de propiedad intelectual, que suelen ser los resultados con mayor grado de novedad. Vale señalar que el *Manual de Oslo* denomina “innovativas” a las firmas que obtuvieron resultados y “no innovativas” a las que no. De la misma forma, mientras que hasta la revisión tercera del manual y válido para todas las encuestas de innovación existentes al momento, se clasificaban las innovaciones logradas en producto, proceso, organización y comercialización, muy probablemente esto se modifique a partir de la nueva revisión. En particular, se propone diferenciar las innovaciones entre producto (bienes o servicios) y procesos de negocios (producción de bienes y servicios, distribución y logística, marketing, tecnologías de información y comunicación, administración y gestión, desarrollo de productos o servicios).

En la última etapa del proceso está el *impacto*. Las innovaciones suelen impactar en el desempeño económico de la firma, sea en forma de mejoras en la productividad, en su tamaño, su inserción externa o una combinación de todo ello.⁸ A este respecto, el *Manual de Oslo* sugiere distinguir entre el objetivo original de las innovaciones (aquello que determina la asignación de recursos en el proceso innovativo) del efecto que tienen las innovaciones en el desempeño económico y estratégico de la firma, lo que nos remite a la cuestión de la tipificación de los procesos innovativos y sus resultados.

Sobre la base de esta esquematización del proceso innovativo, la literatura evolucionista neoschumpeteriana ha avanzado en la caracterización de diferentes dinámicas innovativas. Paradójicamente, esta literatura ha buscado abordar la microheterogeneidad a partir de la tipificación de los procesos de innovación. Para ello, y dependiendo el eje de análisis y los elementos contemplados para explicar el fenómeno innovativo, se observa el uso del recurso del concepto de estrategias, modos o perfiles de innovación.⁹ En todos los casos, el uso de este recurso tiene por objeto

7 Para una revisión de estudios basados en resultados ver Suárez, 2014a; 2014b.

8 Para una reseña sobre estudios enfocados en el impacto del proceso innovativo, ver Barletta *et al.*, 2014.

9 Vale señalar que dentro de la literatura se acepta que esta tipificación es una herramienta metodológica que permite explicar las acciones de una firma, que pueden caracterizarse

agrupar a la firmas según patrones de innovación, los que se obtienen a partir del análisis de sus recursos y capacidades y, dependiendo del enfoque, de su relación con el entorno. A continuación se presentan y discuten las principales tendencias en la literatura.

Desafíos para el desarrollo de la teoría y el abordaje empírico

La evidencia sugiere que las capacidades en un sentido multidimensional son determinantes de las posibilidades de encarar actividades de innovación, las que a su vez determinan el sendero innovativo (y de competencia entre firmas). Sin embargo, la mayoría de las encuestas de innovación de la región latinoamericana solo recogen un conjunto acotado de datos sobre la dinámica de creación y acumulación de capacidades en las firmas. La información es aún más restringida en el caso de la encuesta europea, a partir de la cual no es posible estimar la existencia de capacidades diferenciales entre actores. Esto plantea un claro desafío para la medición de la innovación en el nivel de la firma. En primer lugar, aun se requiere desplegar esfuerzos metodológicos para superar la visión de caja negra e incorporar indicadores de capacidades y conexiones. Aunque existe consenso en la teoría acerca de la relevancia de entender la caja negra, todavía no ha impactado en la medición.

No obstante, pensar en nuevas formas de medir la innovación y el proceso innovativo en general, implica pérdidas en la comparabilidad intertemporal, lo que evidentemente limita la posibilidad de abordar un fenómeno de naturaleza dinámica con información sostenible en el tiempo. Sin embargo, la nueva versión del *Manual de Oslo* está abordando algunas de estas cuestiones, que posiblemente se incorporen en futuras rondas de las encuestas de innovación.

Dos elementos posiblemente contribuyan a enriquecer y complejizar los datos disponibles en los próximos años. Por un lado, la multiplicación de las fuentes de información y de las herramientas para procesarla ha dado lugar a una gran cantidad de bases de datos que se están integrando a las encuestas de innovación. Por el otro, comprender fenómenos complejos demanda de información cualitativa a gran escala. El avance en las herramientas de procesamiento de esta información (por ejemplo,

perfectamente de manera *ex post* por el analista, pero que difícilmente pueden definirse de manera *ex ante* por la empresa (Freeman, 1974).

las técnicas de minería de texto) abre la posibilidad tanto de incorporar preguntas abiertas en los formularios de encuestas, como de analizar información pública para la construcción de estadísticas.

Un desafío adicional aparece cuando se plantea el estudio de la innovación en los países en desarrollo. En América Latina existe una gran tradición de pensamiento sobre el fenómeno del cambio tecnológico, que se inicia mucho antes de las encuestas de innovación y que entiende el fenómeno complejo de la innovación como un medio para el desarrollo industrial, en particular, y económico y social, en general. La realidad latinoamericana plantea preguntas específicas que deberán ser abordadas desde y para la región. Esto conduce a problematizar la idea de innovación y comprenderla como un gradiente que va desde el fenómeno planificado derivado de las actividades de investigación y desarrollo hasta el resultado de dinámicas *ad hoc* de resolución de problemas que enfrenta la firma. Abrir la caja negra es el primer paso en esa dirección.

Bibliografía

- Agencia Nacional de Investigación e innovación (ANII) (2015). “Encuesta de actividades de innovación en la industria manufacturera y servicios seleccionados (2010-2012)”, Uruguay.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (2014). *Manual para la implementación de encuestas de innovación*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en: <http://publications.iadb.org/handle/11319/6638>.
- Barletta, Florencia; Pereira, Mariano; Robert, Verónica; Suárez, Diana y Yoguel, Gabriel (2014). “Innovación y desempeño económico a nivel de firma. Una perspectiva evolucionista”. En Barletta, Florencia; Robert, Verónica y Yoguel, Gabriel (comps.), *Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico (vol. 1)*, pp. 319-356. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento - Miño y Dávila.
- Barletta, Florencia y Suárez, Diana (2015). “Las encuestas de innovación en Iberoamérica”. En RICYT, *El estado de la ciencia 2014*. Buenos Aires: RICYT/OEI.

- Barletta, Florencia; Suárez, Diana y Yoguel, Gabriel (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.
- Barletta, Florencia; Pereira, Mariano; Suárez, Diana y Yoguel, Gabriel (2017). “Construcción de capacidades en las firmas argentinas. Más allá de los laboratorios de I+D”. *Pymes, Innovación y Desarrollo*, n° 4, pp. 39-56.
- Becker, Wolfgang y Dietz, Jürgen (2004). “R&D cooperation and innovation activities of firms—evidence for the German manufacturing industry”. *Research Policy*, vol. 33, n° 2, pp. 209-223. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2003.07.003>.
- Bender, Gerd (2006). “Peculiarities and Relevance of Non-Research-Intensive Industries in the Knowledge-Based Economy”. Final Report of the Project “Policy and Innovation in Low-Tech – Knowledge Formation, Employment & Growth Contributions of the ‘Old Economy’ Industries in Europe – PILOT”.
- Bender, Gerd y Laestadius, Staffan (2005). “Non-science based innovativeness. On capabilities relevant to generate profitable novelty”. *Perspectives on Economic Political and Social Integration*, vol. 11, n° 1-2, pp. 123-170.
- Caloghirou, Yannis; Kastelli, Ioanna y Tsakanikas, Aggelos (2004). “Internal capabilities and external knowledge sources: complements or substitutes for innovative performance?”. *Technovation*, vol. 24, n° 1, pp. 29-39.
- Cassiman, Bruno y Veugelers, Reinhilde (2006). “In Search of Complementarity in Innovation Strategy: Internal R&D and External Knowledge Acquisition”. *Management Science*, vol. 52, n° 1, pp. 68-82.
- Clausen, Tommy; Pohjola, Mikko; Sapprasert, Koson y Verspagen, Bart (2012). “Innovation strategies as a source of persistent innovation”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 21, n° 3, pp. 553-585.
- Cohen, Wesley M. y Levinthal, Daniel A. (1990). “Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation”. *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n° 1, pp. 128-152.

- Coombs, Rod W. y Miles, Ian (2000). "Innovation, measurement and services". En Metcalfe, John Stanley y Miles, Ian (eds.), *Innovation systems in the service economy: measurement and case study analysis*. Boston: Kluwer.
- Crépon, Bruno; Duguet, Emmanuel y Mairesse, Jacques (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.
- Dosi, Giovanni (2014). "Dinámica y coordinación económica. Algunos elementos para un paradigma alternativo 'evolucionista'". En Barletta, Florencia; Robert, Verónica y Yoguel, Gabriel (comps.), *Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico (vol. 1)*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento - Miño y Dávila.
- Duchesneau, Thomas D.; Cohn, S. E. y Dutton, Jane E. (1979). *A study of innovation in manufacturing, determinants, processes and methodological issues*. Orono: The Social Science Research Institute, University of Maine.
- Fajnzylber, Fernando (1984). *La industrialización trunca de América Latina*. México DF: Centro Editor.
- Fraga, Maria; Oliveira Martins, Maria Rosario y Anciaes, Paulo (2008). "Patterns of innovation diffusion and technological competition in Portuguese manufacturing and service industries". *International Review of Applied Economics*, vol. 22, n° 3, pp. 353-372.
- Freeman, Christopher (1974). *The Economics of Industrial Innovation*. Harmondsworth, Middlesex: Penguin.
- Frenz, Marion y Lambert, Ray (2009). "Exploring Non-technological and Mixed Modes of Innovation Across Countries". En OCDE (ed.), *Innovation in Firms. A Microeconomic Perspective*. París: OCDE.
- Gallouj, Faïz (1998). "Innovating in reverse: services and the reverse product cycle". *European Journal of Innovation Management*, vol. 1, n° 3, pp. 123-138.
- Gallouj, Faïz y Djellal, Faridah (2010). *Handbook of Service Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar.

- Grimpe, Christoph y Sofka, Wolfgang (2009). "Search patterns and absorptive capacity: Low- and high-technology sectors in European countries". *Research Policy*, vol. 38, n° 3, pp. 495-506.
- Guillard, Charlotte y Salazar, Mónica (2017). "La experiencia en encuestas de innovación de algunos países latinoamericanos". En RICYT, *El estado de la ciencia*. Buenos Aires: RICYT/OEI.
- Heidenreich, Martin (2009). "Innovation patterns and location of European low- and medium-technology industries". *Research Policy*, vol. 38, n° 3, pp. 483-494.
- Hervas Oliver, José Luis; Sempere Ripoll, Francisca y Boronat Moll, Carles (2012). "Process innovation objectives and management complementarities: patterns, drivers, co-adoption and performance effects". MERIT Working Papers 051, United Nations University - Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT).
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2008). "Low Tech' Innovations". *Industry and Innovation*, vol. 15, n° 1pp. 19-43.
- Huang, Can; Arundel, Anthony y Hollanders, Hugo (2011). "How firms innovate: R&D, non-R&D, and technology adoption". Paper present at the DIME Final Conference, 6-8 de abril, Maastricht.
- IBGE (2014). "Pesquisa de inovação – PINTEC". *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*, Brasil.
- INE (2014). "8va. Encuesta de Innovación en Empresas, 2011-2012. Principales resultados". Gobierno de Chile.
- INEGI (2012). "Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico y Módulo sobre Actividades de Biotecnología y Nanotecnología". Ciudad de México.
- Jensen, Morten; Johnson, Björn; Lorenz, Edward y Lundvall, Bengt-Åke (2007). "Forms of knowledge and modes of innovation". *Research Policy*, vol. 36, n° 5, pp. 680-693.
- Kirner, Eva; Kinkel, Steffen 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.

- Kline, Stephen y Rosenberg, Nathan (1989). "An Overview of Innovation". En Landau, Ralph y Rosenberg, Nathan (eds.), *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. Washington: National Academies Press.
- Langlois, Richard N. y Robertson, Paul L. (1995). *Firms, markets, and economic change : a dynamic theory of business institutions*. Londres: Routledge.
- Lööf, Hans; Mairesse, Jacques y Mohnen, Pierre (2017). "CDM 20 years after". *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 26, n° 1-2, pp. 1-5.
- Lundvall Bengt-Åke (ed.) (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres/Nueva York: Pinter.
- Lundvall, Bengt-Åke y Lam, Alice (2007). "The Learning organization and national systems of competence building and innovation". En Lorenz, Edward y Lundvall, Bengt-Åke (eds.), *How Europe's Economies Learn: Coordinating Competing Models*. Oxford: Oxford University Press.
- March, James G. (1991). "Exploration and Exploitation in Organizational Learning". *Organization Science*, vol. 2, n° 1, pp. 71-87.
- Nelson, Richard (1991). "Why do firms differ, and how does it matter?". *Strategic Management Journal*, 12(S2), pp. 61-74.
- Nelson, Richard R. y Sampat, Bhaven N. (2001). "Making sense of institutions as a factor shaping economic performance". *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol. 44, n° 1, pp. 31-54.
- Nelson, Richard R.; Winter, Sidney (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Notten, Ad; Mairesse, Jacques y Verspagen, Bart (2017). "The CDM framework: knowledge recombination from an evolutionary viewpoint". *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 26, n° 1-2, pp. 21-41.
- OCDE-Eurostat (2019). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*, 4th edition. París/Eurostat, Lu-

- xembourg: The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OCDE Publishing,
- Pavitt, Keith (1984). "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory". *Research Policy*, vol. 13, n° 6, pp. 343-373.
- Penrose, Edith (1959). *The theory of the growth of the firm*. Oxford: Oxford University Press.
- Poldahl, Andreas (2006). "The two faces of R&D: Does firm absorptive capacity matter?". Working Paper Serie n° 1, SE-701 82, Örebro University, Sweden.
- Rammer, Christian; Czarnitzki, Dirk y Spielkamp, Alfred (2008). "Innovation Success of Non-R&D-Performers: Substituting Technology by Management in SMEs". ZEW - Centre for European Economic Research Discussion Paper N° 08-092.
- Reichstein, Toke y Salter, Ammon (2006). "Investigating the sources of process innovation among UK manufacturing firms". *Industrial and Corporate Change*, vol. 15, n° 4, pp. 653-682.
- RICYT (2000). *Manual de Bogotá: Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe*. Bogotá: OEA, RICYT, COLCIENCIAS, OCT.
- Romijna, Henny y Albaladejob, Manuel (2002). "Determinants of innovation capability in small electronics and software firms in southeast England". *Research Policy*, vol. 31, n° 7, pp. 1053-1067.
- Rosenberg, Nathan (ed.) (1982). *Inside the Black Box: Technology and Economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rubalcaba, Luis (2013). "Innovation and the New Service Economy in Latin America and the Caribbean". Discussion Paper N° IDB-DP-291. Inter-American Development Bank.
- Santamaría, Lluís; Nieto, María y Barge-Gil, Andrés (2009). "Beyond Formal R&D: Taking Advantage of Other Sources of Innovation in Low and Medium Technology Industries". *Research Policy*, vol. 38, n° 3, pp. 507-517.
- Santarelli, Enrico y Sterlacchini, Alessandro (1990). "Innovation, formal vs. informal R&D, and firm size: Some evidence from Italian manufacturing firms". *Small Business Economics*, vol. 2, n° 3, pp. 223-228.

- Schumpeter, Joseph A. (1934 [1912]). *The theory of economic development*. Cambridge: Harvard University Press.
- Som, Oliver; Kirner, Eva y Jäger, Angela (2013). “Absorptive capacity of non-R&D-intensive firms in the German manufacturing industry”. 35th DRUID Celebration Conference, 17-19 de junio, Barcelona.
- Srholec, Martin y Verspagen, Bart (2012). “The Voyage of the Beagle into innovation: explorations on heterogeneity, selection, and sectors”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 21, n° 5, pp. 1221-1253.
- Suárez, Diana (2014a). “Innovative strategies in unstable environment: the Argentinean case”. Inst. Økonomi og Led. Aalborg Universitet, Denmark.
- (2014b). “Persistence of innovation in unstable environments: Continuity and change in the firm’s innovative behavior”. *Research Policy*, vol. 43, n° 4, pp. 726-736.
- (2015). “Innovative strategies: when path dependence turns into path creation. Innovation and performance in the Argentinean manufacturing sector”. Globelics Working Paper N° 2015-04.
- Teece, David y Augier, Mie-Sophia (2007). “Competencies, Capabilities and the Neo-Schumpeterian Tradition”. En Hanusch, Horst y Pyka, Andreas (eds.), *Elgar Companion To Neo-Schumpeterian Economics*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Teece, David y Pisano, Gary (1994). “The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, n° 3, pp. 537-556.
- Thomä, Jörg (2017). “DUI mode learning and barriers to innovation – A case from Germany”. *Research Policy*, vol 46, n° 7, pp. 1327-1339.
- Thu Tran, Hien y Santarelli, Enrico (2013). “Determinants and Effects of Innovative Activities in Vietnam. A Firm-level Analysis”. Quaderni - Working Paper DSE N° 909.
- Vega-Jurado, Jaider; Gutiérrez-Gracia, Antonio; Fernández-de-Lucio, Ignacio y Manjarrés-Henriquez, Liney (2008). “The effect of external and internal factors on firms’ product innovation”. *Research Policy*, vol. 37, n° 4, pp. 616-632.

Yurtseven, Alp Eren y Tandoğan, Vedat Sinan (2012). “Patterns of innovation and intra-industry heterogeneity in Turkey”. *International Review of Applied Economics*, vol. 26, n° 5, pp. 657-671.

Bibliografía recomendada

Barletta, Florencia; Robert, Verónica y Yoguel, Gabriel (comps.) (2014). *Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico (vol. 1)*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento - Miño y Dávila.

Kline, Stephen y Rosenberg, Nathan (1989). “An Overview of Innovation”. En Landau, Ralph y Rosenberg, Nathan (eds.), *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. Washington: National Academies Press.

Nelson, Richard y Winter, Sidney (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.

Penrose, Edith (1959). *The theory of the growth of the firm*. Oxford: Oxford University Press.

Rosenberg, Nathan (1982). *Inside the Black Box: Technology and Economics*. Cambridge: Cambridge University Press.

Capítulo 8

Procesos de aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas en el nivel de empresa*

*Gabriela Dutrénit, Arturo Torres y Alexandre O. Vera-Cruz
Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco*

Introducción

Muchos estudios han confirmado el argumento de Abramovitz (1986) de que el crecimiento económico a largo plazo de las economías industrializadas se asocia a que desarrollen una amplia gama de actividades tecnológicas que conduzcan a generar nuevos productos, procesos o servicios, así como a la mejora de la productividad. Hoy, en el contexto de la economía del conocimiento, en que este es un recurso fundamental, la ciencia, la tecnología y la innovación pueden utilizarse eficazmente para el desarrollo económico y social de los países en desarrollo y las economías emergentes y en transición. Existe ya una amplia evidencia empírica que sustenta el argumento de que, en gran medida, esto depende de la capacidad de las empresas de estos países de construir una trayectoria de aprendizaje e innovación para desarrollar capacidades tecnológicas nacionales.¹ También hay un amplio consenso de que la estructura de los vínculos en los niveles local, regional, nacional e internacional y la construcción de sistemas nacionales de innovación contribuyen al éxito

* Se agradece el apoyo de la Mtra. Erika Salas en la elaboración de la base de datos de publicaciones sobre capacidades tecnológicas.

¹ Ver capítulo 3, de Natera.

de los procesos de desarrollo de los países (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Edquist, 1997; Kim, 1997).²

El aprendizaje y las capacidades tecnológicas (CT), sobre todo del sector empresarial, se encuentran en el centro de estos sistemas de innovación. Por lo tanto, la construcción de capacidades tecnológicas se ha convertido en un tema clave.³

Adicionalmente, se reconoce que las empresas son heterogéneas y compiten sobre la base de capacidades, o rutinas según Nelson y Winter (1982), que son distintivas. Siguiendo a Penrose (1959), se considera que las empresas son un conjunto de recursos. Estas capacidades/recursos se acumulan a lo largo del tiempo (Prahalad y Hamel, 1990; Teece, Pisano y Shuen, 1997; Leonard-Barton, 1992).

Existe una amplia literatura sobre el proceso de construcción de capacidades tecnológicas en los países en desarrollo que tiene sus raíces en los años ochenta. En esa época, un conjunto de autores ha contribuido a la elaboración de un marco analítico para estudiar estos procesos. La idea básica es que las capacidades tecnológicas son habilidades para hacer cosas y reflejan el dominio que las empresas tienen de las actividades tecnológicas. Estas capacidades difieren entre las empresas y están en la base de su actividad innovadora, y así de la competitividad. De hecho, varios cuerpos de literatura han convergido en el argumento que existe una relación entre las CT de las empresas y su desempeño innovador.

A partir de trabajos empíricos en el nivel de empresa, la literatura sobre aprendizaje y acumulación de capacidades ha elaborado taxonomías que buscan describir los procesos graduales de acumulación, desde una etapa que refleja niveles mínimos de conocimiento (necesarios para la operación) hasta otra que muestra capacidades innovadoras avanzadas.

Las empresas construyen capacidades tecnológicas a través de procesos de aprendizaje, así el aprendizaje tecnológico se refiere al proceso dinámico de adquisición de capacidades tecnológicas. Las empresas aprenden a lo largo del tiempo, acumulan conocimientos y capacidades tecnológicos, pueden emprender progresivamente nuevas actividades, y de esta manera adquirir nuevas capacidades tecnológicas. Los estudios tienden a analizar en conjunto los procesos de aprendizaje tecnológico y los de construcción de capacidades tecnológicas.

2 Ver capítulo 5, de Erbes y Suarez.

3 Ver capítulo 7, de Barletta, Suárez y Yoguel.

Esta literatura abrió una nueva tradición de mirar a la empresa individualmente, entender su comportamiento, identificar procesos, conectar recursos, procesos y resultados. Era un fenómeno emergente que requería ser estudiado para entender los “qués”, los “cómos” y los “por qué”. Esto condujo a diseños de investigación basados en metodologías cualitativas, sobre todo estudios de caso. En este marco, se desarrollaron centenares de estudios de casos de empresas desde los años ochenta. Los estudios de caso permiten hacer generalizaciones analíticas (Yin, 2003). Sobre esta base se ha construido teoría sobre los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas. Pero, seguía pendiente la generalización estadística. En los años dos mil se difundieron las encuestas de innovación, basadas en el *Manual de Oslo* (OCDE/Eurostat, 2018), así como grandes bases de datos que incluyen información en el nivel de empresa.⁴ Esto brindó microevidencia sobre los procesos de innovación y también sobre las capacidades para desarrollar las innovaciones en las empresas. Esta nueva evidencia empírica ha permitido desarrollar nuevos trabajos basados en microdatos. Dado que el centro de las encuestas de innovación no son las capacidades tecnológicas, brindan información parcial sobre las capacidades, y no permiten construir la matriz de capacidades tecnológicas. Por este motivo, se han desarrollado algunas encuestas *ad hoc* sobre capacidades tecnológicas (Dutrénit *et al.*, 2006a).

Las capacidades pueden ser evaluadas en el nivel micro y macro (Archibugi y Coco, 2005). José Miguel Natera, en este libro, analiza las capacidades de nivel macronacional. En este capítulo nos centramos en las capacidades en el nivel microempresa.

El contenido de este capítulo es el siguiente, después de esta introducción, la siguiente sección describe la evolución de los principales conceptos. A continuación se revisa la evolución del pensamiento sobre capacidades tecnológicas en países en desarrollo. La cuarta sección presenta las etapas del proceso de acumulación de capacidades tecnológicas y las taxonomías que reflejan estas etapas. La quinta sección revisa algunas líneas de investigación más recientes sobre el tema, y finalmente la última sección contiene algunas reflexiones finales.

4 Ver capítulo 7, de Barletta, Suárez y Yoguel.

Evolución de los conceptos

Como se discutirá con más detalle al inicio de la próxima sección, hasta avanzados los años setenta existía la idea bastante difundida de que los países en desarrollo eran simplemente receptores pasivos de la tecnología generada en el mundo industrializado. Esta postura fue desafiada fuertemente por una serie de estudios empíricos sobre los procesos de aprendizaje y la adquisición de capacidades tecnológicas del nivel de empresa. Dichos estudios documentaron una amplia evidencia empírica que mostraban que el conocimiento tecnológico no es fácil de imitar ni de transferir entre empresas, porque tal conocimiento es tácito y acumulativo. Esto condujo a la comprensión de que la transferencia de tecnología solo se podía hacer efectiva cuando las empresas receptoras vinculaban los procesos de transferencia con procesos de aprendizaje y desarrollo de capacidades internas. Como indica Lall (1987), ninguna tecnología puede ser aplicada en una forma completamente dada, siempre son necesarias modificaciones para satisfacer los cambios en las escalas de producción, las materias primas, el clima, las habilidades, y las necesidades de los mercados locales.

En esta misma dirección Kim (1997: 23) afirma que “la tecnología puede ser transferida a una empresa desde el exterior, o mediante la difusión local, pero no así la habilidad para usarla efectivamente. Esta habilidad solo se puede adquirir por el esfuerzo tecnológico interno”.

Los procesos de aprendizaje son fundamentales en la construcción de capacidades tecnológicas.

Al iniciar la década de los ochenta, esta nueva manera de ver el proceso de acumulación tecnológica de los países en desarrollo se denominó literatura sobre tecnología y desarrollo. Dado el foco de dicha literatura en la recopilación y presentación de evidencia empírica sobre los procesos de aprendizaje en empresas de países en desarrollo, pasó a ser también conocida como literatura sobre aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas.

Las bases conceptuales de la literatura sobre aprendizaje y la acumulación de capacidades tecnológicas en empresas de países en desarrollo se establecieron a partir de investigación comparativa en el nivel de empresas, mostrando que un buen número de estas, sobre todo en países en desarrollo, han experimentado importantes procesos de aprendizaje

tecnológico mediante actividades tales como la negociación y asimilación de tecnología, la adaptación de maquinaria o la búsqueda de alternativas tecnológicas y transferencia de tecnología.

Posteriormente, muchos otros estudios han cubierto diferentes aspectos del proceso de adquisición de capacidades tecnológicas, y del carácter idiosincrático de estos procesos. Dos conceptos centrales en esta discusión son aprendizaje y capacidades tecnológicas.

Aprendizaje tecnológico

El aprendizaje tecnológico se ha entendido como un proceso complejo que genera nuevo conocimiento y se reconfigura el conocimiento existente (Dodgson, 1993). Se define como el proceso a través del cual las empresas crean conocimiento y adquieren capacidades tecnológicas (Bell, 1984; Villavicencio, 1990; Villavicencio y Arvanitis, 1994; Dutrénit, 2000; Vera-Cruz, 2000). En este sentido, el aprendizaje es un proceso y el conocimiento y las capacidades un resultado de dicho proceso. El aprendizaje es un proceso que envuelve repetición y experimentación, lo cual hace posible realizar las tareas mejor y más rápidamente, e identificar nuevas oportunidades de producción (Teece, Pisano y Shuen, 1997).

El aprendizaje ha sido entendido como un proceso central en la economía del conocimiento (Lundvall, 1998 y 2007) en cuanto el conocimiento permite aprovechar las nuevas posibilidades que surgen de la generación y uso del conocimiento.

Niveles de aprendizaje: individual-organizacional

El aprendizaje tecnológico tiene lugar en dos niveles: individual y organizacional.⁵ Simon (1996) señala que “todo aprendizaje tiene lugar primero a nivel individual, dentro de las cabezas de los individuos; una organización aprende solo de dos formas: (i) por el aprendizaje de sus miembros, o (ii) incorporando a miembros nuevos que tienen el conocimiento que la organización no tuvo previamente”. Así, la definición del aprendizaje es en primera instancia un asunto individual. Sin embargo, el aprendizaje individual es un fenómeno social, lo que un individuo aprende depende

⁵ Algunos autores distinguen tres niveles: individual, grupal y organizacional. Otros diferencian analíticamente entre el individual y el organizacional.

en gran medida de lo que es sabido ya por otros miembros de la organización. Así, aunque el aprendizaje de la organización ocurre a través de los individuos, hay consenso de que el aprendizaje organizacional no es la suma del aprendizaje individual de los miembros de la organización.

El aprendizaje en el nivel de la organización es objeto de estudio de varios autores, provenientes de diferentes disciplinas, los cuales presentan varias definiciones de este concepto.⁶ Algunos de ellos se enfocan en los cambios de comportamiento, mientras que otros enfatizan las nuevas formas de pensar que se generan; algunos ponen énfasis en compartir información mientras que otros se enfocan en la construcción de visiones compartidas.

Desde la perspectiva de la teoría del comportamiento, Levitt y March (1988) señalan que “las organizaciones aprenden a través de incorporar las inferencias de la historia en las rutinas que guían el comportamiento”. Huber (1996) afirma que “una entidad aprende si, a través de procesar información, cambia la variedad de sus comportamientos potenciales”. Debido a los procesos de especialización y departamentalización, las organizaciones frecuentemente no tienen conocimiento sobre todo lo que saben, por lo tanto, la construcción de una memoria organizacional es un elemento clave para el aprendizaje organizacional.

Desde la perspectiva de los estudios organizacionales y de administración, Argyris y Schön (1978) consideran que el aprendizaje organizacional comprende la detección y la corrección de errores. Ellos definen tres niveles de aprendizaje: ciclo simple, doble ciclo, y el aprendizaje deuterio (aprender a aprender), de acuerdo con la forma de discernir y corregir los errores. Dodgson (1993) describe el aprendizaje en el ámbito organizacional como “las formas en que las empresas construyen, cambian y organizan el conocimiento y las rutinas alrededor de sus actividades y dentro de sus culturas, y adaptan y desarrollan una eficiencia organizacional a través de mejorar el uso de las amplias habilidades de su fuerza de trabajo”. Este autor enfatiza que es importante no solo lo que una empresa sabe o las habilidades que posee, sino cómo las usa.

Desde la perspectiva de la literatura académica sobre administración estratégica de la tecnología, los autores que analizan las características

⁶ Ver, por ejemplo, Argyris y Schön, 1978; Hedberg, 1981; Fiol y Lyles, 1985; Levitt y March, 1988; Cohen y Levinthal, 1990; Senge, 1990; Dodgson, 1993; Huber, 1996; Nonaka y Takeuchi, 1995; Cohen y Sproull, 1996.

de una “organización que aprende” han contribuido a la conceptualización del aprendizaje organizacional.⁷

Sin embargo, muchos autores asumen que el aprendizaje individual se convierte directamente en aprendizaje organizacional, y entonces discuten el aprendizaje en general, o bien asumen que es uno entre varios factores claves que se combinan para mantener, nutrir y renovar las capacidades centrales de las empresas.

Tipos de aprendizaje

La literatura identifica diferentes formas que usan las empresas para aprender, entre otras destacan:

- Aprender usando.
- Aprender de las experiencias propias.
- Aprender de la I+D.
- Aprender de la capacitación.
- Aprender de la contratación de individuos clave.
- Aprender de la interacción.
- Aprender de los clientes.
- Aprender de los competidores.
- Aprender de la ingeniería inversa, etcétera.
- Aprender del licenciamiento de tecnología.
- Aprender de la búsqueda de información.

Actividades de aprendizaje.

El concepto “actividades de aprendizaje” se refiere a aquellas actividades que desarrolla la empresa a través de las cuales puede aprender. Es un concepto *ex ante*, en el sentido de que aún no hay resultados. Se mencionan a continuación algunas de las actividades en que se desarrolla aprendizaje tecnológico:

- Producción.
- Ingeniería.

⁷ Senge (1990) definió y popularizó la noción de “organizaciones que aprenden” como “lugares donde la gente amplía continuamente su capacidad para crear los resultados que ellos desean sinceramente, donde se alimentan nuevos y expansivos patrones de pensamiento, donde la aspiración colectiva se establece libremente, y donde la gente está aprendiendo continuamente cómo aprender”.

- Monitoreo de experiencias internas a nivel de planta.
- I+D.
- Adaptación de tecnología.
- Ingeniería inversa.
- Análisis de productos de competidores.
- Visita a establecimiento de los competidores.
- Licenciamiento de tecnología.

Otros autores se han focalizado en identificar las fuentes del conocimiento para la innovación. Como se ha dicho, las capacidades son un resultado del aprendizaje, por lo cual se focalizan en los resultados. Dos trabajos representativos son el *Yale survey* y el cuestionario Pace (Levin *et al.*, 1987; Arundel, Van de Paal y Soete, 1995). En general estos autores distinguen entre las fuentes internas y externas de conocimiento. Las principales fuentes internas de conocimiento para la actividad innovativa son: I+D propia, empresas afiliadas, planta de producción, departamento de marketing, capacitación, etcétera.

Entre las fuentes externas destacan: alianzas estratégicas y acuerdos de licenciamiento; proveedores independientes de materiales, componentes y equipo; análisis técnicos de los productos de los competidores; institutos de investigación y universidades; expertos y firmas consultoras; patentes; conferencias; revistas profesionales y científicas; ferias y exposiciones, etcétera.

Un argumento en este cuerpo de literatura es que las empresas deben diseñar e implementar una estrategia de aprendizaje. Para ser robusta, esta estrategia debe incluir diferentes dimensiones. Primero, debe simultáneamente incluir dos componentes: operacional y estratégico. Segundo, debe definir los objetivos del aprendizaje, o sea qué necesita aprender la organización, incluyendo elementos tecnológicos y organizacionales. Tercero, debe identificar las fuentes de aprendizaje y de conocimiento (internas, externas, nacionales o extranjeras). Cuarto, debe precisar quién aprende (individuos, líderes, organización o redes). Quinto, debe identificar la localización del aprendizaje, es decir, en qué áreas de la organización se produce el aprendizaje. Sexto, debe identificar los mecanismos de aprendizaje, o en otras palabras, por medio de qué actividades se aprenderá (Vera-Cruz, 2004).

Diferentes conceptos de capacidades

Las capacidades combinan conocimiento, experiencia y recursos para obtener ciertos resultados (Lall, 1992; Vera-Cruz, 2006). La literatura se ha acercado al tema de las capacidades desde distintas dimensiones: capacidades de absorción, capacidades tecnológicas y capacidades de innovación. Cada dimensión destaca diferentes habilidades.

- *Capacidad de absorción*. De acuerdo con Cohen y Levinthal (1990:128), “es la habilidad de una empresa en reconocer el valor de información nueva y externa, asimilarla y aplicarla con fines comerciales, lo cual es crítico para sus capacidades innovativas”.
- *Capacidad de innovación*. Son las capacidades requeridas para transformar el conocimiento generado en soluciones disponibles en el mercado (Bell y Figueiredo, 2012).
- *Capacidades tecnológicas*. Se refieren a las habilidades y recursos necesarios para administrar el cambio técnico, son habilidades para hacer cosas y reflejan el dominio de actividades tecnológicas (Lall, 1992; Bell y Pavitt, 1995). La capacidad tecnológica fue definida a principios de la década de 1980 por Westphal, Kim y Dahlman (1985) como “la habilidad para hacer un uso efectivo del conocimiento tecnológico [...] esta no radica en el conocimiento que se posee, sino en el uso del conocimiento y en la capacidad para ser utilizado en la producción, inversión e innovación”. Este concepto se empleó indistintamente con otros conceptos que se referían a la misma idea, tales como el esfuerzo tecnológico y la habilidad tecnológica.⁸ Posteriormente, se ha generalizado el uso del concepto de capacidades tecnológicas.⁹

Evolución de la discusión sobre capacidades en países en desarrollo

La emergencia del tema del aprendizaje y la construcción de capacidades tecnológicas en los países en desarrollo (PED), puede ubicarse hacia

⁸ Dahlman y Westphal (1982) y Lall (1987) se refirieron al esfuerzo tecnológico, y Bell (1984) y Scott-Kemmis y Bell (1985) a la habilidad tecnológica (*technological capacity*).

⁹ En el idioma inglés se han usado dos conceptos diferentes: “*capacity*” y “*capability*”. *Capacity* se refiere más a la cantidad de recursos (dimensión cuantitativa), mientras que *capability* a las habilidades (dimensión cualitativa). Desde los años noventa se ha generalizado el concepto de “*capability*”.

finales de los años setenta, principio de los ochenta. Hasta entonces el enfoque que predominaba en los medios académicos en torno a la naturaleza del cambio técnico y su papel en el desarrollo económico, era un enfoque estático, dentro del cual se consideraba que los países en desarrollo podían beneficiarse de la tecnología desarrollada en los países avanzados, y todo lo que tenían que hacer era comprarla haciendo la mejor selección dentro de las técnicas disponibles (*choice of techniques*), de acuerdo con su dotación de factores. El paradigma tradicional de la conducta tecnológica de las empresas en los países en desarrollo asumía que estos tenían un papel esencialmente receptivo de paquetes tecnológicos importados desde el exterior, apareciendo como meros recipientes pasivos de la tecnología desarrollada en otra parte.

Autores como Katz (1976) cuestionan este paradigma, contribuyendo a la construcción de nuevos acercamientos sobre el proceso de cambio técnico y la importancia del aprendizaje tecnológico en el nivel de las empresas en países en desarrollo. La evolución en el uso de los conceptos de aprendizaje y acumulación de capacidades hasta convertirse en un marco para el análisis de la construcción de capacidades tecnológicas en los países en desarrollo fue alimentada de manera importante por los resultados de dos grandes proyectos llevados a cabo entre finales de los años setenta y comienzos de los ochenta. El primer proyecto fue el “Programa de Investigación en Ciencia y Tecnología en América Latina”, financiado por BID, CEPAL y PNUD, el cual se basó en investigación comparativa en el nivel de empresa de la industria metalmecánica de seis países latinoamericanos.¹⁰ El segundo proyecto, financiado por el Banco Mundial se tituló “La adquisición de capacidades tecnológicas”. Este, a diferencia del primero que solo incluyó países de América Latina, también incorporó un conjunto de estudios al nivel de empresas de India y Corea del Sur.¹¹

Estos estudios mostraron que muchas empresas de países en desarrollo han experimentado importantes procesos de aprendizaje tecnológico y acumulación de capacidades. El proceso de construcción de capacidades tecnológicas es esencialmente un proceso de aprendizaje, y de acumulación y uso de conocimiento. En el caso de América Latina, los estudios de Katz y sus colaboradores ofrecieron evidencia de que hubo importantes procesos de aprendizaje en empresas de las industrias metalmecánicas. El proyecto del BID, CEPAL y PNUD generó una tradición al realizar este tipo

10 Ver los principales resultados en Katz, 1986, 1987.

11 Ver Westphal, Kim y Dahlman, 1985; Lall, 1987.

de análisis utilizando la metodología de estudios de caso focalizándose en empresas individuales. Los resultados de dichos estudios mostraron diferencias por tipo de empresa, naturaleza del proceso de producción y estructura de mercado. Sin embargo, la gran aportación de este programa de investigación fue proporcionar evidencia de que las empresas en los PED no eran simples receptores de la tecnología. El análisis mostró que las empresas latinoamericanas habían aprendido y construido capacidades tecnológicas. Más aún, las empresas no solo fueron capaces de asimilar y adaptar la tecnología transferida desde los países centrales, sino de mejorarla e incluso de exportar tecnología en algunos casos.

Los estudios empíricos dieron la pauta para la subsecuente evolución del marco de análisis para el estudio de la construcción de capacidades tecnológicas en PED. Lall (1992), y más tarde Bell y Pavitt (1995) retomando el primero, presentaron una taxonomía de capacidades tecnológicas, basada en las principales capacidades tecnológicas por función técnica en el nivel de las empresas.

Con base en la taxonomía de Bell y Pavitt (1995), se han realizado un buen número de estudios sobre los procesos de construcción de capacidades tecnológicas en el interior de las empresas. Con estudios de caso y encuestas, estos análisis han podido documentar los procesos de aprendizaje en las empresas, tratando de explicar cómo se han movido de tener capacidades mínimas para operar las plantas, a ser capaces de emprender actividades innovadoras. La taxonomía de capacidades tecnológicas desarrollada se describe con detalle en la siguiente sección. A partir de estos estudios se han identificado características clave de los procesos de aprendizaje, así como los factores que estimulan y limitan la acumulación de capacidades tecnológicas en empresas de países en desarrollo.

Si bien el marco analítico para examinar el proceso de aprendizaje y la acumulación de capacidades tecnológicas ha sido muy rico para el análisis en el nivel de las empresas, este ha sido menos desarrollado para la realización de estudios en los niveles de sectores y países, aunque existen algunos estudios interesantes (Torres Vargas, 2006). Destacan los estudios de Westphal, Kim y Dalman (1985), Kim (1997) y Amsden e Hiki-no (1993 y 1994) sobre la construcción de capacidades en países del Este y Sudeste Asiático, también destacan los estudios de Lall (1987 y 1993).

Lall (1987) considera las capacidades tecnológicas de nivel nacional en los países en desarrollo, señalando que dichas capacidades no son simplemente la suma de las capacidades de las empresas desarrolladas de manera aislada. Su acercamiento al análisis de las capacidades nacio-

nales incluye tres elementos que interactúan entre sí, a saber: capacidades, incentivos e instituciones. Las capacidades se refieren a la inversión física, capital humano, y el esfuerzo tecnológico. Los incentivos se clasifican de manera general en incentivos macroeconómicos, incentivos derivados de la competencia doméstica e internacional y derivados de los mercados de factores (mercados de trabajo y de capital). Finalmente las instituciones incluyen aquellas de carácter industrial, de entrenamiento y tecnológicas. El marco de Lall proporciona un amplio y sugestivo conjunto de elementos para el análisis de las capacidades tecnológicas en el nivel de los países. Sin embargo, cada país posee diferentes características, por lo cual el marco debe ser lo suficientemente flexible para adaptarse a esa heterogeneidad. Lall incorpora al análisis dimensiones nacionales, introduciendo indicadores tales como gastos en I+D, tamaño de los recursos humanos, importaciones de bienes de capital, gastos en educación, número de patentes, número de ingenieros en actividades de I+D entre otros. La dificultad de derivar generalizaciones en el nivel de países a partir del análisis de las empresas, es particularmente sugerente en el caso de los estudios que para los llamados países de industrialización tardía (*late industrializing countries, LIC*) han realizado autores como Amsden (1989, 1997 y 2001) y Amsden e Hikino (1993 y 1994).¹²

En el nivel de sectores, la mayor parte de los estudios se ha focalizado en el análisis de una o más empresas integrantes de los mismos, distando de ser considerados como estudios representativos de lo que sucede en el sector como tal. Algunos análisis han tratado de superar esas limitaciones utilizando una metodología basada en encuestas, o metodologías mixtas. Villavicencio y Arvanitis (2001), basados en una muestra de empresas y utilizando la técnica de análisis de *clusters*, examinaron las capacidades de aprendizaje de la industria química en México. La identificación de tres conglomerados o *clusters* de empresas con características diferentes en cuanto a su tamaño, y origen del capital, así como en variables como fuentes de tecnología y las condiciones de contexto que enfrentan, encontraron diferentes comportamientos y patrones de acumulación.

Desde una perspectiva sistémica, Arvanitis y Villavicencio (2000), Gonsen y Jasso (2000) y Constantino y Lara (2000) analizan los sectores

¹² De acuerdo con su análisis basado en 31 empresas de nueve países principalmente asiáticos, concluyen que los patrones de crecimiento seguidos por las empresas de países menos industrializados son esencialmente los mismos, caracterizados por arreglos productivos y tecnológicos altamente diversificados y no relacionados. Torres Vargas (2004) discute esto mostrando la existencia de patrones distintos para el caso de las firmas en México.

de química, automotriz y farmacéutica. El análisis se conformó a partir de un conjunto de empresas seleccionadas y se retomaron variables de la organización industrial, ubicando a las empresas analizadas en un ambiente de vinculaciones institucionales (universidades, centros de investigación). Los resultados destacan que la acumulación de capacidades ha sido importante, fundamentalmente en las grandes empresas que participan en esquemas de vinculación con empresas extranjeras, aunque los niveles de desarrollo de dichas capacidades no llegan a niveles que permitan realizar innovaciones propias a nivel avanzado. Los procesos de aprendizaje se dan de manera diferencial en los sectores, a partir de esfuerzos propios y conjuntos, dependiendo de las vinculaciones con empresas tecnológicas. En todos los casos se encontró que la participación de los centros de investigación públicos en los procesos de aprendizaje y acumulación es débil. Finalmente, se encontró la necesidad de desarrollar instituciones puente para fortalecer los vínculos entre empresas e instituciones públicas de investigación.

A su vez, desde una perspectiva que conecta las condiciones institucionales con el desarrollo de capacidades tecnológicas, Perry (2017) analiza las industrias de hierro y acero en Trinidad Tobago.

La tabla 1 recoge evidencia sobre la importancia de los temas y subtemas de investigación sobre las capacidades y aprendizaje tecnológico en países en desarrollo. Se muestra mediante un conteo de las publicaciones realizadas para el período 1980-2017. La búsqueda se realizó utilizando Science Direct y Google Académico, lo cual nos permite ubicar no solo artículos académicos publicados en revistas indexadas, sino libros, capítulos de libro, tesis, documentos de trabajo y reportes técnicos. Cabe señalar que la búsqueda efectuada utilizó como criterio fundamental incluir exclusivamente estudios realizados para los casos de países en desarrollo. Los criterios de búsqueda incluyeron palabras como: capacidades tecnológicas, aprendizaje y temas relacionados (competitividad, desempeño, innovación, productividad, etcétera) y sus arreglos, incluyendo estudios a escala de firmas, sectores y países.

De un total de 353 publicaciones en nuestra base, ubicadas de acuerdo con los criterios expuestos, poco menos de un tercio corresponden a estudios del nivel de las firmas. Si a esto se agregaran los estudios que, basados en las firmas buscan realizar análisis del nivel de la industria manufacturera, industrias específicas y de los países, tendríamos que 223 (63%) de los estudios, de una u otra forma, se fundamentan en firmas. Estos datos indican que el interés por este nivel de análisis siempre ha

sido importante, aunque es más evidente en los últimos diecisiete años. Otro aspecto que destaca son los estudios de las capacidades tecnológicas en el nivel de los países, los que representan el 22% del total de la base, y para los cuales se observa una importancia creciente. De acuerdo con esta exploración, en el análisis de capacidades y aprendizaje subyace el interés por analizar su relación con la innovación, el desempeño económico, la competitividad y productividad. Otros temas que emergen en las últimas dos décadas son el de la medición de las capacidades tecnológicas y el del desarrollo y uso de taxonomías para su análisis.

Tabla 1. Producción de publicaciones sobre aprendizaje y capacidades tecnológicas (1980-2017)

Temas	Número de publicaciones por período				TOTAL
	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2017	
Aprendizaje tecnológico y construcción de CT	7	2	12	10	31
Construcción de CT en el nivel de firma	20	20	43	40	123
Construcción de CT en el nivel de firma y de industria	0	1	0	1	2
Construcción de CT en el nivel de firma y de nación	1	6	5	9	21
Construcción de CT en el nivel de industria	2	3	3	1	9
Construcción de CT en el nivel de industria y nación	3	2	1	1	7
Construcción de CT en el nivel de nación	14	17	19	27	77
Desarrollo, uso o aplicación de taxonomías de CT	0	0	1	2	3
Herramientas y modelos de medición de CT	1	1	4	7	13
Las CT y su relación con el desarrollo industrial	1	0	1	1	3
Las CT y su relación con el desempeño económico	7	6	10	4	27
Las CT y su relación con la competitividad	0	2	0	3	5
Las CT y su relación con la innovación	6	1	7	11	25
Las CT y su relación con la productividad	4	1	0	1	6
Taxonomía de CT	0	1	0	0	1
Total general	66	63	106	118	353

Fuente: elaboración propia, a partir de base de datos de publicaciones sobre aprendizaje y acumulación de capacidades realizada en UAM-X.

De acuerdo con un análisis de la producción académica en Scopus sobre procesos de innovación en el nivel de las firmas durante el período 1970-2018, Lerena *et al.* (2018) encontraron que los estudios sobre *capacidades de innovación* son de los que mayor participación han tenido durante el período, representando el 14,1% de los 13.132 trabajos totales identificados sobre el tema de la innovación en las firmas. Aunque este grupo se refiere a un espectro más amplio, incluyendo distintos aspectos de las habilidades de las personas y firmas, tales como competencias, capacidades dinámicas, rutinas, etcétera, este indicador da cuenta de la importancia y actualidad del tema de las capacidades.

El comportamiento de las empresas para acumular capacidades tecnológicas

Desde un principio el concepto de capacidad tecnológica se ha referido a dos dimensiones, un acervo de conocimiento, y el uso de ese conocimiento. Esta última dimensión organizacional/institucional ha cobrado importancia en los noventa y es claramente expresada por Bell y Pavitt (1995), cuando se refieren a las capacidades tecnológicas como “las capacidades domésticas para generar y administrar el cambio en las tecnologías usadas en la producción, estas capacidades están ampliamente basadas en recursos especializados”.

Este enfoque sobre las capacidades tecnológicas para generar y administrar el cambio técnico surge en el contexto de la necesidad de las empresas de mantener competitividad en mercados con un alto dinamismo tecnológico.

Desde fines de los años noventa el concepto evolucionó para considerar más abiertamente el rol del contexto económico y político. En este sentido, Kim (1997) define las capacidades tecnológicas como “la habilidad de hacer un uso efectivo del conocimiento tecnológico para asimilar, usar, adaptar y cambiar las tecnologías existentes. También permite crear tecnologías nuevas y desarrollar nuevos productos y procesos en respuesta al ambiente económico cambiante”.

Se puede identificar un primer esfuerzo por construir taxonomías de capacidades tecnológicas, que parte de Dahlman y Westphal (1982) e incluye inicialmente a Lall (1992) y Bell y Pavitt (1995).¹³

La taxonomía de capacidades tecnológicas de Bell y Pavitt (1995) distingue las capacidades más importantes que tiene una empresa por función técnica. Las funciones técnicas abarcan las principales actividades tecnológicas. La taxonomía presenta diferentes grados/niveles de madurez de esas capacidades tecnológicas en cuanto a la actividad innovativa, que se asocian al tipo de actividad emprendida por la empresa en cada función técnica. La taxonomía se presenta en la forma de una matriz. La tabla 2 presenta la versión de Bell y Pavitt (1995). Cada celda describe el tipo de actividades desarrolladas en cada función para cada nivel de capacidades.

Por filas, la matriz distingue las principales capacidades tecnológicas de acuerdo con el grado de innovatividad. Una primera distinción es entre el tipo de conocimiento y habilidades tecnológicas requeridas para operar sistemas de producción dados (las capacidades tecnológicas básicas de producción) y el tipo de conocimiento requerido para cambiarlos (las capacidades tecnológicas innovadoras). La matriz incluye cuatro niveles de acumulación: un nivel de capacidades tecnológicas de producción rutinaria y tres niveles de capacidades tecnológicas innovadoras: básicas, intermedias y avanzadas. Las capacidades tecnológicas de producción rutinarias son aquellas capacidades para usar y operar la tecnología existente. Las innovadoras son capacidades para generar y administrar el cambio técnico.

Un nivel básico de capacidades innovadoras permite solo una contribución al cambio relativamente pequeño e incremental; pero en los niveles intermedios y avanzados, las capacidades tecnológicas pueden tener una contribución al cambio más sustancial, novedoso y ambicioso.

¹³ Una descripción crítica de esta taxonomía se presenta en Dutrénit, Vera-Cruz y Arias (2003).

Tabla 2. Matriz de capacidades tecnológicas

Niveles de capacidades	Funciones técnicas primarias			Funciones técnicas de soporte
	Inversión	Producción		
	Toma de decisiones y control.	Preparación y ejecución del proyecto.	Centrada en los procesos y en la organización de la producción.	Vinculación externa. Producción de bienes de capital.
Capacidades de producción rutinarias: capacidades para usar y operar la tecnología existente				
Capacidades operativas básicas	- Estimación de desembolsos.	- Planeación del protocolo. - Preparación del protocolo. - Acondicionamiento del terreno. - Construcción de la obra civil básica.	- Operación rutinaria y mantenimiento básico de instalaciones. - Mejora de la eficiencia a partir de la experiencia en tareas existentes.	- Búsqueda de insumos disponibles de proveedores existentes. - Venta de productos existentes a clientes nuevos y existentes. - Réplica simple de especificaciones de planta y maquinaria.
Capacidades tecnológicas innovadoras: capacidades para generar y administrar el cambio técnico				
Capacidades innovadoras básicas	- Monitoreo activo y control de: estudios de factibilidad; elección de tecnología/ proveedores; programación de actividades.	- Estudios de factibilidad. - Búsqueda de equipo estándar. - Ingeniería básica.	- Designación de grupos de trabajo para hacer pruebas y eliminación de fallas. - Mejora del <i>layout</i> , programación y mantenimiento. - Adaptaciones menores.	- Búsqueda y absorción de información nueva de proveedores, clientes e instituciones locales. - Copia de nuevos tipos de planta y maquinaria. - Adaptación simple de diseños y especificaciones ya existentes.
Capacidades innovadoras intermedias	- Búsqueda, evaluación y selección de tecnología/ proveedores. - Negociación con proveedores. - Administración del proyecto completo.	- Ingeniería de detalle Adquisición de equipamiento. - Estudios de medio ambiente. - Administración y seguimiento del proyecto. - Designación del grupo de trabajo. - Capacitación y reclutamiento. - Puesta en marcha.	- Licenciamiento de nueva tecnología de producto y/o ingeniería inversa. - Diseño incremental de nuevos productos. - Transferencia de tecnología a proveedores y clientes para incrementar eficiencia, calidad y abastecimiento local.	- Mejoras menores a partir de ingeniería inversa. - Diseño original de planta y maquinaria.
Capacidades innovadoras avanzadas	- Desarrollo de nuevos sistemas de producción y componentes.	- Diseño de procesos y desarrollo de la I+D relacionada.	- Innovaciones de proceso e I+D relacionadas. - Innovaciones radicales en la organización.	- Colaboración en desarrollos tecnológicos con proveedores, clientes y socios. - I+D orientada a establecer especificaciones y diseño de nuevas plantas y maquinaria.

Fuente: basado en Bell y Pavitt, 1995.

Por columnas, la matriz distingue entre seis funciones técnicas, en las cuales las empresas pueden desarrollar capacidades tecnológicas: i) Toma de decisiones y control de grandes proyectos de inversión, ii) Preparación y ejecución de grandes proyectos de inversión, iii) Centradas en los procesos y organización de la producción, iv) Centradas en el producto, v) Vinculación externa y vi) Producción de bienes de capital. Las funciones de inversión (i y ii) se refieren a la generación de cambio técnico y la administración de su implementación durante grandes proyectos de inversión. Las funciones de producción (iii y iv) se refieren a la generación y administración de cambio técnico en los procesos y la organización de la producción, y en los productos. Las funciones de inversión y de producción son denominadas funciones técnicas primarias. Las dos últimas funciones técnicas (v y vi) son consideradas de soporte. Consisten en el desarrollo de vínculos e interacciones con otras empresas e instituciones, y en la producción de bienes de capital que involucren tecnología nueva creada localmente. En el largo plazo, las capacidades que se originan en estas actividades ayudan a fortalecer la secuencia de acumulación de capacidades tecnológicas y crean la base para la diversificación de nuevos productos e industrias.

Desde entonces muchos trabajos han contribuido a enriquecer la discusión de los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas en los países en desarrollo y las economías emergentes, a partir de analizar críticamente el marco analítico y brindar evidencia empírica sobre los procesos en diferentes industrias, tipos de empresas y contextos.

Un cúmulo de trabajos emergió a fines de los años noventa y durante los dos mil. Algunos trabajos introdujeron nuevas funciones técnicas (columnas), ampliaron los niveles de acumulación (filas), incorporaron al análisis aspectos organizacionales o relacionaron la acumulación de capacidades con procesos de aprendizaje.

En relación con las nuevas funciones técnicas, por ejemplo, dado que las empresas hoy en día no necesariamente internalizan la función técnica de producción de bienes de capital, se ha tendido a eliminar esa columna. En esta dirección de cambios en las funciones, algunos trabajos incorporaron una función técnica asociada a la vinculación interna dentro de grupos industriales, con varias unidades de negocio, o entre subsidiarias (Dutrénit *et al.*, 2006b; Dutrénit y Vera-Cruz, 2007). Otros incorporaron la función de modificación de equipo (Arias y Dutrénit, 2003).

Otros trabajos ampliaron los niveles de acumulación de capacidades tecnológicas. En particular, algunos trabajos se centraron en analizar

las trayectorias temporales y los procesos en diferentes sectores, como el caso de las empresas siderúrgicas en Brasil, que distingue siete niveles de acumulación de capacidades tecnológicas (Figueiredo, 2001 y 2003). Otros exploraron nuevos sectores, como las máquinas-herramienta en Corea (Lim, 1997), la electrónica en Malasia que destacó el tema de la internacionalización de las capacidades innovadoras (Ariffin, 2000) y la acumulación por parte de las subsidiarias en México (Dutrénit y Vera-Cruz, 2007). Otras investigaciones han ampliado el conocimiento sobre la influencia de diferentes aspectos de la estructura corporativa y la gestión del conocimiento, como la diversificación de grandes grupos empresariales en México (Torres Vargas, 2004), los *joint ventures* internacionales en China (Li, 2004), la diversificación de las empresas de telecomunicaciones en Tailandia (Intarakumnerd, 2000), la gestión del conocimiento y la creación de capacidades centrales en la industria del vidrio en México (Dutrénit, 2000), y la integración del conocimiento y liderazgo en mercados emergentes en el procesamiento de alimentos en Grecia (Tsekouras, 1998).

Otros exploraron la influencia del contexto político y la cultura organizacional en los procesos de acumulación, como el estudio de los regímenes de propiedad intelectual en la industria farmacéutica en España (Sequeira, 1998), el trabajo sobre la política macroeconómica y la cultura organizacional en la industria cervecera mexicana (Vera-Cruz, 2000) y el papel del medio ambiente en la industria de papel en Brasil (Dalcommuni, 1997).

Desde entonces se han hecho muchos estudios que usaron la herramienta de la matriz de capacidades tecnológicas en diferentes tipos de empresas, sectores y países. Esto ha contribuido a ampliar nuestro conocimiento sobre el proceso de construcción de capacidades tecnológicas.

Algunas líneas de investigación

Esta sección destaca algunas líneas de investigación que ha seguido la literatura reciente.

El papel del contexto y las interacciones micro-macro

Varios autores de la literatura sobre aprendizaje y acumulación de capacidades han reconocido el papel de las variables macro en el

comportamiento tecnológico de las empresas. Bell (1984) señaló que el comportamiento tecnológico de las firmas puede ser visto como un conjunto de respuestas a los estímulos de su medio ambiente. Dahlman, Ross-Larsen y Westphal (1987) afirman que un ambiente más competitivo estimula la introducción del cambio técnico en las empresas. La discusión sobre cómo los procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas en el nivel de las firmas e industrias son afectados por las condiciones macro, es un tema que aunque ha sido destacado desde los trabajos pioneros (Katz, 1984 y 1997; Lall, 1987), ha sido insuficientemente explorado (Cimoli y Katz, 2003; Cimoli y Porcile, 2013; Rasiah, 2013). A menudo, los estudios en el nivel de las firmas se focalizan en la transformación de las tecnologías físicas sin mucha discusión sobre el papel que juega la coordinación de los mecanismos macro, meso y micro para asegurar que la evolución de las capacidades tecnológicas en el nivel de las firmas se realice sin disrupción. Al respecto, Rasiah (2013) señala que se han hecho pocos análisis sistemáticos sobre temas relacionados con la coordinación micro-macro, que Katz (2000 y 2006) documentó como la mayor causa de las fallas de las economías de Latinoamérica para generar una masa crítica de experiencias exitosas de *catching up*, más allá de un puñado de empresas. Las contribuciones de Katz (2000) sobre la evolución de las empresas bajo diferentes condiciones macro y distintos marcos institucionales en Latinoamérica, permitieron identificar diferentes patrones de interacción entre estas dimensiones, bajo diferentes escenarios que incluyen el período de sustitución de importaciones, la década perdida de los ochenta, las reformas promercado de los noventa y la bonanza de exportación de *commodities* de los dos mil (Cimoli y Porcile, 2013).

Es interesante notar que en la literatura anterior, el contexto fue solo un factor importante al explicar el comportamiento innovador de las empresas latinoamericanas. Sin embargo, desde la crisis coreana, este factor comenzó a incluirse en la explicación del comportamiento innovador de las empresas. Kim (1998) explica cómo el aprendizaje tecnológico, acumulativo en circunstancias normales, puede tornarse disruptivo ante la percepción de una crisis en el mercado competitivo. En una situación de crisis, la empresa tiene que invertir fuertemente en la adquisición de conocimiento nuevo y actividades de aprendizaje para superar esa situación en el menor tiempo posible. De alguna manera, este factor está asociado con la situación de los recién llegados (*latecomers*), que difiere de otras economías que se industrializaron temprana-

namente y que son más equilibradas, que tienen una masa crítica de científicos, tecnólogos y de capacidades de innovación, como es el caso de las economías centrales.

Es aún limitado nuestro conocimiento sobre cómo la compleja red de interacciones macro, meso y micro afectan y condicionan los procesos de aprendizaje y construcción de capacidades en los países recién llegados. Esta es un área que requiere de estudios que permitan mapear y capturar los efectos de la red de mecanismos de coordinación (macro, meso, micro) que sostienen y moldean los esfuerzos de las empresas de países entrantes tardíos para construir capacidades tecnológicas innovativas.

Transición hacia la construcción de liderazgo

Inicialmente la literatura se ha centrado en el análisis de los procesos de aprendizaje involucrados en la construcción gradual de una base mínima de conocimiento tecnológico para poder llevar a cabo actividades innovadoras, que corresponden a las capacidades tecnológicas (CT) innovadoras básicas o intermedias de la taxonomía discutida en la sección anterior. Sin embargo, se ha prestado poca atención a la última etapa de la acumulación –construcción de CT innovadoras avanzadas– y al proceso de transición desde la creación de una base mínima de conocimiento para construir capacidades estratégicas para poder acercarse a la frontera tecnológica (Dutrénit, 2000 y 2004).

En el caso de las economías emergentes, y observando el éxito en el mercado internacional de un conjunto de empresas de Asia oriental y sudoriental, algunos autores se han centrado en las fuerzas impulsoras que explican la acumulación de CT (Amsden, 1989; Kim, 1997). Desde otras perspectivas, otros autores han argumentado que estas empresas han seguido un modelo de innovación inversa desde la adquisición, a la asimilación y adaptación, a la mejora y finalmente a la generación (Kim, 1980; Hobday, 1995; Kim, 1997). Sin embargo, como argumentan Hobday, Rush y Bessant (2004), tampoco han explorado el proceso de transición al liderazgo tecnológico. Recientemente, este tema ha comenzado a ser retomado por Bell y Figueiredo (2012).

La elaboración de índices y la discusión de las métricas

Aunque los estudios de caso a profundidad en el nivel de empresas o industrias específicas han permitido describir con detalle los procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas, esta metodología resulta limitada cuando se quiere realizar una evaluación sistemática de las diferencias interempresas, interindustrias o intertemporales. Lo anterior ha planteado la necesidad de desarrollar metodologías y métricas para generar indicadores de capacidades tecnológicas, que permitan dar cuenta de las diferencias en los niveles empresas, sectores, regiones y países. Entre los trabajos pioneros destacan Westphal *et al.* (1990) y Gonsen (1998) con sus propuestas para medir las capacidades, basados en metodologías que asignan puntajes (*scores*) a la información sobre capacidades para convertirla en índices representativos. Estas metodologías buscan reflejar los esfuerzos de las empresas para adquirir, adaptar y mejorar la tecnología de una manera uniforme y agregada y que pueda ser comparable. En esta línea, Molina-Domene y Pietrobelli (2012) han contribuido en el análisis de los determinantes y la medición de las capacidades tecnológicas en los casos de Argentina, Brasil y Chile. Fundamentados en la base de datos Clima de Inversión del Banco Mundial, construyeron un puntaje de capacidad para proporcionar una medida preliminar de capacidades tecnológicas en el nivel de las empresas; luego econométricamente exploraron los determinantes de las capacidades tecnológicas y las exportaciones y evaluaron su relación recíproca.

Con referencia a la medición de las capacidades en el nivel de países, se han hecho varios esfuerzos en trabajos como los de Lall y Albaradejo (2001) y UNIDO (2003). Partiendo de ejercicios estadísticos previos tales como TAI (Technology Achievement Index) de UNDP (2001) y el IPS (Industrial Performance Scoreboard) de UNIDO (2003), Archibugui y Coco (2003 y 2005) desarrollaron el índice ARCO, que mide las CT a partir de una variedad de indicadores, y que provee asimismo un indicador sintético. Partiendo de tres dimensiones de CT (creación de tecnología, infraestructura tecnológica y desarrollo de habilidades humanas), ARCO identifica cuatro grupos de países con niveles diferenciados de capacidades tecnológicas, a saber: líderes, líderes potenciales, *latecomers* y marginales. Dos premisas sobre las que se construyó ARCO son: que un indicador comprensivo debe dar cuenta de las actividades codificadas y tácitas, incorporadas en artefactos y no incorporadas en artefactos, y que dadas las diferencias colosales de las capacidades tecnológicas entre países desarrollados y

países en desarrollo, cualquier medida de estas debe dar cuenta de esas diferencias.

Domínguez y Brown (2004) han realizado trabajos en esta línea, abocadas a construir índices representativos de las capacidades tecnológicas de las empresas manufactureras mexicanas. Asimismo han examinado la distribución de estas capacidades en una muestra de establecimientos y su asociación con variables de desempeño. El análisis factorial permitió a estas autoras identificar cuatro factores que expresarían las principales fuentes de aprendizaje de estas empresas: i) la política de formación de personal, ii) innovación en mejora continua, iii) sistemas de información y documentación, iv) inversión en nuevas tecnologías. Los agrupamientos realizados mediante “análisis de *cluster*” mostraron la asociación entre tamaño de establecimientos y nivel de capacidades. Las rutinas de documentación y la planeación son de acuerdo con los resultados (*cluster* 3) el mínimo necesario para el aprendizaje, seguido por la capacitación en planta (*cluster* 2), llegando a la mejora continua (*cluster* 1) como el esfuerzo más completo de aprendizaje. En otro trabajo, las mismas autoras han hecho aportaciones interesantes para la medición de las capacidades tecnológicas y las condiciones de trabajo favorables para el aprendizaje (Brown y Domínguez, 2005).

No obstante estos avances, aún sabemos poco acerca de la métrica apropiada para comprender los determinantes de la acumulación de capacidades tecnológicas del sector empresarial (Radošević y Yoruk, 2016). La falta de indicadores confiables sobre estos procesos de acumulación en el nivel de empresa a largo plazo es aún más grave. Lo anterior plantea la necesidad de avanzar, por un lado, en nuevos marcos analíticos para explicar la acumulación de capacidades tecnológicas en el nivel de la empresa y en el de país con la información existente, y, por otro, en la reflexión sobre qué tipo de indicadores a largo plazo son requeridos para lograr una mejor contextualización de estos procesos y para repensar cómo medir ese proceso. La medición de las capacidades tecnológicas es un tema que reclama la elaboración de nuevos trabajos, en los que la utilización de herramientas estadísticas de mayor sofisticación es fundamental.

Reflexiones finales: algunos desafíos

Este capítulo ha tratado de proporcionar al lector una visión introductoria y suficientemente amplia sobre la literatura sobre los procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológica en los PED, ubicando la trayectoria de los estudios sobre el tema desde los trabajos pioneros, hasta la actualidad. Sobre la revisión realizada, se puntualizan algunas reflexiones en torno a su aportación y se avanzan algunas ideas sobre los desafíos que presenta el análisis de estos temas en el contexto de los cambios asociados a la economía del conocimiento.

- La literatura sobre aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas provee un marco analítico de gran valor para entender los procesos de construcción de capacidades tecnológicas en el nivel de firma. Este marco analítico ha sido construido a partir de una fuerte base empírica.
- Esta literatura muestra que la transferencia de la tecnología requiere de procesos de aprendizaje y de desarrollo de capacidades locales. Asimismo, revela que muchas empresas de países en vías de desarrollo avanzaron en el fortalecimiento de sus capacidades a partir de procesos de transferencia de tecnología.
- Ha generado una importante evidencia de que el aprendizaje no es un proceso automático ni barato, y que para ser efectivo requiere esfuerzos deliberados de parte de las empresas.
- Hace una importante distinción entre las capacidades tecnológicas y la capacidad de producción. Las primeras se refieren a los conocimientos y habilidades incorporadas en las personas y en las organizaciones. Constituyen una capacidad dinámica que permite a las empresas absorber, adaptar y mejorar el conocimiento existente.
- Ha centrado su atención en demostrar que los países en desarrollo han generado un proceso secuencial y evolutivo de acumulación de capacidades tecnológicas a lo largo del tiempo, enfocándose en el análisis de cómo las capacidades tecnológicas son acumuladas, y a la identificación de los mecanismos y procesos comunes de impulso al desarrollo tecnológico. En este sentido, los esfuerzos de los autores en estos temas se han concentrado en la identificación y análisis de patrones generales de comportamiento de diferentes tipos de empresas.

- Esta literatura muestra que las empresas usan una gran variedad de mecanismos y fuentes de aprendizaje y que estos experimentan cambios con el tiempo, predominando el uso de fuentes externas en las etapas tempranas de las empresas, y de fuentes internas conforme las empresas van construyendo y acumulando más capacidades. El aprendizaje se genera mediante una gran variedad de fuentes formales e informales, tales como investigación y desarrollo, actividades de innovación asociadas a la adaptación y modificación incremental de tecnologías existentes, experiencias de producción, actividades de ingeniería asociadas a proyectos de expansión de capacidades instaladas, proveedores de equipamiento, etcétera.
- Se reconoce ampliamente el rol del contexto y de los estímulos externos en los procesos de aprendizaje y de construcción de capacidades tecnológicas. Particular atención le ha sido dada al impacto del modelo ISI sobre dichos procesos (Lall, 1987; Katz, 1987); al respecto algunos autores muestran que el cambio observado en el contexto, asociado con la crisis del modelo ISI, tuvo un impacto en el comportamiento tecnológico de las empresas (Benavente *et al.*, 1997; Vera-Cruz, 2004). Aunque se reconoce la importancia de la relación micro-macro, son más los estudios focalizados en el nivel de las firmas; esto reclama de más análisis que aborden la discusión sobre el papel que juega la coordinación de los mecanismos macro, meso y micro en los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas.

Un reto vigente para el avance de la investigación en esta área es el relativo a la medición de las capacidades tecnológicas en distintos niveles. Si bien algunos estudios, sobre todo en el período reciente, han buscado identificar los indicadores adecuados para poder medir y comparar el grado en que los países, tanto los desarrollados como aquellos en desarrollo, han acumulado capacidades tecnológicas, existen aún varias dificultades para desarrollar estas mediciones. Las dificultades van desde la inexistencia o deficiencia en los datos disponibles para realizar la medición, hasta los problemas para el manejo de una gran heterogeneidad en los mismos. Esta es un área que seguirá requiriendo nuevos estudios, y de la creación de métodos novedosos para construir e interpretar indicadores e índices en el nivel de países y sectores productivos específicos, que permitan la comparabilidad.

Otro reto se refiere a la adecuación del marco analítico base para el estudio de diferentes sectores. El marco analítico para el estudio de la acumulación de capacidades tecnológicas fue creado sobre la base de las características de la industria manufacturera, particularmente de proceso. Aunque hay algunos avances, son aún escasos los estudios en sectores como el de actividades agropecuarias, o el de los servicios, y otros de los sectores primario y terciario. Se requiere trabajar en la adecuación de los marcos de análisis existentes o en la construcción de nuevas taxonomías para el análisis de organizaciones productivas en ámbitos distintos del de la industria de manufacturas.

Finalmente, algunos de los retos analíticos en puerta derivan de la naturaleza misma de los cambios relacionados con la llamada cuarta revolución industrial. Es el caso de la emergencia de la manufactura 4.0, impresión 3D, robótica, inteligencia artificial, internet de las cosas, entre otras. En particular, la fusión del binomio manufactura-tecnologías de la información implica transformaciones profundas en los procesos industriales tradicionales, modificación de las áreas productivas, introducción de máquinas inteligentes, desarrollo de nuevas tecnologías y materiales que seguramente requerirán repensar el marco teórico conceptual para analizar estos cambios y su impacto en la organización del trabajo, en la intensificación de la competencia, en nuevas dinámicas de difusión del conocimiento, en la convergencia/divergencia tecnológica, entre varios otros temas relacionados con el aprendizaje y construcción de capacidades. El *big data* abre posibilidades de un uso cada vez más intensivo de datos digitales y tecnologías de la información, pero con nuevas características, lo cual obliga a ir más allá de los indicadores tradicionales de CTI, y socioeconómicos en general.

Bibliografía

- Abramovitz, Moses (1986). "Catching up, Forging ahead and Falling behind". *Journal of Economic History*, vol. 46, n° 2, pp. 385-406.
- Amsden, Alice H. (1989). *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialisation*. Nueva York, Oxford University Press.
- (1997). "Big Business-focused Industrialisation in South Korea". En Chandler, Alfred; Amatori, Franco e Hikino, Takashi (eds.),

Big Business and the Wealth of Nations, pp. 336-367. Cambridge: Cambridge University Press.

——— (2001). *The Rise of The Rest*. Nueva York: Oxford University Press.

Amsden, Alice H. e Hikino, Takashi (1993). “Borrowing Technology or Innovating: An Exploration of the Two Paths to Industrial Development”. En Thomson, R. (ed.), *Learning and Technological Change*, pp. 243-266. Nueva York: St. Martin’s Press.

——— (1994). “Project Execution Capability, Organisational Know-how and Conglomerate Corporate Growth in Late Industrialisation”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, n° 1, pp. 111-147.

Archibugi, Daniele y Coco, Alberto (2003). “A New Indicador of Technological Capabilities for Developed Countries and Developing Countries (ArCo)”. *World Development*, vol. 32, n° 4, pp. 629-654.

——— (2005). “Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice”. *Research Policy*, vol. 34, n° 2, pp. 175-194.

Archibugi, Daniele; Denni, Mario y Filippetti, Andrea (2009). “The technological capabilities of nations: A review of the synthetic indicators”. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 76, n° 7, pp. 917-31.

Argyris, Chris y Schön, Donald (1978). *Organizational learning: A theory of action perspective*. Reading: Addison Wesley.

Arias, Aryenis y Dutrénit, Gabriela (2003). “Acumulación de capacidades tecnológicas locales de empresas globales en México. El caso del Centro Técnico de Delphi Corp.”. *CTS+I, Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, n° 6, mayo-agosto, pp. 1-15.

Ariffin, Norlela (2000). “The Internationalization of Innovative Capabilities: the Malaysian Electronics Industry”. Dphil Thesis, Brighton: Science and Technology Policy Research (SPRU). University of Sussex.

Ariffin, Norlela y Figueiredo, Paulo (2003). *Internacionalização de Competências Tecnológicas*. Río de Janeiro: FGV.

Arundel, Anthony; Van de Paal, Gert y Soete, Luc (1995). “Innovation Strategies of Europe’s Largest Industrial Firms: Results of the PACE

Survey for Information Sources, Public Research, Protection of Innovations and Government”. MERIT.

Arvanitis, Rigas y Villavicencio, Daniel (2000). “Learning and innovation in the chemical industry”. En Cimoli, Mario (ed.). *Developing Innovation Systems, Mexico in the Global Context*, pp. 189-207. Londres: Continuum.

Arza, Valeria (2005). “Technological Performance, Economic Performance and Behaviour: a Study of Argentinean Firms during the 1990s”. *Innovation, Management, Policy and Practice*, vol. 7, n° 2-3, pp. 131-151.

Bell, Martin (1984). “Learning and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries”. En Fransman, M. y King, K. (eds.), *Technological Capability in the Third World*, pp. 187-209. Londres: Macmillan.

——— (2009). “Innovation Capabilities and Directions of Development”. STEPS Working Papers 33. STEPS Centre, Brighton.

Bell, Martin y Figueiredo, Paulo N. (2012). “Innovation capability building and learning mechanisms in latecomer firms: recent empirical contributions and implications for research”. *Canadian Journal of Development Studies/Revue Canadienne D'études Du Développement*, vol. 33, n° 1, pp. 14-40.

Bell, Martin y Pavitt, Keith (1993). “Accumulation and Industrial Growth: Contrast between Developed and Developing Countries”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 2, n° 2, pp. 157-210.

——— (1995). “The Development of Technological Capabilities”. En Haque, Irfan ul (ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*, pp. 69-101. Washington: The World Bank.

Benavente, José Miguel; Crespi, Gustavo; Katz, Jorge y Stumpo, Giovanni (1997). “New problems and Opportunities for Industrial Development in Latin America”. *Oxford Development Studies*, vol. 25, n° 3, pp. 261-278.

Brown, Flor y Domínguez, Lilia (2005). “Aprendizaje y condiciones laborales decentes en la industria manufacturera mexicana”. Documento presentado en el XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, San Salvador de Bahía, Brasil.

- Cimoli, Mario y Katz, Jorge (2003). "Structural Reforms, Technological Gaps and Economic Development". *Industrial and Corporate Change*, vol. 12, n° 2, pp. 287-411.
- Cimoli, Mario y Porcile, Gabriel (2013). "Micro-Macro Interactions in Technological Learning and Growth". En Dutrénit, Gabriela; Lee, Keun; Nelson, Richard; Soete, Luc y Vera-Cruz, Alexandre O. (eds.), *Learning, Capability Building and Innovation for Development*, pp. 160-175. Basingstoke: Palgrave Macmillan, EADI Global Development, UK.
- Cohen, Michael D. y Sproull, Lee (eds.) (1996). *Organizational learning*. California: Sage Publications.
- Cohen, Wesley y Levinthal, Daniel (1990). "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation". *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n° 1, pp. 128-152.
- Constantino, Roberto y Lara, Arturo (2000). "The automotive industry". En Cimoli, Mario (ed.), *Developing Innovation Systems, Mexico in the Global Context*, pp. 243-261. Londres: Continuum.
- Dahlman, Carl y Westphal, Larry (1982). "Technological Effort in Industrial Development. An Interpretative Survey of Recent Research". En Stewart, Frances y James, Jeffrey (eds.), *The Economics of New Technology in Developing Countries*, pp. 105-137. Londres: Frances Pinter.
- Dahlman, Carl; Ross-Larsen, Brus y Westphal, Larry (1987). "Managing Technological Development". *World Development*, vol. 15, n° 6, pp. 759-775.
- Dalcomuni, Sonia Maria (1997). "Dynamic Capabilities for Cleaner Production Innovation: the Case of the Market Pulp Export Industry in Brazil". PhD thesis, Brighton: SPRU, University of Sussex, UK.
- Dodgson, Mark (1993). "Organizational Learning: A Review of Some Literature". *Organization Studies*, vol. 14, n° 3, pp. 375-394.
- Domínguez, Lilia y Brown, Flor (2004). "Capacidades Tecnológicas: Propuesta de medición y agrupamiento para la industria mexicana". *Revista de la CEPAL*, n° 83.

- Dutrénit, Gabriela (2000). *Learning and Knowledge Management in the Firm: From Knowledge Accumulation to Strategic Capabilities*. Cheltenham: Edward Elgar.
- (2004). “Building Technological Capabilities in Latecomer Firms: Review Essay”. *Science, Technology and Society*, vol. 9, n° 2, pp. 209-241.
- (2006). “Instability of the Technology Strategy and Building of the first Strategic Capabilities in a Large Mexican Firm”. *International Journal of Technology Management*, vol. 36, n° 1-2-3, pp. 43-61.
- (2007). “The Transition from Building-up Innovative Technological Capabilities to Leadership by Latecomer Firms”. *Asian Journal of Technology Innovation*, vol. 15, n° 2, pp. 125-149.
- Dutrénit, Gabriela y Katz, Jorge (2005). “Innovation, Growth and Development in Latin America: Stylized facts and a policy agenda”. *Innovation, Management, Policy and Practice*, vol. 7, n° 2-3, pp. 105-130.
- Dutrénit, Gabriela; Puchet, Martín; Sanz-Menéndez, Luis; Teubal Morris y Vera-Cruz, Alexandre O. (2006a). “Co-evolution of Science and Technology and Innovation: a Three Stage Model of Policies Based on the Mexican Case”. Paper presented in IV Globelics Conference: Innovation, Systems for Competitiveness and Shared Prosperity in Developing Countries, Trivandrum, India.
- Dutrénit, Gabriela y Vera-Cruz, Alexandre O. (2007). “Triggers of the Technological Capability Accumulation in MNCs’ Subsidiaries: the Maquilas in Mexico”. *International Journal of Technology and Globalisation*, vol. 3, n° 2-3, pp. 315-336.
- Dutrénit, Gabriela; Vera-Cruz, Alexandre O. y Arias, Aryenis (2003). “Diferencias en los perfiles de acumulación de capacidades tecnológicas en tres empresas mexicanas”. *El Trimestre Económico*, vol. LXX (1), n° 277, pp. 109-165.
- Dutrénit, Gabriela; Vera-Cruz, Alexandre O.; Arias, Aryenis; Sampedro, José Luis y Urióstegui, Alma (2006b). *Acumulación de capacidades tecnológicas en subsidiarias de empresas globales en México. El caso de la Industria Maquiladora de Exportación*. México: UAM-Miguel Ángel Porrúa.
- Edquist, Charles (1997). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Londres: Pinter.

- Fagerberg, Jan y Verspagen, Bart (2002). "Technology-gaps, innovation-diffusion and transformation: an evolutionary interpretation". *Research Policy*, vol. 31, n°8-9, pp. 1291-1304.
- (2007). "Innovation, growth and economic development have the conditions for catch-up changed?". *International Journal of Technology Learning, Innovation and Development*, vol. 1, n° 1, pp. 13-33.
- Ferraz, Joao Carlos; Kupfer, David y Serrano, Franklin (1999). "Macro/micro Interactions: Economic and Institutional Uncertainties and Structural Change in the Brazilian Industry". *Oxford Development Studies*, vol. 27, n° 3, pp. 279-304.
- Figueiredo, Paulo N. (2001). *Technological Learning and Competitive Performance*. Cheltenham: Edward Elgar.
- (2003). "Learning, capability accumulation and firms differences: evidence from latecomer steel". *Industrial and Corporate Change*, vol. 12, n° 3, pp. 607-643.
- Fiol, C. Marlene y Lyles, Marjorie (1985). "Organizational Learning". *The Academy of Management Review*, vol. 10, n° 4, pp. 803-813.
- Forbes, Naushad y Wield, David (2000). "Managing R&D in Technology-Followers". *Research Policy*, vol. 29, n° 9, pp. 1095-1109.
- Freeman, Christopher (1974). *The Economics of Industrial Innovation*. Londres: Pinter.
- (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. Londres: Pinter.
- Garvin, David A. (1993). "Building a Learning Organization". *Harvard Business Review*, vol. 71, n° 4, pp. 78-91.
- Gonsen, Ruby (1998). *Technological Capabilities in Developing Countries. Industrial Biotechnology in Mexico*. Londres: Macmillan.
- Gonsen, Ruby y Jasso, Javier (2000). "The pharmaceutical industry". En Cimoli, Mario (ed.), *Developing Innovation Systems, Mexico in the Global Context*, pp. 206-217. Londres: Continuum.
- Hedberg, Bo (1981). "How Organizations Learn and Unlearn". En Nystrom Paul y Starbuck, William (eds.), *Handbook of Organizational Design: Adapting Organisations to Their Environment*, pp. 1-27. Oxford, Oxford University Press.

- Hobday, Mike (1995). "East Asian latecomer firms: Learning the technology of electronics". *World Development*, vol. 23, n°7, pp. 1171-1193.
- (2007). "Editor's Introduction: the Scope of Martin Bell's Contribution". *Asian Journal of Technology Innovation*, vol. 15, n° 2, pp. 1-18.
- Hobday, Mike; Rush, Howard y Bessant, John (2004). "Approaching the innovation frontier in Korea: the transition phase to leadership". *Research Policy*, vol. 33, n° 10, pp. 1433-1457.
- Huber, George P. (1996). "Organizational learning: a guide for executives in technology-critical organisations". *International Journal of Technology Management*, vol. 11, n° 7-8, pp. 821-832.
- Intarakumnerd, Patarapong (2000). "Thai Telecommunication Business Groups: an Analysis of the Factors Shaping the Direction of their Growth Paths". PhD thesis, Brighton: SPRU, University of Sussex, UK.
- Katz, Jorge (1976). *Importación de Tecnología, aprendizaje local e industrialización independiente*. México: Fondo de Cultura Económica.
- (1984). "Domestic Technological Innovations and Dynamic Comparative Advantage: Further Reflexions on a Comparative Case-Study Program". *Journal of Development Studies*, vol. 16, n° 1-2, pp. 13-38.
- (1986). *Desarrollo y Crisis de la Capacidad Tecnológica Latinoamericana*. Buenos Aires: BID-CEPAL-CIID-PNUD.
- (ed.) (1987). *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries*. Londres: Macmillan.
- (1997). "Structural Reforms. The Sources and nature of Technical Change and the Functioning of the National System of Innovation: The Latin America Case". Paper presented in the Conference on Innovation and Competitiveness in Newly Industrializing Economies, Seoul, Korea.
- (2000). *Pasado y presente del comportamiento tecnológico de América Latina. Serie Desarrollos Productivos*, N° 75. Santiago de Chile: ECLAC, CEPAL.
- (2006). *Structural Change and Technological Capabilities*. *CEPAL Review*, n° 89, pp. 55-68.

- Katz, Jorge; Iizuka, Michiko y Muñoz, Samuel (2011). *Creciendo en base a los recursos naturales, "tragedias de los comunes" y el futuro de la industria salmonera chilena*. Serie Desarrollo Productivo N° 191. Santiago de Chile: ONU, CEPAL.
- Khayyat, Nabaz T. y Lee, Jeong-Dong (2015). "A measure of technological capabilities for developing countries". *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 92(C), pp. 210-223.
- Kim, Linsu (1980). "Stages of development of industrial technology in a developing country: A model". *Research Policy*, vol. 9, n° 3, pp. 254-277
- Lall, Sanjaya (1987). *Learning to Industrialize: The Acquisition of Technological Capability by India*. Londres: Macmillan.
- (1997). *From Imitation to Innovation. The Dynamics of Korea's Technological Learning*. Boston: Harvard Business School Press.
- (1998). "Crisis construction and organizational learning: capability building in catching-up at Hyundai Motor". *Organization Science*, vol. 9, n° 4, pp. 506-521.
- (1992). "Technological Capabilities and Industrialization". *World Development*, vol. 20, n° 2, pp. 165-186.
- (1993). "Technological Capabilities". En Salomon, Jacques; Sagasti, Francisco y Sachs-Jeantet, Celine (eds.), *The Uncertain Question: Science, Technology and Development*, pp. 264-301. Tokio: United Nations University Press.
- Lall, Sanjaya y Albaradejo, Manuel (2001). *Indicators of the relative importance of IPRs in developing countries*. Ginebra: UNCTAD.
- Lee, Keun (2013). *Schumpeterian analysis of economic catch-up: Knowledge, path-creation, and the middle-income trap*. Cambridge: Cambridge University Press.
- (2016). *Economic Catch-up and Technological Leapfrogging*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Leonard-Barton, Dorothy A. (1995). *Wellsprings of Knowledge: Building and Sustaining the Sources of Innovation*. Boston: Harvard Business School Press.
- Lerena, Octavio; Barletta, Florencia; Fiorentin, Florencia A.; Suárez, Diana y Yoguel, Gabriel (2018). "Big data innovation literature at the

- firm level: A review based on Social Network and Text Mining techniques". Schumpeter Conference, July, Seoul.
- Levin, Richard C.; Klevorick, Alvin K.; Nelson, Richard; Winter, Sidney; Gilbert, Richard y Griliches, Zvi (1987). "Appropriating the Returns from Industrial Research and Development". *Brookings Papers on Economic Activity*, vol. 18, n° 3, pp. 783-831.
- Levitt, Barbara and March, James G. (1988). "Organizational Learning". *Annual Review of Sociology*, vol. 14, pp. 319-340.
- Li, Huiping (2004). "Technological Capability Accumulation in International Joint Venture in China". PhD Thesis, New Brunswick: Rutgers Business School, Rutgers University.
- Lim, Chaisung (1997). "Sectoral Systems of Innovation: the Case of the Korean Machine Tool Industry". PhD thesis, Brighton: SPRU, Sussex University, UK.
- Lundvall, Bengt-Åke (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- (1998). "Why study national systems and national styles of innovation?". *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 10, n° 4, pp. 403-422.
- (2007). "National innovation systems-analytical concept and development tool". *Industry and Innovation*, vol. 14, n° 1, pp. 95-119.
- Molina-Domene, María A. y Pietrobelli, Carlo (2012). "Drivers of Technological capabilities in developing countries: An econometric analysis of Argentina, Brazil and Chile". *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 23, n° 4, pp. 504-515.
- Nelson, Richard (1993). *National Innovation Systems: a Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- (1995). "Coevolution of Industry Structure, Technology and Supporting Institutions, and the Making of Comparative Advantage". *International Journal of the Economics of Business*, vol. 2, n° 2, pp. 171-184.
- Nelson, Richard y Winter, Sidney (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.

- Nonaka, Ikujiro y Takeuchi, Hirotaka (1995). *The Knowledge Creating Company*. Nueva York: Oxford University Press.
- OCDE/Eurostat (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition*. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. París/Eurostat, Luxemburgo: OCDE. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>.
- Penrose, Edith (1959). *Theory of the Growth of the Firm*. Londres: Blackwell.
- Perry, Keston Kyle (2017). "Governing technological change and the paradox of competitiveness: an analysis of state capacity in science, technology and innovation policies in Trinidad and Tobago". PhD thesis. SOAS University of London.
- Prahalad, Coimbatore K. y Hamel, Gary (1990). "The Core Competence of the Corporation". *Harvard Business Review*, vol. 68, n° 3, pp. 79-91.
- Radosevic, Slavo y Yoruk, Esin (2016). "Why do we need a theory and metrics of technology upgrading?". *Asian Journal of Technology Innovation*, vol. 24, n°sup1, pp. 8-32.
- Rasiah, Rajah (2013). "Macro, Meso and Micro Coordination and Technological Progress: Catch Up Experiences of Samsung and Taiwan Semiconductor Manufacturing Corporation". En Dutrénit, Gabriela; Lee, Keun; Nelson, Richard; Soete, Luc y Vera-Cruz, Alexandre O. (eds.), *Learning, Capability Building and Innovation for Development*, pp. 201-221. Basingstoke: Palgrave Macmillan, EADI Global Development, UK.
- Scott-Kemmis, Don y Bell, Martin (1985). "Technological Capacity and Technical Change: Case Studies, Report on a Study of Technology Transfer in the manufacturing Industry in Thailand". Working Paper, Brighton: SPRU.
- Senge, Peter M. (1990). *The fifth discipline: The art & practice of the learning organization*. Nueva York: Doubleday Business.
- Sequeira, Keith Patrick (1998). "The Patent System and Technological Development in late Industrialising Countries: the Case of the Spanish Pharmaceutical Industry". PhD Thesis, Brighton: SPRU, University of Sussex, UK.

- Simon, Herbert A. (1996). "Bounded rationality and organizational learning". En Cohen, Michael y Sproull, Lee (eds.), *Organizational learning*, pp. 175-187. California: Sage Publications.
- Teece, David y Pisano, Gary (1994). "The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction". *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, n° 3, pp. 537-556.
- Teece, David; Pisano, Gary y Shuen, Amy (1997). "Dynamic Capabilities and Strategic Management". *Strategic Management Journal*, vol. 18, n° 7, pp. 509-533.
- Torres Vargas, Arturo (2004). "Growth Paths of Large Firms in Late Industrializing Countries". DPhil Thesis, SPRU, University of Sussex.
- (2006). "Aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas". *Journal of Technology Management and Innovation*, vol. 1, n° 5, pp. 12-24.
- Tsekouras, George (1998). "Integration, Organisation and Management: Investigating Capability Building". PhDthesis, Brighton: SPRU, University of Sussex, UK.
- UNDP (2001). *Human development report: Making new technologies work for human development*. Nueva York: Oxford University Press.
- UNIDO (2003). *Industrial development report 2002-2003. Competing through innovation and learning*. Viena: UNIDO.
- Vera-Cruz, Alexandre O. (2000). "Major Changes in the Economic and Policy Context, Firms' Culture and Technological Behaviour: the Case of two Mexican Breweries". DPhil Thesis, SPRU, University of Sussex.
- (2004). *Cultura de la empresa y comportamiento tecnológico*. México: Miguel Ángel Porrúa.
- (2006). "Firms' culture and technological behaviour: the case of two breweries in Mexico". *International Journal of Technology Management*, vol. 36, n° 1-2-3, pp. 148-65.
- Villavicencio, Daniel (2001). "Las capacidades de innovación en la industria química en México". En Dutrénit, Gabriela; Garrido, Celso y Valenti, Giovana (eds.), *Sistema Nacional de Innovación Tecnológica: Temas para el Debate en México*, pp 379-394. México: UAM.

- Villavicencio, Daniel y Arvanitis, Rigas (1994). “Transferencia de tecnología y aprendizaje tecnológico. Reflexiones basadas en aprendizajes empíricos”. *El Trimestre Económico*, vol. 61, n° 242, pp. 257-279.
- (2001). “Las Capacidades de Innovación en la Industria Química en México”. En Dutrenit, G., Garrido, C. y Valenti, G., *Sistema nacional de innovación tecnológica: temas para el debate en México*. México: UAM.
- Westphal, Larry; Kritayakirana, K.; Petchusuwan, K.; Sutabutr, H. y Yuthavong, Y. (1990). “The development of technological capabilities in manufacturing: a macroscopic approach to policy research”. En Evenson, Robert y Ranis, Gustav (eds.), *Science and Technology: Lessons for Development Policy*. Londres: Intermediate Technology Publications.
- Westphal, Larry; Kim, Linsu y Dahlman, Carl (1985). “Reflections on the Republic of Korea’s Adquisition of Technological Capability”. En Rosenberg, Nathan y Frischtak, Claudio (eds.), *International Technology*. Nueva York: Praeger Publishers.
- Yin, Robert K. (2003). *Case Study Research. Design and Methods*, third edition. Applied Social Research Methods Series Vol. 5. California: Sage Publications.

Bibliografía recomendada

- Bell, Martin y Pavitt, Keith (1995). “The Development of Technological Capabilities”. En Haque, Irfan ul (ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*, pp. 69-101. Washington: The World Bank.
- Dutrénit, Gabriela (2004). “Building Technological Capabilities in Late-comer Firms: Review Essay”. *Science, Technology and Society*, vol. 9, n° 2, pp. 209-241.
- Dutrénit, Gabriela; Vera-Cruz, Alexandre O.; Arias, Aryenis; Sampedro, José Luis y Urióstegui, Alma (2006). *Acumulación de capacidades tecnológicas en subsidiarias de empresas globales en México*. El

caso de la Industria Maquiladora de Exportación. México: UAM/
Miguel Ángel Porrúa.

Figueiredo, Paulo N. (2003). "Learning, capability accumulation and firms differences: evidence from latecomer Steel". *Industrial and Corporate Change*, vol. 12, n° 3, pp. 607-643.

Lall, Sanjaya (1992). "Technological Capabilities and Industrialization". *World Development*, vol. 20, n° 2, pp. 165-186.

Capítulo 9

Paradigmas tecnológicos, regímenes y trayectorias: industria manufacturera y de servicios en una nueva taxonomía de patrones sectoriales de innovación*

Fulvio Castellacci

Departamento de Economía Internacional, Instituto Noruego de Asuntos Internacionales (NUI)

Introducción

El estudio de los patrones sectoriales de innovación atrajo una creciente atención académica en las últimas décadas. Las contribuciones más influyentes han señalado algunas características principales del proceso innovador y la gran variedad de patrones en diferentes períodos históricos y entornos industriales (Nelson y Winter, 1977; Dosi, 1982; Freeman, Clark y Soete, 1982; Pavitt, 1984).

Inspirado por estos conocimientos originales, una cantidad sustancial de la investigación empírica se ha centrado en diversos aspectos de patrones sectoriales de innovación. Varias contribuciones han investigado la aparición y difusión de paradigmas tecnológicos que caracterizan a cualquier época histórica, el conjunto de oportunidades y restricciones que estos crean para diferentes tipos de regímenes sectoriales, las distintas trayectorias seguidas por los sectores industriales, y la red de

* Del original en inglés: Castellacci, Fulvio (2008). "Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation". *Research Policy*, vol. 37, n° 6-7, pp. 978-994. Traducción: Florencia Barletta y Florencia Fiorentin.

vínculos verticales entre regímenes sector-específicos y trayectorias en el sistema nacional de innovación (Archibugi, 2001; Laursen y Meliciani, 2002; Marsili y Verspagen, 2002; Malerba, 2002).

Durante mucho tiempo, la mayoría de la literatura empírica en este campo, y el marco teórico subyacente, se centró en las actividades innovadoras y el desempeño de la industria manufacturera. En los últimos años, sin embargo, con el rápido crecimiento en los sectores de servicios y el aumento del ritmo de innovación experimentado por algunos proveedores de servicios avanzados, un nuevo cuerpo de la literatura ha recurrido a esta rama del sistema de innovación hasta ahora inexplorada. La literatura sobre innovación en servicios representa un campo de investigación cada vez más importante, que ha formulado nuevas preguntas y arroja nueva luz sobre el proceso de creación de conocimiento en los sectores de servicios (Drejer, 2004; Miles, 2005). En particular, esta literatura ha identificado ciertas características que hacen que el proceso de innovación en servicios muestre diferencias marcadas con la manufactura, y enfatizó la creciente interdependencia entre la manufactura y los servicios (Evangelista, 2000; Miozzo y Soete, 2001; Guerrieri y Meliciani, 2005).

Sin embargo, la literatura sobre innovación en servicios parece haberse desarrollado, hasta cierto punto, en un campo de investigación separado dentro de los estudios de innovación, sin mucha interacción con el ya bien establecido modelo de paradigma-régimen-trayectoria desarrollado para el estudio de la innovación en la industria manufacturera. Un desafío importante es, por lo tanto, proporcionar una visión más integrada de las características de la innovación, tanto en la industria manufacturera como en la de servicios, y arrojar nueva luz sobre las relaciones entre estas partes de la economía interrelacionadas (Gallouj y Weinstein, 1997).

Motivado por esta necesidad de una mayor integración entre los estudios de la innovación en la manufactura y los servicios, este capítulo presenta una nueva taxonomía sectorial que combina ambos sectores dentro del mismo marco general. La taxonomía se construye haciendo foco sobre dos características principales de los sectores: la función que asumen en el sistema económico como proveedores y destinatarios de productos avanzados, de servicios y conocimiento, y el modo de innovación dominante que caracteriza sus actividades tecnológicas (su régimen sectorial y trayectoria). A partir de estas dos dimensiones conceptuales, la nueva taxonomía identifica cuatro grupos sectoriales principales, se-

ñala sus rasgos característicos y se centra en los vínculos verticales que los mantienen unidos.

La relevancia empírica de la taxonomía se ilustra a continuación mediante evidencia descriptiva. El análisis presenta nuevos resultados de la Cuarta Encuesta de Innovación de la Comunidad Europea (CIS4, 2002-2004) sobre las actividades innovadoras de los sectores manufactureros y de servicios en una muestra de veinticuatro países europeos, y los combina con la información sobre desempeño económico de estos sectores en el período 1970-2003 que surge de la base de datos OCDESTAN. La evidencia descriptiva refuerza la relevancia de la taxonomía al demostrar la gran variedad de modelos sectoriales de innovación en las industrias europeas.

El capítulo se organiza de la siguiente manera. En la siguiente sección se revisa la literatura sobre paradigmas, regímenes y trayectorias en la industria manufacturera. A continuación se describe el estado del arte en el estudio de la innovación de servicios y justifica la necesidad de una mayor integración entre las investigaciones sobre la innovación en manufactura y servicios. Luego se presenta la nueva taxonomía, y se señalan las principales implicancias de esta visión teórica para comprender el proceso de crecimiento y cambio estructural. Seguidamente, se ilustra la relevancia empírica del modelo taxonómico. Al final se presentan las conclusiones y se discuten las implicancias de política.

Paradigmas, regímenes y trayectorias en la industria manufacturera

El estudio de la innovación en la industria manufacturera recibió un impulso significativo entre finales de la década de 1970 y principios de la década de 1980, cuando las contribuciones originales de Dosi, Freeman, Pavitt, Nelson y Winter, entre otros, abrieron una nueva dirección de la investigación y un nuevo conjunto de preguntas. Esta perspectiva se centró en algunas de las principales características del proceso de cambio tecnológico, en particular, en su naturaleza paradigmática, acumulativa y sectorial.¹

La naturaleza paradigmática se refiere a la existencia de tecnologías principales que crean, en cualquier momento histórico dado, un conjun-

¹ Para una revisión más extensa de esta literatura y una comparación de diversos enfoques teóricos de la innovación ver Castellacci, 2007a.

to de oportunidades y restricciones para las actividades innovadoras y estrategias comerciales de los agentes económicos. El concepto original es el de *paradigma tecnológico*.

Haciendo una amplia analogía con la definición de Kuhn de “paradigma científico”, definimos “paradigma tecnológico” como un “modelo” y un “patrón” de solución de problemas tecnológicos *seleccionados*, basados en principios *seleccionados* derivados de las ciencias naturales y en tecnologías materiales *seleccionadas* [...]. Tal vez sería mejor referirse a “clúster de tecnologías”, por ejemplo: tecnologías nucleares, semiconductores, química orgánica, etcétera (Dosi, 1982: 152).

La idea de paradigmas tecnológicos está estrechamente relacionada con la perspectiva originalmente propuesta por Schumpeter en *Business Cycles* (1939), que hizo hincapié en las discontinuidades asociadas con la introducción de tecnologías radicales y los efectos disruptivos que estos pueden tener sobre la dinámica de toda la economía. Históricamente, la emergencia y la difusión de nuevos paradigmas tecnológicos han estado muy asociados al aumento de innovaciones radicales que tenían el potencial de ser utilizadas en muchos sectores de la economía y de impulsar su desempeño a largo plazo durante varias décadas (Freeman, Clark y Soete, 1982; Freeman y Louçã, 2001).

Por lo tanto, el concepto de paradigma tecnológico no describe simplemente un conjunto de características tecnoeconómicas estructurales en un sentido estático, sino que está inherentemente asociado al comportamiento dinámico del sistema, es decir, al potencial de crecimiento que implica cualquier conjunto dado de tecnologías radicales. La explotación de tales tecnologías y el potencial económico avanza a lo largo de direcciones bien establecidas: las *trayectorias tecnológicas*.

Definiremos una trayectoria tecnológica como el patrón de una actividad “normal” de resolución de problemas (es decir, de “progreso”) en el terreno de un paradigma tecnológico. [...] Una vez que un sendero es seleccionado y establecido muestra un impulso propio [...], el cual contribuye a definir las direcciones hacia las cuales se moverá la “actividad de resolución de problemas”. Una trayectoria tecnológica, es decir, la actividad “normal” de resolución de problemas determinada por un paradigma, puede ser representada por el movimiento de *trade-offs* multidimensionales entre las

variables tecnológicas que el paradigma define como relevantes. El progreso se puede definir como la mejora de estos *trade-offs* (Dosi, 1982: 152-154).

El tercer pilar en esta construcción teórica es, entonces, la naturaleza sectorial específica de la innovación. Esta es una consecuencia directa de la perspectiva schumpeteriana y de la naturaleza *path dependence* y paradigmática del proceso de acumulación tecnológica. De hecho, cuando un nuevo paradigma tecnológico emerge y comienza a difundirse en el sistema económico “las industrias difieren significativamente en la medida en que pueden explotar las trayectorias naturales generales predominantes, y estas diferencias influyen en el aumento y la caída de diferentes industrias y tecnologías” (Nelson y Winter, 1977: 59-60).

En cualquier época histórica dada, los sectores industriales cuya base de conocimiento y capacidades están estrechamente relacionadas con la constelación de innovaciones radicales emergentes enfrentan un conjunto de oportunidades más amplio y tienden, por lo tanto, a seguir trayectorias dinámicas. Por el contrario, las industrias menos involucradas directamente en la producción y uso de las nuevas tecnologías de propósito general experimentan una ausencia de oportunidades y, por lo tanto, se ven forzadas a moverse a lo largo de trayectorias menos dinámicas.

Inspirada por estos conocimientos teóricos, la investigación empírica sobre patrones sectoriales de innovación ha resurgido en los últimos años, enfocada tanto en el estudio de las características del proceso innovador en industrias particulares, así como en el de las diferencias intersectoriales en el desempeño y las actividades tecnológicas. Diferentes líneas de investigación se han centrado en distintos elementos dentro del marco teórico original.

Un grupo de estudios se ha centrado en regímenes tecnológicos sectoriales específicos, a través de la identificación de las diversas características que distinguen las actividades innovadoras y la dinámica industrial en diferentes sectores, en particular en términos de oportunidades tecnológicas, propiedades de la base de conocimiento, acumulabilidad y condiciones de apropiabilidad (por ejemplo, Breschi, Malerba y Orsenigo, 2000; Marsili y Verspagen, 2002; Malerba, 2002; Van de Poel, 2003; Dosi, Marengo y Pasquali, 2006). Otros estudios, en lugar de centrarse en los patrones de la dinámica industrial y los procesos de competencia y selección asociados dentro de cada sector industrial, han analizado más de cerca las estrategias de innovación que siguen las empresas en diferentes sectores de la economía. Aquí, el énfasis está más en línea con la noción de trayectorias

tecnológicas y con las relaciones entre senderos sectoriales específicos y las diversas características de las estrategias innovadoras de las empresas.

Fue Pavitt (1984) quien originalmente aplicó la idea de las trayectorias tecnológicas a la investigación de patrones de innovación. En su conocida taxonomía, Pavitt identificó cuatro patrones principales de innovación (es decir, cuatro trayectorias tecnológicas dominantes): sectores dominados por proveedores, intensivos en escala, proveedores especializados y basados en la ciencia. La taxonomía de Pavitt inspiró una gran cantidad de investigaciones en este campo.² En particular, los trabajos empíricos han proliferado por la rápida difusión de los datos de la Encuesta de Innovación de la Comunidad Europea (CIS, por sus siglas en inglés) en la última década, lo que ha permitido ampliar el conjunto de factores utilizados para describir las trayectorias tecnológicas dominantes de empresas innovadoras en diferentes sectores de la economía (Evangelista *et al.*, 1997; Evangelista, 1999; Veugelers y Cassiman, 1999; Mairesse y Mohnen, 2002; Reichstein y Salter, 2006).

Un aspecto crucial de la taxonomía de Pavitt y el conjunto de estudios empíricos posteriores es el enfoque en las *relaciones verticales*; es decir, el conjunto de relaciones e interacciones que las empresas innovadoras tienen con empresas de otros sectores de la economía. De hecho, la naturaleza sistémica del proceso de innovación llama la atención sobre las interacciones, la cooperación e intercambios que involucran a productores, proveedores y usuarios de nuevas tecnologías. Estos intercambios intersectoriales, el conjunto de relaciones insumo-producto en términos de conocimiento avanzado, los insumos materiales y la demanda, constituyen un factor crucial para mejorar la competitividad de todo el sistema nacional. De acuerdo con la *hipótesis del mercado interno*, la fuerza de las interacciones entre proveedores, productores y usuarios de tecnologías avanzadas y la existencia de un conjunto de vínculos verticales establecido y de buen funcionamiento representa un factor importante de ventaja competitiva (Porter, 1990; Lundvall, 1992; Laursen y Meliciani, 2002).

A pesar de que varios aspectos de la investigación empírica reciente se han centrado en dimensiones distintas, todos ellos se basan en el marco schumpeteriano original resumido brevemente en esta sección. En suma, esta historia se basa en la emergencia y difusión de paradigmas tecnológicos que caracterizan cualquier era histórica, el conjunto de oportunidades y restricciones que estos crean para diferentes tipos de regímenes

2 Para una discusión crítica sobre esta literatura ver Archibugi, 2001.

sectoriales, las distintas trayectorias seguidas por los sectores industriales y la red relacionada de relaciones verticales que vinculan regímenes sectoriales específicos y trayectorias en el sistema nacional de innovación.

El ejemplo ideal de este modelo paradigma-régimen-trayectoria-vínculos, y el mismo contexto histórico en el que se concibió este marco, data de la época fordista (Freeman, Clark y Soete, 1982; Freeman y Louçã, 2001). Las tecnologías radicales que impulsaron un fuerte potencial de crecimiento en la época de la posguerra se basaron inicialmente en la petroquímica para producir petróleo (*cracking*) y en el motor de combustión interna. Estas innovaciones radicales dieron un gran impulso a los sectores de producción masiva que empleaban estas tecnologías a gran escala, especialmente las industrias automotriz, plástica y química, que tuvieron trayectorias altamente dinámicas durante las décadas de la posguerra.

Este potencial de crecimiento se difundió rápidamente a través del sistema económico por medio del conjunto de relaciones verticales e intersectoriales en el mercado interno. Los sectores de tecnologías de propósito general fomentaron la demanda de insumos especializados de sus proveedores (por ejemplo, instrumentos de precisión y componentes avanzados), a la vez que proporcionaron un conjunto de conocimientos avanzados a los usuarios de nuevas tecnologías (las empresas dominadas por los proveedores) y a los consumidores finales. El modelo de Pavitt de los vínculos entre las industrias basadas en ciencia, en proveedores especializados, intensivas en escala y dominadas por proveedores ofrece una descripción estilizada y poderosa del núcleo de sectores industriales que sostuvo el crecimiento de las economías avanzadas durante la era fordista.

Cambio estructural, innovación y el crecimiento de los servicios

La literatura sobre regímenes tecnológicos, trayectorias y relaciones verticales mayormente se centra en la manufactura, dado que fue el sector que representó el principal motor del crecimiento y de la innovación de los sistemas económicos durante la mayor parte de la era de posguerra. En las últimas décadas, sin embargo, los servicios han experimentado un rápido crecimiento, y representan actualmente una gran parte del valor agregado, el empleo y el comercio en la mayoría de los países industrializados.

La visión tradicional de los servicios como rezagados en términos de productividad y tomadores de empleo (Baumol, 1967) ha sido cuestiona-

da por el gran dinamismo que mostraron algunos sectores de servicios avanzados con el surgimiento y la difusión de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). En las últimas décadas, se ha introducido progresivamente una gama de innovaciones radicales interconectadas, primero en la industria de semiconductores y luego en software y telecomunicaciones, y se ha difundido rápidamente desde principios de los años noventa (Freeman y Louçã, 2001). Como parte de la difusión de las nuevas tecnologías de propósito general, se ha difundido un conjunto de innovaciones, basadas en multimedia e internet, relacionadas con las industrias de edición y de entretenimiento, y con toda una gama de nuevos servicios (redes de voz, comunicaciones por cable, móvil y satelitales, transmisión de datos, redes, etcétera). El crecimiento de los servicios avanzados estuvo estrechamente asociado al surgimiento de un nuevo paradigma tecnológico caracterizado por la difusión y el potencial de crecimiento de las TIC.

Motivados por estas transformaciones recientes, un conjunto de literatura emergente señala el rol cada vez más importante que tiene la innovación, tanto en la creación de nuevos servicios basados en TIC como en el crecimiento de los existentes.

Así, la literatura sobre innovación en servicios representa uno de los tópicos de más rápido crecimiento dentro de los estudios de innovación (Drejer, 2004; Miles, 2005). Esta literatura reciente enfatiza la existencia de una gran variedad de estrategias y patrones innovadores dentro de los servicios (Evangelista, 2000; Tether, 2003). De hecho, el sector de servicios de la economía consiste en un conjunto muy heterogéneo de actividades, y el estudio de la innovación debe tener en cuenta esas especificidades. Así, al igual que se hizo en el estudio de la manufactura, los investigadores de la innovación han comenzado a analizar las trayectorias tecnológicas desarrolladas por los diferentes tipos de industrias de servicios y han propuesto taxonomías dirigidas a identificar algunos patrones sectoriales de innovación que caracterizan diferentes grupos en el sector de servicios.

En la literatura económica, una tradicional y conocida distinción es entre servicios de *producción*, de *distribución* y *personales* (Gershuny y Miles, 1983; Park y Chan, 1989). Si bien esta taxonomía simple no se centra en la innovación, señala las diferentes funciones que desempeñan diversos sectores de servicios en el sistema económico, tales como proveedores de servicios intermedios, de distribución o finales, respectivamente. Partiendo de esta distinción, pero centrándose explícitamente en el rol de la innova-

ción y de los intercambios intersectoriales de conocimiento, Miozzo y Soete (2001) han propuesto una interesante taxonomía de patrones sectoriales de innovación en servicios. Esta taxonomía está inspirada en la conceptualización de Pavitt (1984) y utiliza un abordaje similar para estudiar los patrones de innovación en los diferentes tipos de sectores de servicios.³

El estudio de la variedad sectorial de la innovación en los servicios está muy vinculado al análisis de las relaciones entre los diferentes tipos de servicios; esto es, al alcance y la intensidad de los vínculos verticales que unen a productores, proveedores y usuarios de nuevas tecnologías. Este aspecto se vuelve aún más relevante en el marco de un cada vez más intenso proceso de tercerización, en el que muchas actividades anteriormente realizadas dentro de las empresas manufactureras son llevadas a cabo por servicios especializados. Este proceso está conduciendo a una creciente interdependencia y un intercambio de conocimiento más intenso entre las actividades de manufactura y servicio.

Mientras que en la manufactura se terceriza parte de las actividades tecnológicas y productivas a proveedores de servicios especializados, de manera que mantiene su crecimiento vía la demanda de una nueva gama de productos y servicios intermedios, en los servicios los avances tecnológicos permiten mantener la dinámica del conjunto de la industria manufacturera (Park y Chan, 1989; Franke y Kalmbach, 2005).

Dos ejemplos ilustran la relevancia de este argumento. El primero refiere a los servicios de infraestructura y de distribución, como los servicios de transporte, financieros y de telecomunicaciones. Las actividades innovadoras para los proveedores de servicios de este tipo dependen en gran medida de la compra de equipos avanzados (en particular dispositivos relacionados con las TIC) a la industria manufacturera, cuya aplicación aumenta la eficiencia y la calidad de la infraestructura de la economía. A su vez, los avances en esta última tienen un efecto generalizado sobre todo el sistema de innovación al reducir los costos y aumentar la productividad en las demás industrias. Una infraestructura de comunicación avanzada favorece además el proceso de especialización tecnológica y económica: por lo tanto, permite profundizar la división del trabajo y la tercerización de actividades que implica el proceso de cambio estructural (Antonelli, 1998).

El segundo ejemplo refiere a los servicios intensivos en conocimiento, tales como software, I+D, ingeniería y consultoría. Estos producen conoci-

3 Ver también los artículos relacionados de Evangelista, 2000; Hipp and Grupp, 2005.

miento especializado y actúan como solucionadores de problemas tanto para las empresas manufactureras avanzadas como para los servicios de infraestructura basados en TIC. Este es el caso, por ejemplo, de las interacciones entre hardware y software en la industria informática y del papel cada vez más importante desempeñado por la I+D y los servicios de ingeniería para las actividades de innovación llevadas a cabo por los sectores manufactureros especializados y basados en ciencia.

Por lo tanto, un factor crucial de ventaja competitiva en el nuevo paradigma tecnológico basado en TIC está representado por la interdependencia y las relaciones verticales entre diferentes grupos de sectores manufactureros y de servicios (Windrum y Tomlinson, 1999; Di Cagno y Meliciani, 2005; Guerrieri y Meliciani, 2005). Tal extensión de la hipótesis del mercado interno es un tópico de sumo interés para un estudio posterior, aunque en la actualidad aún no se conocen en profundidad las interacciones y el proceso coevolutivo que vincula la manufactura y los servicios.

En resumen, a pesar de los avances recientes en el estudio de la innovación en servicios, esta literatura todavía parece estar fragmentada y no claramente relacionada con el modelo de paradigma régimen-trayectoria desarrollado anteriormente para el estudio de la innovación en la manufactura. La literatura sobre innovación en servicios ha arrojado mucha luz sobre una serie de aspectos específicos que caracterizan el proceso de creación de conocimiento en este sector, pero hasta ahora ha tenido menos éxito en la integración de estos nuevos conocimientos en los estudios previos sobre paradigmas, regímenes, trayectorias y vínculos verticales.

Por lo tanto, un desafío importante es construir una visión más integrada de las características que tiene la innovación en la manufactura y los servicios, y arrojar nueva luz sobre los vínculos de estos sectores interconectados en la economía. Un intento en esta dirección fue realizado por Gallouj y Weinstein (1997), en el que sugirieron un enfoque de *síntesis* para la innovación y presentaron un modelo microeconómico integrado que abarca tanto las características de la manufactura como las de los servicios. “La construcción de una descripción general de la innovación es esencial para comprender qué podría abarcar la noción de innovación tanto en servicios como en la industria manufacturera, y las formas básicas que podría adoptar” (Gallouj y Weinstein, 1997: 538).

Este capítulo coincide en que una mayor integración entre los estudios de innovación en manufactura y servicios constituye un desafío importante para la investigación. Sin embargo, en lugar de centrarse en las características microeconómicas de los bienes y servicios, se aborda

el tema desde un nivel de análisis más agregado y se presenta una taxonomía sectorial que integra ambos dentro del mismo marco general.

Manufactura y servicios en una nueva taxonomía

La nueva taxonomía de patrones sectoriales de innovación que se presenta en esta sección se basa y combina elementos de clasificaciones sectoriales desarrolladas previamente en la literatura económica y de la innovación.

Por un lado, la literatura económica ha adoptado frecuentemente un tipo de clasificación relacionada con los productos, en la que los sectores se identifican de acuerdo con el tipo de bien que las empresas producen y comercializan. Esta clasificación hace naturalmente énfasis en la función que cada sector tiene en el sistema económico como proveedor (destinatario) de bienes y servicios de (desde) otras industrias; es decir, su papel en la cadena vertical. Un ejemplo bien conocido de este esquema de clasificación vinculado a la función y al producto puede encontrarse en la literatura de crecimiento endógeno. Estos modelos de crecimiento proporcionan una representación bastante estilizada de grupos de sectores, que difieren principalmente en términos de su función en el sistema económico como productores de diseños (el sector de I+D), bienes intermedios o finales (Romer, 1990; Grossman y Helpman, 1991). Este modelo de tres sectores presenta una representación estilizada útil de la economía, pero no permite conocer la naturaleza sector-específica de la innovación y la gran variedad de patrones sectoriales de cambio tecnológico característicos de la economía basada en el conocimiento. Si bien se reconoce el atractivo analítico de esta clasificación simple, la tipología que se propone en este capítulo tiene como objetivo proporcionar una caracterización más precisa de los patrones sectoriales de innovación que el que comúnmente ofrecen los modelos de crecimiento endógeno en la literatura económica.

Por otro lado, la literatura sobre innovación ha adoptado con frecuencia clasificaciones sectoriales que señalan de manera más explícita las características del proceso de cambio tecnológico, en lugar de los tipos de bienes producidos por las empresas en diversos sectores. Estas clasificaciones se centran en los modos y estrategias de innovación que adoptan las empresas en diferentes partes del sistema económico, es decir, las características de sus regímenes tecnológicos y trayectorias. Como se señaló en el apartado “Paradigmas, regímenes y trayectorias

en la industria manufacturera”, el enfoque de regímenes y trayectorias tecnológicas hace énfasis en los vínculos verticales y en los flujos de conocimiento que las empresas en diferentes sectores de la economía tienen con sus proveedores y usuarios de nuevas tecnologías. Un ejemplo familiar de este tipo de clasificación es la taxonomía de Pavitt (1984), en la que pone el foco en el modo de innovación adoptado por diferentes sectores y en los flujos de conocimiento intersectoriales asociados.⁴ Nuestra taxonomía se basa también en este tipo de clasificación, pero difiere de las taxonomías sectoriales desarrolladas previamente por la literatura sobre innovación en un aspecto importante. Mientras que las tipologías de innovación en manufactura y servicios se han llevado a cabo por separado e independientemente una de la otra, la taxonomía propuesta en este capítulo combina manufactura y servicios dentro de un mismo marco, y destaca el rol clave que desempeñan los vínculos verticales y los flujos de conocimientos intersectoriales entre ellos.

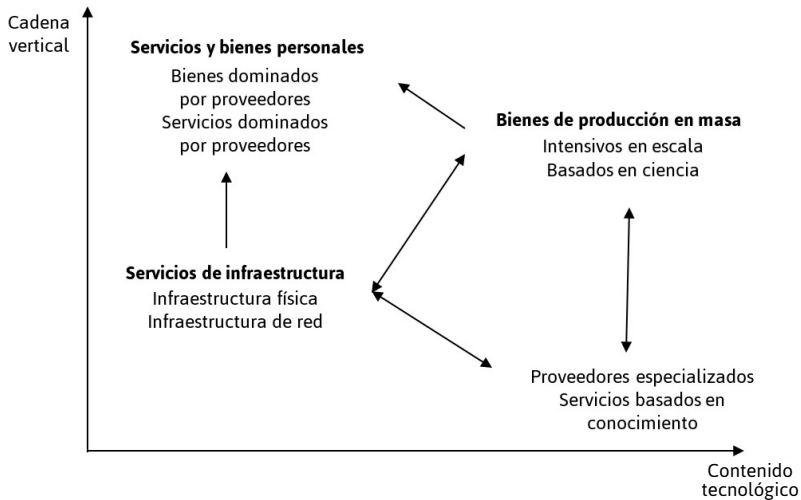
La figura 1 presenta una representación estilizada de esta taxonomía. En un intento por considerar de manera simultánea las características relacionadas con el producto y la tecnología, la tipología se construye al dividir los sectores industriales de acuerdo con dos dimensiones principales. En forma análoga a la literatura de crecimiento endógeno, la primera se centra en la función de cada sector en el sistema económico ya sea como proveedor o como receptor de bienes y servicios; esto es, su posición en la cadena vertical. Por lo tanto, los sectores que ofrecen bienes y servicios finales (intermedios) a otros sectores se ubican en un nivel más alto (más bajo) en el eje Y en el diagrama de la figura 1.

Similar a las taxonomías previas de la literatura sobre innovación, la segunda dimensión representa el contenido tecnológico de un sector, es decir, el nivel de las capacidades tecnológicas de las empresas innovadoras en el sistema sectorial. Esta dimensión se define por los regímenes y trayectorias tecnológicas que caracterizan los sistemas sectoriales, y por la medida en que los sectores industriales son capaces de crear nuevas tecnologías internamente o dependen de adquisición externa de maquinaria, equipos y conocimiento. Los sectores tecnológicamente avanzados, capaces de desarrollar internamente nuevas tecnologías y proporcionarlas al resto de la

⁴ Para ser más precisos, la taxonomía de Pavitt no se centra solo en las actividades de innovación y los flujos de conocimiento, sino que también incorpora elementos de clasificaciones basadas en procesos, por ejemplo, al enfatizar la relevancia de las economías de escala en el sector de intensivos en escala. Para una discusión más detallada sobre taxonomías basadas en productos, tecnologías y procesos, ver Von Tunzelmann y Acha, 2005.

economía, se ubican en el lado derecho del eje X en la figura 1, mientras que las industrias que en general, en lugar de crearlos, adquieren conocimiento avanzado de otros sectores se ubican en el lado izquierdo del eje X.⁵

Figura 1. Una nueva taxonomía de patrones sectoriales de innovación en manufactura y servicios



Fuente: elaboración propia.

La tipología se construye aplicando estas dimensiones en un ejercicio conceptual de dos etapas. En la primera, los sectores se dividen según la función principal que asumen en el sistema económico (eje Y). Esto

⁵ Debe tenerse en cuenta una advertencia importante. Las dos dimensiones señaladas aquí y presentadas gráficamente en la figura 1 proporcionan una representación bastante estilizada y simplificada de conceptos que, de hecho, son de naturaleza multidimensional. Primero, la cadena vertical representada en el eje Y refiere a la cadena productiva y al conjunto relacionado de intercambios insumo-producto sectoriales. Sin embargo, la cadena se vería diferente si estuviera estructurada en términos de, por ejemplo, flujos de conocimientos o financieros. Además, el grado de integración vertical en el sistema industrial cambia con el tiempo, de modo que los diferentes sectores, y las empresas dentro de los sectores, pueden cambiar su posición relativa en la cadena vertical en el largo plazo (Von Tunzelmann y Acha, 2005). A su vez, la dimensión sobre contenido tecnológico representada en el eje X en la figura representa una linearización conveniente del concepto de modo de innovación (regímenes, trayectorias, etcétera), que es incluso complejo y difícil de resumir por medio de una construcción unidimensional, como se discutió en "Paradigmas, regímenes y trayectorias en la industria manufacturera". Por lo tanto, esta taxonomía ofrece una representación estilizada y simplificada del sistema económico, y es importante reconocer y enfatizar el sentido multidimensional que subyace a estas dos dimensiones conceptuales.

produce la identificación de cuatro grandes grupos sectoriales. En la segunda, cada uno de estos cuatro bloques se divide en dos subgrupos en función del contenido tecnológico (eje X). Al utilizar estas dos capas de análisis, la taxonomía no solo indica la función de cada sector como proveedor y como destinatario de bienes y servicios a otras industrias, sino que también reconoce la presencia de una fuerte heterogeneidad dentro de cada bloque sectorial, en línea con los ejercicios previos realizados por la literatura sobre innovación (Pavitt, 1984; Miozzo y Soete, 2001).

La tabla 1 presenta un resumen de las principales características de estos grupos o bloques sectoriales, indicando su relación con el paradigma tecnológico dominante y algunas de las características de sus regímenes y trayectorias tecnológicas.⁶

Proveedores de conocimiento avanzado (PCA). Se caracterizan por una elevada capacidad tecnológica y una habilidad significativa para gestionar y crear conocimiento tecnológico complejo.

Dos subgrupos de industrias pertenecen a esta categoría: 1) dentro de la manufactura, proveedores especializados de maquinaria, equipos e instrumentos de precisión; 2) dentro de los servicios, proveedores de conocimiento especializado y soluciones técnicas como software, I+D, ingeniería y consultoría (los denominados servicios basados en conocimiento). Además de su alto nivel de capacidad tecnológica, estos subgrupos tienen en común el hecho de cumplir la misma función en el sistema de innovación como proveedores de conocimiento tecnológico avanzado para otros sectores. Representan la *base de conocimiento* sobre la cual se desarrollan actividades innovadoras en los demás sectores, y son continuamente actualizados y renovados. Las empresas en estos sectores suelen ser pequeñas y tienden a desarrollar sus actividades tecnológicas en estrecha cooperación con sus clientes y con los usuarios de los nuevos productos y servicios que desarrollan. En el modelo fordista, el ejemplo típico de este tipo de interacciones usuario-productor fue ilustrado por Pavitt por medio de los vínculos estrechos entre proveedores especializados y terminales en la industria automotriz. Más recientemente, la mayor especialización tecnológica y la profundización de la división del trabajo han aumentado la demanda de capacidades de innovación complejas, lo que condujo al surgimiento y rápido crecimiento de los servicios basados en conocimiento, que actúan ahora como proveedores de conocimiento especializado y soluciones técnicas para otras ramas avanzadas del sistema económico.

⁶ La tabla puede compararse directamente con las propuestas por Pavitt (1984: 354) y Miozzo y Soete (2001: 161), que representan dos importantes taxonomías para el estudio de patrones sectoriales de innovación en la manufactura y servicios, respectivamente.

Tabla 1. Principales características de los grupos sectoriales de la nueva taxonomía

Categoría sectorial	Subgrupos dentro de cada categoría	Sectores núcleo	Función principal y relación con el paradigma tecnológico	Regímenes tecnológicos	Trayectorias tecnológicas
Proveedores de conocimiento avanzado	Servicios basados en conocimiento.	Software, I+D, ingeniería, consultoría.	Conocimiento de base para el paradigma basado en TIC.	<i>Oportunidad:</i> muy alta. <i>Fuentes externas:</i> universidades y usuarios. <i>Apropiabilidad:</i> know-how; derechos de autor. <i>Tamaño de las empresas preponderante:</i> pyme.	<i>Tipo de innovación:</i> nuevos servicios, innovaciones organizacionales. <i>Estrategia y gastos de innovación:</i> I+D, capacitación, cooperación.
	Proveedores especializados de la manufactura.	Maquinaria, instrumentos.	Conocimiento de base para el paradigma fordista.	<i>Oportunidad:</i> alta. <i>Fuentes externas:</i> usuarios. <i>Apropiabilidad:</i> patentes, diseño, know-how <i>Tamaño de las empresas preponderante:</i> pyme.	<i>Tipo de innovación:</i> nuevos productos. <i>Estrategia y gastos de innovación:</i> I+D, compra de maquinaria, adquisición de software.
Bienes de producción masiva	Manufactura basada en ciencia.	Electrónica.	Sectores portadores del paradigma TICs.	<i>Oportunidad:</i> alta. <i>Fuentes externas:</i> universidades y usuarios. <i>Apropiabilidad:</i> patentes, diseño, derechos de autor. <i>Tamaño de las empresas preponderante:</i> grandes.	<i>Tipo de innovación:</i> nuevos productos, innovaciones organizacionales. <i>Estrategia y gastos de innovación:</i> I+D, cooperación.
	Manufactura intensiva en escala.	Automotores.	Sectores portadores del paradigma fordista.	<i>Oportunidad:</i> media. <i>Fuentes externas:</i> proveedores y usuarios. <i>Apropiabilidad:</i> diseño, secreto industrial. <i>Tamaño de las empresas preponderante:</i> grandes.	<i>Tipo de innovación:</i> productos mixtos e innovaciones de proceso. <i>Estrategia y gastos de innovación:</i> I+D, compra de maquinaria.
Servicios de infraestructura de apoyo	Servicios de infraestructura de red.	Telecomunicaciones, finanzas.	Infraestructura de soporte del paradigma TIC.	<i>Oportunidad:</i> media. <i>Fuentes externas:</i> proveedores y usuarios. <i>Apropiabilidad:</i> diseño, normas, estándares. <i>Tamaño de las empresas preponderante:</i> grandes.	<i>Tipo de innovación:</i> innovaciones de procesos mixtos, organizacionales y de servicio. <i>Estrategia y gastos de innovación:</i> I+D, compra de software, capacitación.
	Servicios de infraestructura física.	Transporte, comercio al por mayor.	Infraestructura de soporte del paradigma fordista.	<i>Oportunidad:</i> baja. <i>Fuentes externas:</i> proveedores. <i>Apropiabilidad:</i> diseño, normas, estándares. <i>Tamaño de las empresas preponderante:</i> grandes	<i>Tipo de innovación:</i> procesos. <i>Estrategia y gastos de innovación:</i> compra de maquinaria y software.
Bienes y servicios personales	Manufactura dominada por proveedores.	Textiles e industrial.	Mejoran la calidad de los productos y servicios finales adquiriendo e incorporando tecnologías relacionadas con diferentes paradigmas.	<i>Oportunidad:</i> media. <i>Fuentes externas:</i> proveedores y consumidores finales. <i>Apropiabilidad:</i> marca, diseño, know-how. <i>Tamaño de las empresas preponderante:</i> pyme.	<i>Tipo de innovación:</i> innovaciones de procesos. <i>Estrategia y gastos de innovación:</i> compra de maquinaria.
	Servicios dominados por proveedores.	Hoteles y restaurantes.		<i>Oportunidad:</i> baja. <i>Fuentes externas:</i> proveedores. <i>Apropiabilidad:</i> mecanismos no técnicos. <i>Tamaño de las empresas preponderante:</i> pyme.	<i>Tipo de innovación:</i> procesos. <i>Estrategia y gastos de innovación:</i> compra de maquinaria; capacitación.

Fuente: elaboración propia.

Los *servicios de apoyo de infraestructura* (SI) pueden ubicarse, al igual que en la categoría anterior, en una etapa inicial de la cadena vertical, ya que producen mayormente productos y servicios intermedios. Se diferencian de los proveedores de conocimiento avanzados en términos de su capacidad tecnológica, especialmente por su capacidad más limitada de desarrollar internamente nuevos conocimientos. Su trayectoria innovadora tiende a basarse en la adquisición de maquinaria, equipos y varios tipos de conocimiento tecnológico avanzado creado en otras partes del sistema económico. Aquí se pueden distinguir dos subgrupos de sectores, cada uno caracterizado por un nivel diferente de sofisticación tecnológica (Miozzo y Soete, 2001): 1) proveedores de servicios de infraestructura física y de distribución (por ejemplo, transporte y comercio mayorista); 2) proveedores de servicios de infraestructura de red (como finanzas y telecomunicaciones). Las empresas en este último grupo suelen hacer un uso intensivo de TIC desarrolladas por otros sectores avanzados con el fin de aumentar la eficiencia del proceso productivo y la calidad de sus servicios, mientras que el primer grupo tiene una capacidad significativamente menor en este sentido. Independientemente de estas diferencias, lo que estos grupos comparten es la función que asumen en el sistema económico: representan la infraestructura de apoyo sobre la cual se basan las actividades comerciales e innovadoras llevadas a cabo por las empresas de toda la economía. Mientras más avanzada sea esta infraestructura, más fácil será el proceso de difusión de conocimiento intersectorial dentro de la economía doméstica, y más eficiente y productivo será el sistema nacional.

Los sectores de *producción de bienes en masa* (BPM) constituyen una parte clave de la industria manufacturera. Pueden estar ubicados en una etapa intermedia de la cadena, ya que producen bienes finales y productos intermedios utilizados en otras etapas del proceso de producción. En términos de su contenido tecnológico, se caracterizan por su capacidad para desarrollar nuevos productos y procesos internamente, aunque se pueden distinguir dos subgrupos (Pavitt, 1984): 1) las industrias intensivas en escala (por ejemplo, automóviles y otros equipos de transporte), que suelen tener sus propios departamentos internos de I+D y sus actividades innovadoras son desarrolladas en cooperación con los proveedores especializados de maquinaria e instrumentos de precisión; 2) los sectores basados en ciencia (como la electrónica), que se caracterizan por una mayor capacidad para desarrollar internamente nuevos conocimientos tecnológicos y porque sus procesos de innovación se mantienen cerca

de los continuos avances científicos de las universidades y otros centros públicos de investigación. Si bien tienen diferencias, estos grupos sectoriales comparten varias características comunes.

Las empresas suelen ser grandes y su rentabilidad depende de la explotación de las economías de escala que pueden obtenerse a través de la producción en masa de bienes estandarizados. Además, todas asumen una posición central en la cadena de conocimiento, ya que reciben insumos tecnológicos de proveedores de conocimiento avanzado y, a su vez, ofrecen resultados tecnológicos (nuevos productos) que son utilizados tanto por los servicios de infraestructura como por los productores de bienes finales. Son, en pocas palabras, los sectores que transportan o son “portadores” del nuevo paradigma tecnológico (Freeman y Louçã, 2001). Este grupo desempeña un papel fundamental en el sistema económico al fabricar productos tecnológicamente avanzados a gran escala, promoviendo la eficiencia y calidad del proceso de producción de bienes finales y servicios de infraestructura, e incrementando la demanda de soluciones especializadas de proveedores de conocimiento avanzado.

En el cuarto bloque sectorial se encuentran los productores de *bienes y servicios personales* (BSP). Estos sectores, ubicados en la etapa final de la cadena vertical, se caracterizan por un menor contenido tecnológico y una capacidad más limitada para desarrollar internamente nuevos productos y procesos. Su estrategia de innovación dominante se basa en la adquisición de maquinaria, equipos y otro tipo de conocimiento externo producido por sus proveedores, mientras que por lo general carecen de las capacidades y recursos para organizar y mantener sus propios laboratorios de I+D.

Esto explica la noción de industrias *dominadas por proveedores* que se adopta frecuentemente en la literatura de innovación, y que describe bien los dos subgrupos de sectores incluidos en esta categoría: 1) los productores de bienes personales y 2) los proveedores de servicios personales (Pavitt, 1984; Miozzo y Soete, 2001). Las empresas en estos sectores, generalmente pequeñas, son en su mayoría receptores de conocimiento avanzado. En la medida en que puedan implementar nuevas tecnologías creadas en otras partes de la economía, pueden usarlas para aumentar la eficiencia del proceso de producción y para mejorar la calidad de los bienes y servicios finales que comercializan. Este tipo de estrategia pue-

de ayudar a prolongar el ciclo de vida de la industria de estos sectores industriales maduros y recrear nuevas oportunidades tecnológicas.⁷

En pocas palabras, esta tipología sectorial presenta una visión estilizada de algunos de los principales vínculos verticales entre la manufactura y los servicios dentro de un sistema nacional de innovación. Un aspecto relevante de esta taxonomía neoschumpeteriana es la explicación que da de los mecanismos que impulsan el crecimiento y el cambio estructural en los sistemas nacionales de innovación. Cuando un nuevo paradigma tecnológico emerge y se difunde en toda la economía, los sectores difieren significativamente en términos de las oportunidades tecnológicas, las capacidades y las limitaciones que enfrentan. Los regímenes tecnológicos de alta oportunidad están en una mejor posición para explotar las ventajas de las nuevas tecnologías de propósito general y tienen un mayor potencial de crecimiento. Algunos de estos sectores pertenecen al grupo de bienes de producción masiva. Al demandar nuevos servicios de infraestructura, así como un conocimiento especializado avanzado y soluciones técnicas a sus proveedores, transmiten parte de este potencial de crecimiento a algunos de los otros grupos sectoriales.

A modo de ilustración, bajo el paradigma fordista, los sectores de producción masiva típicos de alta oportunidad incluían la industria química, la plástica y la automotriz (Freeman, Clark y Soete, 1982). Con el objeto de seguir esas trayectorias dinámicas, estos sectores impulsaron el crecimiento de proveedores especializados (por ejemplo, proveedores de instrumentos de precisión) y de servicios de infraestructura (en particular, servicios de infraestructura física, como transporte). Se trató de un conjunto de interacciones mutuas entre estos sectores verticalmente integrados de la economía que sostuvieron las dinámicas de los sistemas nacionales en muchos países avanzados durante la etapa de posguerra.

7 Es importante resaltar la naturaleza multifacética del concepto de oportunidad que se usa frecuentemente en la literatura de innovación. La tabla 1 y la discusión de esta sección se centran en las oportunidades tecnológicas, en línea con el énfasis en los paradigmas, regímenes y trayectorias que inspiran la nueva taxonomía. Sin embargo, para algunos sectores, las oportunidades de mercado pueden ser con frecuencia un impulsor igualmente importante del cambio estructural y la competitividad. Por ejemplo, en algunos sectores de media y baja tecnología, la diferenciación de la demanda juega un papel relevante, ya que las empresas buscan mejorar progresivamente la calidad de sus productos y desarrollar productos nuevos acordes con los nuevos gustos y los cambios en la demanda (Von Tunzelmann y Acha, 2005). Al centrarse en las oportunidades tecnológicas más que en las oportunidades de mercado, nuestra taxonomía enfatiza los determinantes del cambio estructural del lado de la oferta, a la vez que descuida algunos factores importantes del lado de la demanda.

Más recientemente, y con la emergencia y rápida difusión del paradigma basado en TIC, muchas oportunidades tecnológicas comienzan a tomar lugar en otros sectores. Las industrias de electrónica y hardware pueden presentarse como sectores de producción en masa de alta oportunidad tecnológica en la etapa actual. Sin embargo, en su trayectoria dinámica estos sectores también han sustentado el crecimiento de proveedores avanzados en conocimiento (tales como software y consultoría técnica) y de servicios de infraestructura de red (por ejemplo, telecomunicaciones). Es el intercambio de conocimiento avanzado, bienes y servicios entre estos sectores de manufactura y servicios de alta oportunidad lo demuestra el alto potencial de crecimiento de la era actual.

En resumen, las industrias específicas claves van a diferir en cualquier era histórica, pero, y en líneas generales, el mecanismo causal general que dirige las dinámicas del sistema permanece igual. Un nuevo conjunto de tecnologías de propósito general necesitará ser producido en gran escala, respaldado por infraestructura eficiente y sostenido por la provisión de una base de conocimiento avanzado. Nuestra tipología de cuatro grupos provee a enfoque comprensivo y general que da cuenta tanto de las dinámicas del sistema nacional dentro de cada fase paradigmática, como de las transformaciones que ocurren cuando un cambio de régimen modifica la ubicación de las oportunidades tecnológicas y del potencial de crecimiento asociado.⁸

Este enfoque teórico tiene una implicancia importante para la competitividad de los sistemas nacionales. Dada la existencia de una red de vínculos verticales entre las industrias, un patrón de especialización en industrias avanzadas manufactureras impulsa el desarrollo de nuevos servicios, y este último, en su lugar, promueve el crecimiento del primero. El mecanismo principal de competitividad del sistema nacional está entonces relacionado con dos elementos principales: en primer lugar, la habilidad del país para dirigir un proceso de cambio estructural hacia la manufactura y servicios de alta oportunidad relacionados con

8 Este es un aspecto en el que la nueva taxonomía difiere de manera sustancial con los trabajos relacionados en este campo. En lugar de estudiar las implicancias en las dinámicas del sistema económico de una estructura industrial dada, el propósito principal de la taxonomía anterior era señalar la existencia de sectores caracterizados por distintos modos de innovar en un período histórico dado (por ejemplo, en la posguerra, como en la taxonomía de Pavitt). Al explicitar los vínculos entre paradigmas, vínculos y trayectorias, la nueva taxonomía presentada en el presente capítulo intenta vincular la identificación de patrones sectoriales en un sentido estático con el estudio de cambio estructural y las dinámicas económicas de largo plazo.

tecnologías de propósito general; en segundo lugar, la intensidad de los vínculos intersectoriales entre los diferentes tipos de grupos sectoriales en el interior de la economía doméstica.

Evidencia empírica: regímenes, trayectorias y desempeño en Europa

Esta sección presenta algo de evidencia para ilustrar la relevancia empírica de la nueva taxonomía sectorial.

La evidencia empírica se basa en la Cuarta Encuesta de Innovación de la Comunidad Europea (CIS4, 2002-2004). Los datos de CIS4 se utilizan aquí en el nivel industrial para una muestra de veinticuatro países europeos.⁹ Este conjunto de datos intersectoriales proporciona información relevante y actualizada sobre una gama de características de actividades innovadoras en Europa, lo que permite analizar algunas características principales de los sistemas de innovación sectorial. El análisis aquí se centra en un conjunto de aspectos importantes que caracterizan los regímenes tecnológicos y las trayectorias de los diversos grupos sectoriales. El objetivo principal del ejercicio es proporcionar apoyo empírico para las propiedades sectoriales delineadas en la tabla 1, y mostrar la estrecha relación entre paradigmas, regímenes y trayectorias sectoriales.

Las tablas 2 y 3 presentan algunos resultados descriptivos de la Encuesta CIS4. La tabla 2 contiene un conjunto de indicadores que miden varias características de los regímenes tecnológicos sectoriales, como sus niveles de innovación y oportunidad, las condiciones de acumulatividad, los mecanismos de apropiabilidad y las oportunidades provenientes de fuentes externas (por ejemplo, proveedores, usuarios y universidades). La tabla 3 presenta un conjunto de variables que describen algunas de las características de las trayectorias sectoriales, como el tipo de innovación dominante (procesos, productos, organización y comercialización) y el tipo de gastos y estrategias adoptados en el proceso de innovación (I+D interna, adquisición de maquinaria, software y conocimiento externo, capacitación y cooperación). En el apéndice B se presenta una lista completa con definiciones de los indicadores.

⁹ Los veinticuatro países considerados en el conjunto de datos utilizados en esta sección son los siguientes: Suecia, Dinamarca, Noruega, Finlandia, Alemania, Reino Unido, Países Bajos, Bélgica, Austria, Italia, Francia, Bulgaria, República Checa, Estonia, Hungría, Letonia, Lituania, Polonia, Rumania, Eslovaquia, Eslovenia, España, Portugal y Grecia. En el apéndice A se presenta la lista de los sectores incluidos en cada categoría sectorial de la taxonomía.

Tabla 2. Características de las categorías de la nueva taxonomía. Regímenes tecnológicos CIS4 (2002–2004), promedio EU2

	PCA ^a		BPM ^b		SI ^c		BSI ^d	
	Servicios basados en conocimiento	Proveedores de manufactura especializados	Manufactura basada en ciencia	Manufactura intensiva en escala	Servicios de infraestructura de red	Servicios de infraestructura física	Manufactura dominada por proveedores	Servicios dominados por proveedores
Nivel de innovación (%)	56,76	53,27	56,59	42,71	46,49	29,96	37,59	22,15
Nivel de oportunidad (%)	19,24	5,37	5,28	4,15	2,66	2,69	4,27	0,67
Condiciones de acumulatividad (%)	48,11	43,24	48,45	28,77	24,07	13,96	22,52	16,69
Apropiabilidad: patentes (%)	14,61	20,92	20,14	14,4	4,89	6,59	10,03	3,13
Apropiabilidad: diseño (%)	11,75	14,9	21,46	13,53	12,17	9,12	13,96	8,73
Apropiabilidad: derechos de autor (%)	14,15	5,89	13	3,49	3,74	3,97	5,23	2,04
Fuentes de oportunidad: proveedores (%)	21	21,97	22,1	23,92	26,34	25,86	24,37	31,99
Fuentes de oportunidad: usuarios (%)	28,13	31,62	30,65	26,65	29,02	25,14	27,26	17,82
Fuentes de oportunidad: universidades (%)	12,6	6,3	7,98	7,08	4,6	3,79	4,44	2,49

^a PCA: proveedores de conocimiento avanzado; BPM: bienes de producción en masa; SI: servicios de infraestructura de apoyo; BSI: bienes y servicios personales.

Fuente: análisis realizado por el autor a partir de la Encuesta CIS4.

Tabla 3. Las características de las categorías de la nueva taxonomía. Trayectorias tecnológicas CIS4 (2002-2004), promedio EU24

	PCA ^a		BPM ^a		SI ^a		BSP ^a	
	Servicios basados en conocimiento	Proveedores de manufactura especializados	Manufactura basada en ciencia	Manufactura intensiva en escala	Servicios de infraestructura de red	Servicios de infraestructura física	Manufactura dominada por proveedores	Servicios dominados por proveedores
Orientación producto-proceso (+1/-1)	-0,21	-0,27	-0,32	0,07	0,02	0,29	0,17	0,45
Ingresos por productos nuevos o mejorados (%)	13,09	17,59	15,72	13,21	10,52	10,33	12,88	6,91
Innovación organizacional (%)	35,39	28,23	29,81	22,99	33,26	18,64	18,92	12,08
Innovación en comercialización (%)	18,45	15,37	19,58	10,74	23,13	9,40	12,39	7,83
I+D interna (%)	59,81	49,26	51,75	29,37	29,22	17,45	21,68	26,45
Compra de maquinaria y software (%)	24,44	41,14	37,12	60,01	47,46	68,36	68,63	61,84
Adquisición de conocimiento externo (%)	5,58	2,67	2,75	2,29	10,40	5,46	2,70	5,17
Actividades de capacitación (%)	65,22	57,45	59,98	52,16	64,12	54,44	45,08	56,65
Cooperación en actividades de innovación (%)	45,05	40,01	44,62	38,01	40,66	31,96	28,56	28,23

^a PCA: proveedores de conocimiento avanzado; BPM: bienes de producción en masa; si: servicios de infraestructura de apoyo; BSP: bienes y servicios personales.

Fuente: análisis realizado por el autor a partir de la Encuesta CIS4.

Como se discutió en el apartado “Paradigmas, regímenes y trayectorias en la industria manufacturera”, la distinción conceptual entre regímenes y trayectorias es difícil de determinar. Existe una estrecha relación entre estos dos conceptos, debido al vínculo inherente entre las características estructurales de un sector en un sentido estático y su trayectoria dinámica en el tiempo. En consecuencia, cualquier intento de emplear indicadores que pretendan medir y distinguir empíricamente las características de los regímenes y de las trayectorias debe ser interpretado con cautela. Teniendo presente esta advertencia, resulta interesante hacer uso de estos indicadores para lograr una descripción más precisa de los modos de innovación dominantes que caracterizan a los diversos grupos sectoriales de la taxonomía.¹⁰

Además de esta evidencia descriptiva, las tablas 4 y 5 presentan los resultados de un ejercicio estadístico que busca testear la significatividad de las diferencias en los regímenes y trayectorias tecnológicas entre los dos subgrupos de sectores indicados en cada uno de los cuatro bloques sectoriales de la taxonomía.¹¹ Los resultados de las dos pruebas son básicamente los mismos e indican que las distribuciones entre países de los subgrupos de sectores pertenecientes a cada uno de los cuatro grupos difieren entre sí en varias dimensiones importantes en niveles estadísticos convencionales.

El grupo de *proveedores de conocimiento avanzado* se caracteriza, en promedio, por un régimen tecnológico dinámico (altos niveles de oportunidad, altas condiciones de acumulatividad, fuerte vínculo con los usuarios como principal fuente de oportunidades externas), y por una trayectoria dinámica (basada en la creación de productos y servicios avanzados y en una parte considerable de gastos de innovación dedicados a I+D interna). Sin embargo, detrás de este patrón general, las dos

10 Los indicadores basados en la CIS empleados en este análisis han sido utilizados con frecuencia en la literatura reciente sobre innovación para medir diversos aspectos de los regímenes y trayectorias sectoriales. Por lo tanto, a pesar de las limitaciones obvias, constituyen una fuente de conocimiento relevante y ampliamente difundida sobre las actividades de innovación de las firmas europeas. Para estudios previos que usan algunos de estos indicadores, ver, por ejemplo, Evangelista 1999 y 2000; Veugelers y Cassiman, 1999; Kaiser, 2002; Mairesse y Mohnen, 2002; Marsili y Verspagen, 2002; Reichstein y Salter, 2006; Castellacci, 2007b.

11 El ANOVA es un test paramétrico estándar para comparar la media de diferentes distribuciones estadísticas, mientras que la prueba U de Mann-Whitney es una prueba no paramétrica basada en el rango de las variables, que tiene la ventaja de ser robusto a las violaciones de los supuestos estándares de normalidad y homocedasticidad.

subcategorías dentro de este grupo sectorial tienen modos de innovación bastante diferentes. Las actividades de innovación de los sectores de servicios basados en conocimiento están más cerca del núcleo tecnológico del paradigma basado en TIC que los sectores manufactureros de proveedores especializados, siendo este un factor importante que explica sus diferentes regímenes y trayectorias. Los servicios basados en conocimiento se caracterizan por un mayor nivel de oportunidades tecnológicas que los proveedores especializados de manufactura (19% vs. 5%), menor dependencia de las patentes como mecanismo de apropiabilidad (15% vs. 21%), mayor uso de derechos de autor (14% vs. 6%), un vínculo más fuerte con el conocimiento científico producido por las universidades (12% vs. 6%), una mayor proporción de gastos de innovación destinados a I+D interna y una menor inversión en compra de maquinaria y software.

Los sectores de *bienes de producción en masa* también se caracterizan, en promedio, por regímenes y trayectorias tecnológicas dinámicas y tienen, al igual que el grupo anterior, fuertes vínculos con los usuarios y con el sistema científico como fuentes externas de conocimiento. Sin embargo, aunque los dos subgrupos de sectores en este bloque comparten funciones similares en el sistema económico, evidencian diferencias importantes en sus patrones de innovación. Los sectores basados en ciencia, en comparación con los intensivos en escala, se caracterizan por mayores niveles de oportunidad (57% vs. 43%), mayores condiciones de acumulatividad (48% vs. 29%), mayor dependencia de los mecanismos formales de apropiabilidad (patentes, diseño, derechos de autor), mayor orientación hacia la creación de nuevos productos, mayor proporción de gastos de innovación dedicados a actividades de I+D interna (52% vs. 29%) y un porcentaje menor de inversión en compra de maquinaria y software (37% vs. 60%).

Tabla 4. Testeo de la significatividad de las diferencias dentro de cada grupo sectorial (test ANOVA y Mann-Whitney, regímenes tecnológicos)

	PCA ^a		BPM ^a		SI ^a		BSP ^a	
	ANOVA ^b	Mann-Whitney ^b	ANOVA ^b	Mann-Whitney ^b	ANOVA ^b	Mann-Whitney ^b	ANOVA ^b	Mann-Whitney ^b
Nivel de innovatividad	0,69	-0,74	10,68***	2,70***	15,56***	3,55***	8,21***	2,79***
Nivel de oportunidad	21,11***	-4,13***	2,52	0,62	0,00	0,26	16,09***	3,84***
Condiciones de acumulatividad	1,14	-1,15	14,89***	3,19***	6,53**	2,34**	1,41	1,36
Apropiabilidad: patentes	2,95*	1,46	2,54	1,64*	0,64	-1,94*	6,02**	2,74***
Apropiabilidad: diseño	1,35	1,25	5,83**	1,99**	0,91	0,20	2,20	1,41
Apropiabilidad: derechos de autor	7,11**	-2,53**	7,60***	2,95***	0,03	-0,45	5,08**	2,46**
Fuentes de oportunidad: proveedores	0,08	0,47	0,19	-1,06	0,02	0,21	2,00	-0,61
Fuentes de oportunidad: usuarios	0,85	0,73	1,25	0,82	1,47	1,17	6,66**	2,05**
Fuentes de oportunidad: universidades	7,48***	-2,40**	0,12	0,73	0,13	-0,50	0,55	2,02**

^a PCA: Proveedores de conocimiento avanzado; SI: servicios de infraestructura de apoyo; BPM: bienes de producción en masa; BSP: bienes y servicios personales. ^b Test.

***Significatividad al 1%. **Significatividad al 5%. *Significatividad al 10%.

Fuente: análisis realizado por el autor a partir de la Encuesta CIS4.

Tabla 5. Testeo de la significatividad de las diferencias dentro de cada grupo sectorial (test ANOVA y Mann-Whitney, trayectorias tecnológicas)^a

	PCA ^a		BPM ^a		SI ^a		BSP ^a	
	ANOVA ^b	Mann-Whitney ^b	ANOVA ^b	Mann-Whitney ^b	ANOVA ^b	Mann-Whitney ^b	ANOVA ^b	Mann-Whitney ^b
Orientación producto-proceso (+1/-1)	0,27	-0,54	18,79***	-3,99***	4,09*	-1,98**	4,42**	-1,83*
Ingresos por productos nuevos o mejorados (%)	5,52**	2,00**	1,33	1,38	0,01	0,04	5,26**	1,96**
Innovación organizacional (%)	2,18	-1,33	1,98	1,29	5,81**	2,41**	2,59	1,74*
Innovación en comercialización (%)	0,87	-1,03	11,42***	2,95***	13,59***	3,33***	2,23	1,36
I+D interna (%)	2,62	-1,56	10,86***	3,01***	3,62*	1,87*	0,40	-0,97
Compra de maquinaria y software (%)	5,52**	1,83*	7,27**	-2,49**	7,50***	-2,39**	0,57	1,09
Adquisición de conocimiento externo (%)	5,49**	-2,39**	0,49	0,54	7,03**	2,07**	4,26*	-1,18
Actividades de capacitación (%)	2,19	-1,33	2,14	1,40	3,56*	1,61*	3,51*	-1,80*
Cooperación en actividades de innovación (%)	1,78	-1,54	2,53	1,64*	3,66*	1,96**	0,00	0,12

^apca: proveedores de conocimiento avanzado; si: servicios de infraestructura de apoyo; bpm: bienes de producción en masa; bps: bienes y servicios personales. ^b Test.

***Significatividad al 1%. **Significatividad al 5%. *Significatividad al 10%.

Fuente: análisis realizado por el autor a partir de la Encuesta CIS4.

Los sectores de *servicios de infraestructura de apoyo* (SI) comparten la misma función en el sistema económico que los proveedores de servicios de distribución, aunque los dos subgrupos de sectores que pertenecen a esta categoría se caracterizan por regímenes y trayectorias bastante diferentes. Los servicios de infraestructura de red están, como se señaló anteriormente, más cerca del nuevo núcleo de tecnologías de propósito general que proporcionan la mayor parte del potencial de crecimiento en el paradigma actual basado en TIC, mientras que el grupo de servicios de infraestructura física representaba un área más dinámica de desarrollo industrial durante la era fordista. La comparación entre servicios de red e infraestructura física indica que el primero se caracteriza por un mayor nivel de oportunidad que el último (46% vs. 30%), mayores condiciones de acumulatividad (24% vs. 14%), un vínculo más estrecho con los usuarios de nuevas tecnologías (29% vs. 25%), mayor propensión a introducir innovaciones de servicio, organizacionales y comerciales, mayores inversiones en I+D interna, adquisición de conocimientos externos y capacitación de personal, y una mayor intensidad de cooperación (40% vs. 32%).

Los sectores del cuarto grupo de la taxonomía, *productores de bienes y servicios personales*, tienden a experimentar un entorno tecnológico menos dinámico, con trayectorias caracterizadas por una mayor orientación hacia la introducción de innovaciones de proceso y por una mayor participación de la inversión destinada a la adquisición de maquinaria y equipos avanzados. Incluso para este grupo, a pesar de la función común y el entorno tecnológico similar, surgen algunas diferencias importantes entre el modo de innovación de los fabricantes de manufactura y los proveedores de servicios.

Las empresas manufactureras dominadas por proveedores tienen en general una mayor capacidad para adquirir tecnologías avanzadas producidas en otros sectores de la economía y para utilizar este tipo de estrategia de cambio tecnológico incorporado para recrear nuevas oportunidades y alargar el ciclo de vida de la industria (Von Tunzelmann y Acha, 2005; Robertson y Patel, 2007). Esto se refleja en los indicadores presentados en las tablas, que muestran que las industrias manufactureras dominadas por proveedores tienen niveles de oportunidad mucho mayores que el correspondiente grupo de servicios, mayores condiciones de acumulatividad, mayor dependencia de los mecanismos formales de apropiabilidad, vínculos más estrechos con los usuarios finales, mayor rentabilidad de la comercialización de nuevos productos y una mayor

intensidad de la inversión destinada a la adquisición de maquinaria y software. Los servicios personales, a su vez, tienen un mayor vínculo con sus proveedores (32% vs. 24%); acceden con mayor frecuencia a conocimiento externo (por ejemplo, de empresas de consultoría, 5% vs. 2,7%), y realizan más actividades de capacitación (57% vs. 45%).

En resumen, la evidencia descriptiva presentada en las tablas 2 y 3, y las pruebas estadísticas correspondientes reportadas en las tablas 4 y 5, indican la existencia de un amplio rango de modos de innovación en las industrias europeas y, en consecuencia, una estrecha relación entre paradigmas tecnológicos, regímenes y trayectorias. Por un lado, existe un grupo de sectores cuya base de conocimiento y actividades de innovación son cercanos al conjunto emergente de tecnologías de propósito general basadas en TIC. En la taxonomía propuesta, estos son los grupos de servicios basados en conocimiento, los sectores de producción en masa basados en ciencia y los servicios de infraestructura de red. En estos sectores, la estrecha relación con el paradigma tecnológico emergente da como resultado un régimen caracterizado por altas oportunidades tecnológicas y una trayectoria tecnológica dinámica orientada a la creación de productos y servicios avanzados y de inversiones relacionadas en I+D. Estos grupos sectoriales son, por lo tanto, proveedores activos de conocimiento avanzado, de productos e infraestructura para el resto del sistema económico.

Existe otro conjunto de sectores menos cercano al núcleo del nuevo paradigma tecnológico, en el sentido en que están menos involucrados en la producción de tecnologías relacionadas a las TIC, pese a que pueden hacer un uso intensivo de ellas para mejorar la eficiencia de su proceso de producción y la calidad del bien final y el servicio que brindan. Estos son los sectores que representaron la parte más dinámica de la economía durante el paradigma fordista (o en fases paradigmáticas anteriores). En la taxonomía propuesta, estos son las industrias intensivas en escala de producción en masa, los servicios de infraestructura física y los bienes y servicios personales dominados por proveedores. Estos sectores se caracterizan por regímenes tecnológicos de menor oportunidad y una trayectoria menos dinámica orientada a la introducción de innovaciones de proceso ahorradoras de mano de obra y basadas principalmente en la compra de maquinaria, equipos y software. Por lo tanto, estos sistemas sectoriales son, en su mayoría, receptores de los conocimientos avanzados, productos e infraestructura creados por otras industrias tecnológicamente más avanzadas.

Los datos de la CIS4 proporcionan abundante evidencia empírica sobre las características actuales de las industrias europeas, aunque su naturaleza principalmente estática no permite un análisis adecuado del proceso de cambio estructural y la transformación industrial durante un período más largo. Por esta razón, es útil respaldar el análisis descriptivo con datos de otras fuentes que contemplen un lapso de tiempo más largo. Esto es posible con los datos de la OCDE-STAN sobre el desempeño económico sectorial de Europa durante el período 1970-2003.

El análisis de la evolución de la *productividad del trabajo relativa* (ratio entre la productividad laboral de un grupo sectorial y la productividad laboral de toda la economía) de los diversos grupos sectoriales de la taxonomía entre 1970 y 2003 en Europa muestra que, para cada uno de los cuatro grupos sectoriales de la taxonomía, las industrias relacionadas con las nuevas tecnologías de propósito general han aumentado progresivamente su contribución al crecimiento de la economía europea en las últimas décadas, mientras que las relacionadas con el núcleo industrial fordista muestran una tendencia decreciente o estable de la PTR. Esto se vuelve particularmente claro cuando comparamos los sectores basados en ciencia con el grupo de intensivos en escala y los servicios de infraestructura de red con los de infraestructura física. Los grupos tecnológicamente más avanzados han aumentado significativamente su contribución a la productividad agregada del trabajo desde principios de los años ochenta. En la actualidad, su nivel de productividad está muy por encima del promedio de la economía. Por el contrario, los grupos tecnológicamente menos dinámicos se caracterizan por tendencias estables o decrecientes en la productividad laboral relativa (Castellacci, 2008).

En conjunto, esta evidencia empírica sobre las características innovadoras y económicas de los principales grupos sectoriales de la taxonomía propuesta ilustra la relevancia empírica de la visión teórica presentada en la sección anterior. La taxonomía proporciona una visión general y estilizada del mecanismo básico de crecimiento dentro de cada fase paradigmática basada en las interacciones entre los fabricantes de producción en masa, los servicios de infraestructura y los proveedores de conocimiento avanzado. Sin embargo, detrás de este mecanismo general, el conjunto específico de sectores de alta oportunidad diferirá en cualquier período histórico dado. En definitiva, la emergencia de un nuevo paradigma puede determinar un cambio en el lugar del potencial de crecimiento, de modo que los sectores de elevada oportunidad de una época pueden convertirse en sectores de menor oportunidad en la siguiente fase del paradigma. La

evidencia presentada aquí, sobre la variedad de regímenes tecnológicos, trayectorias y desempeño económico dentro de cada uno de los cuatro grupos sectoriales de la taxonomía, apoya esta visión.¹²

Conclusiones e implicancias de política

En este capítulo se ha presentado una nueva taxonomía de patrones sectoriales de innovación que combina sectores manufactureros y de servicios en un mismo marco. La taxonomía se basa en el modelo de paradigma-régimen-trayectoria, originado y comúnmente utilizado para el estudio de actividades tecnológicas en la manufactura. Aquí es ampliado para incluir los sectores de servicios en un marco de crecimiento schumpeteriano.

En pocas palabras, la taxonomía sugiere que es la interacción entre los sectores de manufactura y servicios tecnológicamente avanzados la que sostiene la dinámica de los sistemas nacionales en cada paradigma. Para mantener su competitividad internacional, los sistemas nacionales deberían construir y mantener un sector sofisticado de proveedores de conocimiento avanzado, un conjunto eficiente de servicios de infraestructura de apoyo y una fuerte base de fabricación de producción en masa. En este esquema ideal, la dinámica de este último sector es apoyada y se apoya por el crecimiento de los primeros grupos de sectores. Por lo tanto, cada economía nacional debe hacer un esfuerzo activo para transformar su estructura sectorial hacia las industrias más progresivas de una determinada etapa histórica, con el objetivo de hacerla más congruente con

12 Una limitación de este análisis empírico es que se enfoca en un nivel de análisis sectorial (dos dígitos) y, por lo tanto, no permite estudiar el alcance de la microheterogeneidad dentro de cada sector. Leiponen y Drejer (2007) presentaron un estudio empírico basado en datos de la CIS2 en el nivel de empresa para Finlandia y Dinamarca, que señala la existencia de una gran variedad de modos y estrategias de innovación dentro de cada sector. Sus hallazgos desafían la opinión establecida de que los regímenes y las trayectorias tecnológicas están determinados principalmente por las características sectoriales y muestran, en cambio, la relevancia de las capacidades y estrategias específicas de la empresa. El argumento de Leiponen y Drejer es de hecho importante, y es probable que sea estudiado y respaldado por futuras investigaciones, dado el interés y la disponibilidad actual de datos de innovación en el nivel de empresa. Sin embargo, aunque la investigación en el nivel de empresa es ciertamente necesaria para estudiar la naturaleza y el alcance de la heterogeneidad dentro de los sectores, los análisis en el nivel sectorial como el expuesto en este capítulo pueden ser importantes para obtener una imagen más agregada y sintética del sistema de innovación. Idealmente, los estudios de innovación en el nivel de empresa y sector deberían complementarse (en lugar de competir) entre sí.

los requisitos y oportunidades que brinda la emergencia y la difusión de un nuevo conjunto de tecnologías de propósito general.

Esta implicancia de política, aunque razonable y ampliamente compartida, requiere un compromiso a largo plazo y recursos considerables que pueden ser difíciles de encontrar en un horizonte de tiempo corto. Dicha estrategia debería, por lo tanto, complementarse con otros tipos de políticas de más corto plazo y más específicas que puedan tener un efecto más inmediato en la dinámica de un sistema nacional. Estas medidas de política deberían basarse en la naturaleza sectorial de las actividades de innovación, enfocándose en las características específicas, obstáculos y oportunidades que caracterizan las actividades tecnológicas en diversos sectores de la economía, en lugar de implementar un esquema genérico de apoyo a la I+D para todos los sectores.

El enfoque en los regímenes sector-específicos, las trayectorias y los vínculos verticales llama la atención sobre la variedad de patrones de innovación que se han señalado en este capítulo.

Por un lado, el desempeño del grupo de sectores de elevada oportunidad que están más estrechamente vinculados al nuevo paradigma tecnológico (proveedores de conocimiento avanzado, sectores basados en ciencia y servicios de infraestructura de red) puede mejorarse mediante políticas diseñadas para fomentar su nivel general de innovación y fortalecer la intensidad de las interacciones con los usuarios avanzados de nuevas tecnologías y con el sistema público de ciencia y tecnología.

Por otro lado, también es posible mantener la competitividad de los sectores de menores oportunidades y trayectorias menos dinámicas en la nueva era basada en las TIC (sectores intensivos en escala, dominados por los proveedores y servicios de infraestructura física). El desafío central para los sectores de este tipo es fortalecer sus vínculos con las ramas de la economía más avanzadas tecnológicamente, a fin de permitir el proceso de difusión de conocimiento intersectorial que puede generar nuevas oportunidades y alargar los ciclos de vida de la industria de estos sectores maduros. Las políticas públicas pueden acelerar este proceso, por ejemplo, apoyando la compra de maquinaria avanzada, equipos, software y facilitando el acceso al conocimiento externo de proveedores especializados promoviendo las interacciones proveedor-usuario.

Mientras que la intención principal de este capítulo ha sido combinar manufactura y servicios en un mismo marco comprensivo, también se han señalado –en línea con la literatura– la existencia de varias particu-

laridades en el proceso de creación de conocimientos en servicios, que deben ser tenidas en cuenta por las políticas de innovación. Tres de ellas son especialmente relevantes a la luz de la evidencia empírica presentada.

En primer lugar, la importancia de la customización e interactividad enfatiza el rol de las relaciones proveedor-usuario y de las políticas que pueden fortalecer este vínculo.

En segundo lugar, la relevancia de los recursos humanos y las capacidades para el desempeño de las empresas de servicios debieran llamar la atención de los hacedores de política en cuanto al rol que juegan las actividades de capacitación y los cambios organizacionales, que prueban ser un factor más crucial de la ventaja competitiva en los servicios que el monto de recursos gastado en inversiones en I+D, como sugiere la evidencia basada en la CIS4 presentada en este capítulo.

Finalmente, la menor dependencia de los mecanismos formales de apropiabilidad (por ejemplo, patentes) en los servicios requiere un replanteo de la racionalidad de las políticas comúnmente adoptadas para la protección de las innovaciones.

Apéndice A. Listado de sectores incluidos en cada grupo

- Proveedores de conocimiento avanzado - Servicios basados en conocimiento: computación y actividades relacionadas; investigación y desarrollo; otras actividades de negocios.
- Proveedores de conocimiento avanzado - Proveedores especializados de manufactura: maquinaria y equipo; instrumentos ópticos, médicos y de precisión.
- Bienes de producción en masa - Manufactura basada en ciencia: química; computadoras y maquinaria de oficina; maquinaria y aparatos eléctricos; equipos de televisión, radio y comunicación.
- Bienes de producción en masa - Manufactura intensiva en escala: productos de caucho y plástico; otros productos minerales no metálicos; metales básicos, productos elaborados de metal; automotores; otros equipos de transporte.
- Servicios de infraestructura - Infraestructura de red: correo y telecomunicaciones; intermediación financiera; seguros y fondos de pensión; actividades auxiliares a la intermediación financiera.

- Servicios de infraestructura - Infraestructura física: comercio al por mayor e intermediarios del comercio; transporte aéreo, marítimo y terrestre; actividades de apoyo y transporte auxiliar.
- Bienes y servicios personales - Bienes dominados por proveedores: alimentos y bebidas; textiles e indumentaria; cuero; madera; celulosa y papel; edición e impresión, muebles, reciclaje.
- Bienes y servicios personales - Servicios dominados por proveedores: venta, mantenimiento y reparación de vehículos de motor; comercio al por menor y reparación de artículos personales y domésticos; hoteles y restaurantes.

Apéndice B. Definiciones y fuentes de los indicadores utilizados¹³

- Nivel de innovatividad: empresas innovadoras, participación en la población total de empresas.
- Nivel de oportunidad: gastos en innovación, porcentaje de la facturación total.
- Condiciones de acumulatividad: empresas que llevan a cabo actividades continuas de I+D; proporción de empresas innovadoras.
- Apropiabilidad vía patentes: empresas con solicitudes de patentes, proporción de empresas innovadoras.
- Apropiabilidad vía diseño: empresas con registros de diseños industriales, proporción de empresas innovadoras.
- Apropiabilidad vía derechos de autor: empresas con derechos de autor, proporción de empresas innovadoras.
- Fuentes de oportunidad - proveedores: empresas que consideran a sus proveedores de equipos, materiales, componentes o software como una fuente muy importante de información para sus actividades tecnológicas, proporción de empresas innovadoras.
- Fuentes de oportunidad - usuarios: empresas que consideran a sus clientes como una fuente muy importante de información para sus actividades tecnológicas, proporción de empresas innovadoras.
- Fuentes de oportunidad - universidades: empresas que consideran a las universidades u otras instituciones públicas de investigación

¹³ Fuente: Cuarta Encuesta de Innovación de la Comunidad Europea: 2002-2004.

como una fuente muy importante de información para sus actividades tecnológicas, proporción de empresas innovadoras.

- Orientación de producto-proceso: [(cantidad de innovadoras en proceso – cantidad de innovadoras en nuevos productos) / (cantidad de innovadoras en proceso + cantidad de innovadoras en nuevos productos)]. El indicador varía entre +1 (solo innovación de proceso) y –1 (solo innovación de producto).
- Ingresos por productos nuevos o mejorados: facturación de productos nuevos o mejorados, participación en las ventas totales.
- Innovación organizacional: empresas que introdujeron innovaciones organizacionales, porcentaje de la población total de empresas.
- Innovación en comercialización: empresas que introdujeron innovaciones en comercialización, porcentaje de la población total de empresas.
- I+D interna: gastos en I+D interna, proporción en los gastos totales de innovación.
- Compra de maquinaria y software: gastos en compra de maquinaria y software, proporción en los gastos totales de innovación.
- Adquisición de conocimiento externo: gastos en adquisición de conocimiento externo, proporción en los gastos totales de innovación.
- Actividades de capacitación: empresas que llevan a cabo actividades de capacitación, proporción de empresas innovadoras.
- Cooperación en actividades de innovación: empresas involucradas en todos los tipos de cooperación en actividades tecnológicas, proporción de empresas innovadoras.

Bibliografía

- Antonelli, Cristiano (1998). “Localized technological change, new information technology and the knowledge-based economy: the European evidence”. *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 8, n° 2, pp. 177-198.
- Archibugi, Daniele (2001). “Pavitt’s taxonomy sixteen years on: a review article”. *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 10, n° 5, pp. 415-425.

- Baumol, William J. (1967). "Macroeconomics of unbalanced growth: the anatomy of urban crisis". *American Economic Review*, vol. 57, n° 3, pp. 415-426.
- Breschi, Stefano; Malerba, Franco y Orsenigo, Luigi (2000). "Technological regimes and Schumpeterian patterns of innovation". *Economic Journal*, vol. 110, n° 463, pp. 388-410.
- Castellacci, Fulvio (2007a). "Evolutionary and new growth theories. Are they converging?". *Journal of Economic Surveys*, vol. 21, n° 3, pp. 585-627.
- (2007b). "Technological regimes and sectoral differences in productivity growth". *Industrial and Corporate Change*, vol. 16, n° 6, pp. 1105-1145.
- (2008). "Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation". *Research Policy*, vol. 37, n° 6-7, pp. 978-994.
- Di Cagno, Daniela y Meliciani, Valentina (2005). "Do inter-sectoral flows of services matter for productivity growth? An input/output analysis of OCDE countries". *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 14, n° 3, pp. 149-171.
- Dosi, Giovanni (1982). "Technological paradigms and technological trajectories". *Research Policy*, vol. 11, n° 3, pp. 147-162.
- Dosi, Giovanni; Marengo, Luigi y Pasquali, Corrado (2006). "How much should society fuel the greed of innovators? On the relations between appropriability, opportunities and rates of innovation". *Research Policy*, vol. 35, n° 8, pp. 1110-1121.
- Drejer, Ina (2004). "Identifying innovation in surveys of services: a Schumpeterian perspective". *Research Policy*, vol. 33, n° 3, pp. 551-562.
- Evangelista, Rinaldo (1999). *Knowledge and Investment. The Sources of Innovation in Industry*. Cheltenham: Edward Elgar.
- (2000). "Sectoral patterns of technological change in services". *Economics of Innovation and New Technologies*, vol. 9, n° 3, pp. 183-221.
- Evangelista, Rinaldo; Perani, Giulio; Rapiti, Fabio y Archibugi, Daniele (1997). "Nature and impact of innovation in manufacturing industries: some evidence from the Italian innovation survey". *Research Policy*, vol. 26, n° 4-5, pp. 521-536.

- Franke, Reiner y Kalmbach, Peter (2005). "Structural change in the manufacturing sector and its impact on business-related services: an input-output study for Germany". *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 16, n° 4, pp. 467-488.
- Freeman, Christopher; Clark, John y Soete, Luc (1982). *Unemployment and Technical Innovation*. Londres: Pinter.
- Freeman, Christopher y Louçã, Francisco (2001). *As Time Goes by: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Gallouj, Faïz y Weinstein, Olivier (1997). "Innovation in services". *Research Policy*, vol. 26, n° 4-5, pp. 537-556.
- Gershuny, Jonathan y Miles, Ian (1983). *The New Service Economy. The Transformation of Employment in Industrial Societies*. Londres: Frances Pinter.
- Grossman, Gene M. y Helpman, Elhanan (1991). *Innovation and growth in the world economy*. Cambridge: MIT Press.
- Guerrieri, Paolo y Meliciani, Valentina (2005). "Technology and international competitiveness: the interdependence between manufacturing and producer services". *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 16, n° 4, pp. 489-502.
- Hipp, Christiane y Grupp, Hariol (2005). "Innovation in the service sector: the demand for service-specific innovation measurement, concepts and typologies". *Research Policy*, vol. 34, n° 4, pp. 517-535.
- Kaiser, Ulrich (2002). "Measuring knowledge spillovers in manufacturing and services: an empirical assessment of alternative approaches". *Research Policy*, vol. 31, n° 1, pp. 125-144.
- Laursen, Keld y Meliciani, Valentina (2002). "The relative importance of international *vis-à-vis* national technological spillovers for market share dynamics". *Industrial and Corporate Change*, vol. 11, n° 4, pp. 875-894.
- Leiponen, Aija y Drejer, Ina (2007). "What exactly are technological regimes? Intra-industry heterogeneity in the organization of innovation activities". *Research Policy*, vol. 36, n° 8, pp. 1221-1238.
- Lundvall, Bengt-Åke (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.

- Mairesse, Jacques y Mohnen, Pierre (2002). "Accounting for Innovation and Measuring Innovativeness: an Illustrative Framework and an Application". *American Economic Review*, vol. 92, n° 2, pp. 226-230.
- Malerba, Franco (2002). "Sectoral systems of innovation and production". *Research Policy*, vol. 31, n° 2, pp. 247-264.
- Marsili, Orietta y Verspagen, Bart (2002). "Technology and the dynamics of industrial structure: an empirical mapping of Dutch manufacturing". *Industrial and Corporate Change*, vol. 11, n° 4, pp. 791-815.
- Miles, Ian (2005). "Innovation in services". En Fagerberg, Jan; Mowery, David C. y Nelson, Richard R. (eds.) (2004). *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Miozzo, Marcela y Soete, Luc (2001). "Internationalization of services: a technological perspective". *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 67, n° 2-3, pp. 159-185.
- Nelson, Richard y Winter, Sidney (1977). "In search of a useful theory of innovation". *Research Policy*, vol. 6, n° 1, pp. 36-76.
- Park, Se-Hark y Chan, Kenneth (1989). "A cross-country input-output analysis of inter-sectoral relationships between manufacturing and services and their employment implications". *World Development*, vol. 17, n° 2, pp. 199-212.
- Pavitt, Keith (1984). "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory". *Research Policy*, vol. 13, n° 6, pp. 343-373.
- Porter, Michael E. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. Londres: Macmillan.
- Reichstein, Toke y Salter, Ammon (2006). "Investigating the sources of process innovation among UK manufacturing firms". *Industrial and Corporate Change*, vol. 15, n° 4, pp. 653-682.
- Robertson, Paul y Patel, Parimal (2007). "New wine in old bottles: technological diffusion in developed economies". *Research Policy*, vol. 36, n° 5, pp. 708-721.
- Romer, Paul (1990). "Endogenous technological change". *Journal of Political Economy*, vol. 98, pp. 71-102.
- Se-Hark y Chan, Kenneth S. (1989). "A cross-country input-output analysis of intersectoral relationships between manufacturing and ser-

- vices and their employment implications”. *World Development*, vol. 17, n° 2, pp. 199-212.
- Tether, Bruce (2003). “The sources and aims of innovation in services: variety between and within sectors”. *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 12, n° 6, pp. 481-505.
- Van de Poel, Ibo (2003). “The transformation of technological regimes”. *Research Policy*, vol. 32, pp. 49-68.
- Veugelers, Reinhilde y Cassiman, Bruno (1999). “Make and buy in innovation strategies: evidence from Belgian manufacturing firms”. *Research Policy*, vol. 28, pp. 63-80.
- Von Tunzelmann, Nick y Acha, Virginia (2005). “Innovation in ‘low-tech’ industries”. En Fagerberg, J.; Mowery, D. C. y Nelson, R. R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Windrum, Paul y Tomlinson, Mark (1999). “Knowledge-intensive services and international competitiveness: a four country comparison”. *Technology Analysis and Strategic Management*, vol. 11, n° 3, pp. 391-408.

Bibliografía recomendada

- Castellacci, Fulvio (2007). “Technological regimes and sectoral differences in productivity growth”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 16, n° 6, pp. 1105-1145.
- Dosi, Giovanni (1982). “Technological paradigms and technological trajectories”. *Research Policy*, vol. 11, n° 3, pp. 147-162.
- Malerba, Franco (2002). “Sectoral systems of innovation and production”. *Research Policy*, vol. 31, n° 2, pp. 247-264.
- Miles, Ian (2005). “Innovation in services”. En Fagerberg, Jan; Mowery, David C. y Nelson, Richard R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Pavitt, Keith (1984). “Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory”. *Research Policy*, vol. 13, n° 6, pp. 343-373.

Capítulo 10

La visión sistémica del emprendimiento y el ecosistema emprendedor*

Juan Federico, Sabrina Ibarra García y Hugo Kantis
Universidad Nacional de General Sarmiento, Instituto de Industria

Introducción

Numerosos estudios, desde diferentes perspectivas teóricas, reconocen la importancia que tiene la actividad emprendedora para el crecimiento y desarrollo de los países.¹ Las empresas nuevas y jóvenes suelen ser consideradas como importantes generadoras de empleo y estar asociadas a la introducción de innovaciones, el cambio estructural, la competencia, la eficiencia y la diversificación de actividades (Audretsch y Keilbach, 2007; Naudé, 2008; Vivarelli, 2014).

Sin embargo, la evidencia empírica indica que la realidad se comporta de una manera más compleja (Acs y Mueller, 2006; Nyström, 2008; Van Praag y Verslot, 2007). En efecto, lo que terminan mostrando los últimos estudios es que solo una porción de las nuevas empresas que se crean –aquellas que logran sobrevivir y crecer– son las responsables de la mayor parte de estos efectos (Henrekson y Johansson, 2010; Nightingale y Coad, 2014; Haltiwanger *et al.*, 2013; Deckeret *et al.*, 2014). Por sus características, la literatura internacional ha llamado a estas últimas empresas con el nombre de gacelas o empresas de alto impacto. En América Latina, es más común referirse a los emprendimientos y nuevas empresas dinámicas. Este término se utili-

* Este capítulo se inscribe en el marco del proyecto de investigación PICT 2018 - 03027 financiado por la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación y la Universidad Nacional de General Sarmiento.

1 Para ver una síntesis de esta literatura, consultar Toma Sorin, Grigore y Marinescu, 2014.

zó por primera vez en los estudios pioneros de la Universidad Nacional de General Sarmiento y el Banco Interamericano de Desarrollo y ha tendido a ser adoptado de manera bastante generalizada (Kantis, Komori e Ishida, 2002; Kantis, Angelelli y Moori Koenig, 2004).

El emprendimiento dinámico es un concepto que incluye a las empresas gacelas o de alto impacto (Haltiwanger, 2009; Henrekson y Johansson, 2010; Haltiwanger *et al.*, 2016), pero también al conjunto más amplio de empresas que, sin tener un ritmo de crecimiento sostenido y exponencial, registran trayectorias que les permiten no solo sobrevivir los primeros años sino también convertirse en pocos años en (al menos) pequeñas y medianas empresas (pymes) competitivas con proyección de seguir creciendo (Kantis, Federico e Ibarra García, 2015). En ese sentido, tendría varios puntos de contacto con el concepto de *productive entrepreneurship* (Baumol, 1990) o *transformational entrepreneurship* (Schoar, 2010). Además, es una definición que resulta de especial validez en el contexto latinoamericano, en el cual es muy importante expandir la base de pyme competitivas con potencial de crecimiento para cerrar la brecha de productividad y promover el cambio estructural (Hidalgo, Kamiya y Reyes, 2014; Pagés, 2010).

Ahora bien, para poder entender el surgimiento de estos emprendimientos dinámicos es necesario adoptar una perspectiva evolutiva y sistémica que se aleje de conceptualizaciones puramente individualistas y que incorpore decididamente las influencias del contexto social, cultural, económico, político y regulatorio a lo largo de las distintas etapas del proceso de emprendimiento y de posterior crecimiento y desarrollo de la empresa ya creada.

Esta perspectiva sistémica, planteada en trabajos a inicios de la década pasada (Kantis, Angelelli y Moori Koenig, 2004) y otros más recientes (Acs, Autio y Szerb, 2014; Kantis, Federico e Ibarra García, 2014, 2015 y 2016), tendió a evolucionar hacia una mirada focalizada en el ámbito local como consecuencia de la existencia de importantes heterogeneidades en cuanto al potencial emprendedor entre ciudades dentro de un mismo país (por ejemplo, Acs y Armington, 2004; Audretsch y Belitski 2017; Qian, Acs, y Stough, 2013). Estas diferencias son reflejo de los distintos senderos evolutivos por los cuales atraviesan los espacios territoriales y de las especificidades locales que adquieren los factores contextuales en la explicación del surgimiento de nuevas empresas. Todo esto, además, en un marco de renovado interés en los territorios y en su rol como factor de desarrollo (Maillat, 1995).

En este contexto, el concepto de ecosistema emprendedor (en adelante, EE) fue ganando terreno, principalmente, entre emprendedores, instituciones de apoyo y funcionarios públicos (Stam y Spiegel, 2017; Isenberg,

2011; Mason y Brown, 2017; Kantis, 2017). Popularizado en base a los casos exitosos del Silicon Valley, Israel o a los ejemplos de universidades como Stanford o MIT, es cada vez más frecuente encontrar referencias a ecosistemas virtuosos o a la necesidad de desarrollar los ecosistemas dentro de los discursos y acciones de los gobiernos (Audretsch y Belitski, 2017; Autio y Levie, 2017; Kantis y Federico, 2012).

Sin embargo, como todo concepto nuevo y en construcción, existe en la literatura académica una amplia proliferación de definiciones y posibles abordajes, generando una importante dispersión y fragmentación del conocimiento. Quizás por ello, en el último año han aparecido varios estudios que buscan ordenar y jerarquizar las principales ideas y conceptos detrás del EE (Acs *et al.*, 2017; Borissenko y Boschma, 2017; Brown y Mason, 2017; Stam y Spigel, 2017; Kantis, 2017). Además, estas revisiones puntualizan una serie de indefiniciones, críticas y áreas vacantes en relación con el concepto de EE.

En este contexto, este capítulo se propone analizar el estado actual de la discusión en torno al concepto de EE, revisando sus antecedentes, aspectos definicionales y reflexionando acerca de las especificidades que trae consigo este enfoque *vis à vis* otros conceptos similares íntimamente ligados como los *clusters* y los sistemas de innovación.

El resto de este capítulo se organiza de la siguiente manera. En la próxima sección se resumen los principales aspectos de la mirada sistémica del proceso emprendedor como marco en el cual insertar luego, en la siguiente sección, la discusión acerca del ecosistema emprendedor, su definición y sus aspectos diferenciadores con respecto a otros conceptos emparentados. Finalmente, en la sección de cierre se presentan algunos desafíos y oportunidades para seguir investigando y profundizando en este tema.

Antecedentes al concepto de ecosistema emprendedor: la visión sistémica del emprendimiento

La creación de empresas es un fenómeno que, desde lo teórico, fue abordado por diferentes disciplinas. Las primeras contribuciones tenían como pregunta principal entender por qué bajo circunstancias similares, algunas personas se inclinan a formar nuevas empresas mientras que otras no. La respuesta a este interrogante se concentró en la existencia de diferencias en los incentivos de mercado a la actividad empresarial, a través de los ingresos esperables por la vía de los beneficios, *vis à vis* aquellos para hacerlo en relación de dependencia, vía salarios. Todo ello moderado por la

existencia de diferentes rasgos y características personales, especialmente la aversión al riesgo. Entre los economistas, este enfoque se volvió muy popular hacia los años ochenta (y aún hoy continúa siéndolo) de la mano de los modelos de elección racional de ingresos –*income choice models*– (Rees y Shah, 1986)² y también de aquellos de corte más neoclásico que parten de suponer la existencia de una habilidad diferencial que distingue a los emprendedores del resto de la población (Lucas, 1978; Lazear, 2002; Blanchflower y Oswald, 1998).

Sin embargo, con el paso del tiempo estos enfoques fueron muy criticados por su limitada capacidad explicativa. El foco de la teoría se fue moviendo hacia el proceso emprendedor como unidad de análisis.³ La pregunta central pasó de ser *quién* es el emprendedor a *qué y cómo* hace un emprendedor. Gartner (1988) afirma que lo que hace un emprendedor y lo que constituye su esencia es crear nuevas organizaciones. De esta forma, lo importante es analizar el proceso a través del cual pasan los emprendedores hasta la creación de una nueva empresa (u organización). Esta reorientación del foco hacia el proceso emprendedor permitió poner de relieve los factores contextuales que influyen sobre el proceso emprendedor. Una referencia ampliamente citada de este tipo de enfoques del proceso es el modelo de Shapero (1984), quien coloca especial énfasis en la existencia de factores de desplazamiento positivos o negativos, que llevan a las personas a emprender y, más recientemente, el modelo de Shane (2000 y 2003) que divide el proceso de emprendimiento en tres etapas: identificación, exploración y explotación de oportunidades. Otros autores como Gibb y Ritchie (1982) también conceptualizaron el proceso de emprendimiento en función de sus etapas.

Se inauguraría así un nuevo paradigma interpretativo dentro del campo de la creación de empresas, dejando de lado el foco excluyente sobre el individuo y reemplazándola por una mirada más holística, que incluye al emprendedor en el centro, pero en el marco de un proceso en el que inciden, en la decisión de emprender y en la suerte del proceso de emprendimiento, un conjunto de factores sociales, culturales, económicos, políticos y regulatorios (Verheul *et al.*, 2002).

² Estos modelos postulan que en cierto momento los individuos se enfrentan a la decisión de trabajar en relación de dependencia y ganar un salario libre de riesgo, o crear su propia empresa recibiendo a cambio un beneficio sujeto a riesgo. En la toma de esta decisión, los individuos compararán los ingresos esperados de cada una de estas alternativas, dado su grado de aversión al riesgo. Así, el salario constituiría el *costo de oportunidad* de la opción emprendedora y determinaría en combinación con la aversión al riesgo la decisión de comenzar una nueva empresa o trabajar en relación de dependencia.

³ Por ejemplo, Gartner, 1988; Shapero, 1984; Carter, Gartner y Reynolds, 1996.

El paso siguiente sería la evolución hacia un enfoque sistémico. Los primeros avances en esta dirección pueden encontrarse en un artículo de Spilling en los noventa, que plantea algunos aportes parciales acerca del rol de la estructura de negocios preexistentes, la cultura y el clima empresarial en las iniciativas emprendedoras de una localidad (Spilling, 1996) y en forma más abarcativa en el estudio comparado del proceso emprendedor en América Latina y el Este de Asia (Kantis, Komori e Ishida, 2002; Kantis, Angelelli y Moorri Koenig, 2004). En este último caso se propuso un marco conceptual sistémico y holístico que permite captar, además, un conjunto de variables estructurales que inciden de manera particular en los países en desarrollo como los de América Latina, no solo sobre la fase de creación de empresas sino incluso mucho antes de que exista la intención de emprender, sobre el surgimiento mismo de los emprendedores (Kantis, Komori e Ishida, 2002; Kantis, Angelelli y Moorri Koenig, 2004). Este enfoque integra los aportes de la literatura previa en emprendimiento y reconoce la influencia de enfoques como el del sistema nacional de innovación⁴ y el de la competitividad sistémica de la CEPAL (Fajnzilber, 1990; Esser *et al.*, 1996).

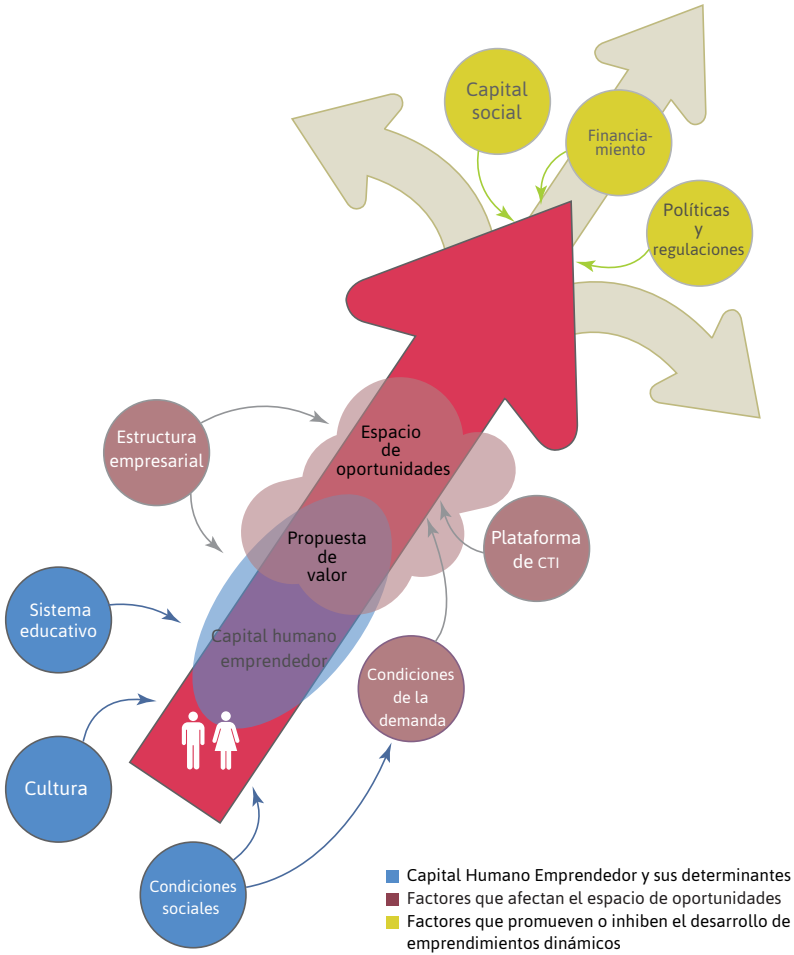
En paralelo, y con base en los aportes de la escuela institucionalista (North, 1990), comenzaron a aparecer estudios focalizados en el análisis de las diferencias institucionales (formales e informales) entre países y cómo estas afectan de diferente manera la actividad emprendedora (Bruton, Ahlstrom y Li, 2010; Welter y Smallbone, 2011; Veciana y Urbano, 2008). Estos aportes ayudaron a enriquecer el enfoque sistémico.

De acuerdo con el modelo conceptual sistémico, el surgimiento de emprendimientos dinámicos es el resultado de un proceso en que confluyen diferentes factores de carácter social, cultural y económico, que se pueden agrupar en tres ejes: i) el capital humano emprendedor y sus ámbitos formativos, ii) el espacio de oportunidades y sus determinantes, iii) los factores que pueden promover o inhibir la creación y crecimiento de las empresas (Kantis, Angelelli y Moorri Koenig, 2004). La siguiente ilustración sintetiza los factores que conforman cada uno de los tres ejes.

Emprendimientos dinámicos: proyectos o nuevas empresas que tienen el potencial de sobrevivir a los primeros años de vida y de convertirse en (al menos) una pyme competitiva con proyección de seguir creciendo. Es una definición más amplia que la de empresa gacela o de rápido crecimiento utilizada por la literatura y que se adapta mejor a las características de Latinoamérica (Kantis, Federico e Ibarra García, 2015).

⁴ Ver capítulo 5, de Erbes y Suárez.

Ilustración 1. Enfoque sistémico del proceso de creación y crecimiento de las empresas



Fuente: elaboración propia.

El capital humano emprendedor es el factor clave y se refiere a la existencia de una masa crítica de personas que cuenten con las vocaciones y motivaciones específicas para emprender y lograr un sendero de crecimiento significativo (Davidsson, Achtenhagen y Naldi, 2007; Fayolle, Liñán y Moriano, 2014; Audretsch y Keilbach, 2004). Este capital humano emprendedor es el resultado de un conjunto de factores que le dan forma. En primer lugar, se

destacan las condiciones sociales de los hogares de los emprendedores que influyen desde las etapas tempranas sobre la formación de sus valores y actitudes, siendo un factor relevante para el desarrollo de sus motivaciones para emprender, en especial por la posibilidad de contar con modelos de rol en las familias (Kantis, Federico y Trajtenberg, 2014). Asimismo, el nivel de ingreso de las familias resulta un elemento clave que posibilita el acceso a educación y a la generación de ahorros personales que son la principal fuente de financiamiento en las creaciones de empresas (Edmiston, 2008; Acs y Kallas, 2008). Por último, el perfil de la estructura social en términos de grado de cohesión y movilidad social determina la posibilidad de desarrollar una red de contactos entre personas de diferentes segmentos sociales, facilitando el acceso al capital social y la construcción de redes informales, que son vitales para crear y hacer crecer las nuevas empresas (Kantis, Angelelli y Moori Koenig, 2004).

Otro aspecto a destacar en este proceso formativo es el acceso al sistema educativo. Ello incide en el desarrollo de competencias, por ejemplo, para evaluar el potencial y el riesgo asociados a un proyecto o para desarrollar redes personales que sirvan para apalancar las capacidades y recursos propios en beneficio del proceso emprendedor (Colombo y Grilli, 2005). Además, y en particular, el sistema educativo tiene un rol importante en la formación de capacidades y habilidades emprendedoras entre sus estudiantes (Kuratko, 2005; Martin, McNally y Kay, 2013). Más tarde, en la adultez, las empresas en que las personas trabajan completarán una trayectoria de formación continua (Shane, 2000; Stuart y Abetti, 1990).

Un último determinante importante del capital humano emprendedor es la cultura, definida como el conjunto de valores y creencias dominantes en una sociedad que pueden promover o inhibir la adopción de conductas más o menos emprendedoras (Freytag y Thurik, 2007; Powel y Rodet, 2012). El grado de valoración social del rol del emprendedor, la actitud frente al riesgo, y la horizontalidad y apertura de los empresarios para interactuar y compartir sus experiencias con terceros, son todos aspectos que influyen sobre la deseabilidad y factibilidad de crear una empresa (Wennberg, Pathak y Autio, 2013; Urbano y Álvarez, 2014). En particular, en esta evaluación de la deseabilidad de la carrera emprendedora, la existencia y difusión de modelos de rol efectivos son variables destacadas (Bosma *et al.*, 2012; Lafuente y Vaillant, 2013).

El enfoque sistémico también considera, como segundo eje conceptual, a aquellos factores que influyen sobre la existencia de oportunidades de negocios. Dentro de este eje se incluyen las condiciones de la demanda re-

flejadas por el dinamismo y tamaño de la economía (Verheul *et al.*, 2002; Arando, Peña y Verheul, 2009), pero también es clave el perfil de las empresas que conforman la estructura empresarial. A través de sus demandas, estas pueden generar oportunidades de negocios de alto potencial que den origen al nacimiento de nuevas empresas que las lleven a cabo (Audretsch *et al.*, 2012). Otro factor relevante que explica en gran medida el perfil de las oportunidades para el surgimiento de emprendimientos dinámicos se relaciona con la plataforma de ciencia y tecnología para la innovación. Allí donde existe una alta producción de conocimiento, es mayor el potencial de generación de oportunidades (Di Gregorio y Shane, 2003). Por tal razón la intensidad de los esfuerzos de innovación, la calidad de las instituciones de ciencia y tecnología y su vinculación con los emprendedores y el mundo de las empresas son aspectos muy relevantes (Audretsch y Keilbach, 2007; Baptista y Mendonça, 2010).

El último eje de esta visión sistémica se relaciona con aquellos factores que inciden sobre la conversión de los proyectos en empresas, y su posterior desarrollo. En primer lugar es fundamental que los emprendedores accedan a una oferta apropiada de financiamiento para crear y hacer crecer sus emprendimientos (Gartner, Frid y Alexander, 2012; Colombo y Grilli, 2005 y 2007; Mason y Harrison, 2008). Pero también es clave la existencia de capital social, es decir, de relaciones de confianza que faciliten la construcción de redes de contacto con otros actores relevantes (empresarios, instituciones, etcétera) y el acceso a los recursos (Adler y Kwon, 2002; Johannisson, 2000; Newbert, Tornikoski y Quigley, 2013). Asimismo, la creación y desarrollo de las nuevas empresas se verá directa o indirectamente afectada por el rol del gobierno. Primero, a través del conjunto de normas y regulaciones que afectan la actividad emprendedora (Capelleras *et al.*, 2007; Kitching, Hart y Wilson, 2013) como también el sistema tributario y demás normas que afectan la operatoria de las empresas (Van Stel, Storey y Thurik, 2007; Henrekson y Stenkula, 2010). Pero también, y fundamentalmente, a partir de sus políticas de promoción del emprendimiento que pueden jugar un rol importante en el desarrollo de estas empresas (Audretsch, Grilo y Thurik, 2007; Bernier, 2014; Kantis y Federico, 2012; OCDE, 2016).

Más recientemente, desde el mundo desarrollado, se ha propuesto el concepto de sistema nacional de emprendimiento (Acs, Autio y Szerb, 2014; Acs *et al.*, 2016), así como también el de sistema regional de emprendimiento (Qian, Acs y Stough, 2013). El modelo propuesto por esta visión parte del enfoque del proceso emprendedor y su mirada sobre el proceso de identificación, evaluación y explotación de oportunidades (Shane,

2003), pero enmarcado en un contexto institucional dado que condiciona la percepción de oportunidades, la capacidad de ponerlas en marcha y de potenciarlas. Estas características institucionales están ligadas a la libertad para hacer negocios, el potencial innovador, el potencial de mercado interno y externo, el nivel educativo de la sociedad y el acceso a recursos (financieros y humanos calificados). El proceso y las interacciones entre las acciones individuales y las condiciones institucionales revisten un carácter sistémico, determinado por los *feedback* e interdependencias entre los elementos. Aquellos elementos que alcanzan un menor desarrollo condicionan el desarrollo del proceso emprendedor y ponen un límite al desarrollo virtuoso del sistema como un todo ya que no existe perfecta sustitución entre ellos (Acs, Autio y Szerb, 2014).

En resumen, la naturaleza compleja que adopta el proceso emprendedor, y la multiplicidad de variables que lo afectan en sus diferentes etapas, obligan a adoptar al enfoque sistémico como marco general de análisis. En este contexto se enmarca la reciente literatura sobre ecosistema emprendedor que será revisada y discutida a continuación.

El ecosistema emprendedor

Como se planteó en la introducción, el concepto de EE fue ganando terreno en los últimos cinco años. Recientes análisis bibliométricos (Cavallo, Ghezzi y Balocco, 2018; Borissenko y Boschma, 2017) dan cuenta de que el número de referencias al concepto de EE ha venido creciendo de manera significativa a partir de 2013. En particular, Borissenko y Boschma (2017) encuentran que las referencias al concepto de EE son cinco veces más frecuentes que las correspondientes al enfoque sistémico, que tiene más trayectoria.

En efecto, la relativa juventud del término (Borissenko y Boschma, 2017) hace que todavía subsistan diferentes definiciones, no siempre del todo de acuerdo entre ellas. A continuación abordaremos los principales acuerdos y diferencias entre ellas para llegar a una definición que sintetice la discusión previa.

Acuerdos y diferencias en las definiciones de ecosistema

En términos generales, todas las definiciones tienden a coincidir en resaltar que un EE consiste en un conjunto de actores y factores contextua-

les interrelacionados, localizados en un espacio determinado, tal como muestra la tabla 1.

Tabla 1. Aspectos comunes en las definiciones de ecosistemas

Ejes de la definición		Cohen (2006)	Isenberg (2011)	Mason y Brown (2017)	Audretsch y Beltitsky (2017)	Spigel (2015)	Stam y Spigel (2017)	Napier y Hansen (2011)	Borrisenko y Boschma (2017)
Ecosistema									
Conjunto de actores		X	X	X		X	X	X	X
Elementos del contexto social, económico, cultural			X		X	X	X		
Interconexión		X	X	X			X	X	X
Visión sistémica					X				X
Retroalimentación				X				X	
Límites geográficos locales		X	X	X	X	X	X	X	X
Emprendedor									
Como figura distintiva				X				X	X
Emprendimiento como un proceso de descubrimiento y explotación de oportunidades					X		X	X	X
Resultado esperado	Emprendedores exitosos			X					
	Emprendimiento productivo						X		
	Emprendimiento de rápido crecimiento							X	X
	Desarrollo local	X							
Instrumento para realizar política de apoyo al emprendimiento			X		X	X			

Fuente: elaboración propia.

Asimismo, todas las definiciones tienden a destacar que la relación entre actores y factores contextuales se da de manera compleja (Borissenko y Boschma, 2017) y sistémica, es decir, en que no existe una perfecta sustitución entre los mismos. Esto es que la ausencia o debilidad de alguno de los factores componentes del ecosistema no puede ser compensada de manera equivalente por la presencia o fortaleza de otro factor, siendo que los primeros actuarían como “ancla” al desempeño del EE como un todo (Acs, Autio y Szerb, 2014; Audretsch y Belitski, 2017; Autio y Levie, 2017; Terjesen *et al.*, 2017; Szerb *et al.*, 2015).⁵ Por ejemplo, la ausencia de emprendedores no puede ser compensada con la adición de financiamiento por encima del requerido.

Precisamente, la complejidad propia de estas relaciones llevó a algunos autores a realizar una analogía entre el funcionamiento del ecosistema y la naturaleza (Isenberg, 2011; Hwang y Horowitz, 2012). Sin embargo, son pocos los autores que incorporan en sus análisis las categorías de diversidad, selección y vitalidad (Auserwald, 2015; Auserwald y Dani, 2017). La mayoría de la literatura utiliza el término de ecosistema sin mayor reflexión acerca de las implicancias y límites de la analogía biológica (Borissenko y Boschma, 2017). Sobre este punto de gran relevancia se avanzará en la última sección de desafíos, dado que constituye una materia pendiente de la literatura.

Si bien parecería que existe un amplio consenso en torno a la definición de EE, existen algunas diferencias entre los principales autores revisados que vale la pena resumir. Por ejemplo, Mason y Brown (2014) incorporan en su definición no solo a los actores existentes sino también a los potenciales, dejando traslucir la posibilidad de que no todos los EE estén caracterizados por la presencia de los mismos actores. Además, también incluyen en su definición a los diferentes procesos que están involucrados a lo largo de la dinámica evolutiva de un emprendimiento (creación, supervivencia, crecimiento, salida o venta de la empresa).

Pero donde se notan más desacuerdos es en torno a la cuestión del *output* del EE. Algunos autores asocian el concepto de EE a la capacidad de generar emprendimientos innovadores, de base tecnológica, con orientación al crecimiento así como empresas jóvenes de rápido

5 Además, la presencia o ausencia de determinados actores, factores y relaciones daría origen a distintas configuraciones que podrían llevar a pensar en tipologías de ecosistemas, incluso con resultados en términos del desempeño y *output*, diferentes. Esta cuestión es todavía materia de debate en la literatura y abre interesantes oportunidades de investigación.

crecimiento (Bell-Masterson y Stangler, 2015; Acs *et al.*, 2017; Taich *et al.*, 2016). Esta asociación está también presente en los documentos del World Economic Forum (2013) y en Borissenko y Boschma (2017).

Otros autores van más allá y buscan fórmulas más generales como “contribuir al desempeño del ambiente emprendedor local” (Mason y Brown, 2014: 4) o incluyendo dentro del *output* del EE a “todos aquellos factores económicos, sociales e institucionales que interactivamente influyen la creación, descubrimiento y explotación de oportunidades emprendedoras” (Qian, Acs y Stough, 2013: 561). Al poner el foco en los procesos de descubrimiento y explotación de oportunidades, estos autores incluyen también dentro del *output* del EE a todas las empresas que de una manera u otra realicen actividades emprendedoras para aprovechar oportunidades de negocios, sean estas nuevas empresas o empresas existentes.

En esta misma línea, Stam (2015) y Stam y Spigel (2017) incluyen dentro de la actividad emprendedora del EE a las iniciativas de los mismos empleados de las empresas existentes y también a aquellos emprendedores que crearon sus empresas, pero que no lograron sobrevivir. Según estos autores, estos intentos emprendedores fallidos pueden funcionar como plataforma para el desarrollo de nuevos emprendimientos o como catalizadores de nuevas actividades emprendedoras y de ahí su importancia de incluirlos (Stam, 2015). Incluso más, en su modelo conceptual Stam (2015) y Stam y Spigel (2017) proponen una división entre *output* y *outcome* del EE. Mientras que el primero refiere a la actividad emprendedora producto de la interacción de la acción individual y los factores y actores del contexto (Audretsch y Belitski, 2017; Bell-Masterson y Stangler, 2015), el segundo término hace referencia a fines ulteriores como la incorporación de innovaciones, el desarrollo económico y el bienestar social. En este sentido, la actividad emprendedora no sería un fin en sí mismo sino un medio para alcanzar objetivos más de mediano plazo en el nivel económico y social.

De una forma u otra lo que queda claro es que aún con matices, el *output* esperado de los EE serían emprendimientos que tengan la capacidad de contribuir de manera efectiva a la creación de valor, la introducción de innovaciones y, en última instancia, al desarrollo económico, excluyéndose de esta definición los tradicionales conceptos de autoempleo o empresas de subsistencia (Stam y Spigel, 2017). Se trata de una definición de *output* más cercana a la de emprendimiento diná-

mico que se presentó al inicio (Kantis, Komori e Ishida, 2002; Kantis, Angelelli y Moori Koenig, 2004) y que guarda relación con la idea de *productive* o *transformational entrepreneurship* (Baumol, 1996; Shoar, 2010). No se agota en la idea de las empresas de rápido crecimiento o gacelas (Henreksson y Johanson, 2010; Daunfeldt y Halvarsson, 2015).

Un último punto en que existen ciertos desacuerdos en las definiciones es la delimitación de la unidad espacial de referencia. La mayoría de los estudios sobre el tema apuntan en la dirección de considerar las ciudades o espacios locales como los ámbitos donde se expresa la naturaleza localizada del EE (Audretsch y Belitski, 2017; Mack y Mayer, 2016; Spigel, 2017; Feld, 2012). Más aún, existen trabajos que hablan de EE haciendo mención a instituciones concretas como universidades, así se habla del ecosistema del MIT (Roberts y Eesley, 2011) o de la Universidad de Chicago (Miller y Acs, 2017).

Si bien como argumenta Johannisson (2000) el ámbito local es clave para entender el proceso emprendedor y sus redes, existen también influencias relevantes que se dan al nivel de las regiones o de los países. Por ello, también algunos autores referencian al EE en el nivel nacional (Acs, Autio y Szerb, 2014; Acs *et al.*, 2016; Kantis, Angelelli y Moori Koenig, 2004; Kantis, Federico e Ibarra García, 2014, 2015 y 2016). Esta ambigüedad en la definición del ámbito espacial de referencia se relaciona con la naturaleza multiescalar del fenómeno y la limitada capacidad de la literatura actual para abordar los vínculos y canales que existen entre los diferentes niveles desde lo local hasta lo nacional y también lo global (Brown y Mason, 2017).

Ecosistema emprendedor: el conjunto de actores, factores, relaciones y procesos que actúan e interactúan moldeando las condiciones para la creación, desarrollo y expansión de las empresas en un espacio geográfico determinado.

Sin pretender agotar esta discusión sobre las definiciones del EE, ofrecemos la siguiente definición que recupera e integra gran parte de los aportes revisados previamente. Así, un EE puede definirse como el conjunto de actores, factores, relaciones y procesos que actúan e interactúan moldeando las condiciones para la creación, desarrollo y expansión de las empresas en un espacio geográfico determinado.

¿Qué elementos componen un ecosistema emprendedor?

Tal como se mencionó, un EE se define como el conjunto de actores y factores contextuales que se encuentran interrelacionados y que en su dinámica inciden en los procesos de surgimiento y desarrollo de nuevas empresas. Quizás este aspecto es uno de los más tratados por la literatura hasta el momento. Sin embargo, en su mayoría, los estudios se limitan a ofrecer un listado (más o menos comprensivo) de actores y elementos del contexto, sin establecer claramente las relaciones de causa y efecto entre cada uno de ellos (Borissenko y Boschma, 2017; Stam, 2015; Stam y Spigel, 2017). De esta manera, gran parte de lo que hoy sabemos sobre el EE queda en una instancia descriptiva, reduciendo así su aporte al proceso de diseño de políticas.

Para comenzar a entender el fenómeno es preciso entender que un primer elemento central de todo EE son los emprendedores. El emprendedor es quien “vive” el ecosistema y conoce sus limitaciones (Stam y Spigel, 2017), por lo tanto, cuenta con la información para construirlo, mantenerlo y retroalimentarlo (Borissenko y Boschma, 2017; Brown y Mason, 2017; Mason y Brown, 2014). Además, los emprendedores juegan un papel clave en el desarrollo orgánico de los EE a partir de la recanalización de sus propias energías emprendedoras a partir de la creación de nuevas empresas (emprendedores seriales) o asumiendo nuevos roles de liderazgo en diferentes instituciones de apoyo del EE, así como en el desarrollo de la industria de capital emprendedor. Este fenómeno, conocido como reciclaje emprendedor constituye uno de los principales indicadores de la vitalidad de un EE (Mason y Harrison, 2006; Brown y Mason, 2017; Mason y Brown, 2014).

Otro de estos indicadores de vitalidad es la presencia de “campeones del EE” (*blockbusters*), es decir, emprendedores que han logrado un crecimiento importante de sus empresas siendo capaces de convertirlas en grandes firmas. Estos campeones locales dan visibilidad externa y legitimidad interna (como modelo de rol) al EE, al tiempo que sirven como importantes atractores de talento y recursos (Brown y Mason, 2017; Mason y Brown, 2014; Napier y Hansen, 2011).

En segundo lugar de importancia están las instituciones y organizaciones que brindan diferentes tipos de servicios y recursos a los emprendedores, tanto de manera directa como indirecta. Dentro de las

primeras aparecen las incubadoras, las aceleradoras, los profesionales especializados en el apoyo a nuevas y jóvenes empresas y los mentores (Mack y Mayer, 2016; Spigel, 2017). Así también están los diferentes actores del financiamiento, que van desde los fondos que invierten en capital semilla, las plataformas de *crowdfunding*, los inversores ángeles y las redes que los nuclean hasta los fondos de inversión en etapa temprana y los de capital emprendedor (Brown y Mason, 2017).

Entre las instituciones y organizaciones que ayudan a que surjan emprendimientos se pueden contar, en primer lugar, a las instituciones de CTI que suelen tener el potencial de contribuir a la generación de conocimiento convertible en oportunidades para la creación de empresas de base tecnológica ligadas a las actividades de I+D que en ellas se realizan.

También están las empresas (grandes y pyme) cuyas demandas pueden alimentar el espacio de oportunidades para los emprendedores (Mack y Mayer, 2016; Mason y Brown, 2014; Neck *et al.*, 2004). Incluso más, en los últimos años, las empresas –fundamentalmente las grandes– han avanzado en el acompañamiento y apoyo a estos emprendedores creando aceleradoras y fondos de inversión propios en el marco de estrategias de innovación abierta (Chesbrough, 2006; Mocker, Bielli y Haley, 2015; Kantis, 2018).

Otro actor destacado en materia de formación y apoyo a los emprendedores son las universidades, actores que en muchos casos han tomado el liderazgo del proceso de construcción del EE (Miller y Acs, 2017; Neck *et al.*, 2004). Muchas de las universidades suelen tener incubadoras de empresas o centros de emprendedores para acompañar proyectos, tanto surgidos desde sus propios estudiantes o graduados como del resto de la comunidad. Sin embargo, su papel más importante es el de la formación de vocaciones y capacidades emprendedoras entre sus estudiantes, mediante diferentes formatos y estrategias pedagógicas, fomentando una cultura favorable hacia el emprendimiento (Mason y Brown, 2014). En este último sentido, los medios de comunicación también tienen un importante rol alentando las motivaciones y promoviendo la difusión de modelos de rol (Isenberg, 2011).

Un tercer grupo de elementos del EE lo conforman las condiciones macro (Stam, 2015; Stam y Spigel, 2017). Algunas son específicas del emprendimiento y la innovación, tal como ocurre con la cultura, en

tanto que la mayoría incide sobre el desarrollo de la actividad económica en general. Entre estas últimas es posible mencionar las condiciones de la demanda, las características del mercado de trabajo y capital humano y el acceso a una infraestructura adecuadas (Audretsch y Belitski, 2017; Spigel, 2017). Otro dato de contexto que también es destacado por algunos autores como constitutivo de los EE es la calidad de vida que alcanzan sus habitantes (Audretsch y Belitski, 2017).

Sin embargo, tan importante como la existencia de los actores son las interrelaciones que existen entre los mismos. Y aquí el ingrediente esencial es el desarrollo de relaciones de confianza y capital social (Neck *et al.*, 2004; Spigel, 2017). Algunos autores hablan también de local *buzz*, como un concepto análogo al de “atmósfera industrial” de Marshall, para definir al contexto general que naturaliza la comunicación y facilita el intercambio (Mason y Brown, 2017). En particular, un fenómeno que caracteriza a los EE más vitales es la existencia de los denominados *dealmakers* (Napier y Hansen, 2011; Spigel, 2017). Se trata de actores (exempresarios, emprendedores, inversores, miembros de instituciones, profesionales o gerentes) que por llevar más de un “sombbrero” y por su trayectoria han desarrollado un importante acervo de contactos de alta calidad. Ellos actúan facilitando las relaciones en el interior de los ecosistemas. Por ejemplo, por participar como miembros de *boards* de instituciones y empresas o por ser inversores y al mismo tiempo estar trabajando como mentores en algunas instituciones de apoyo. Estos *dealmakers* cumplen un rol fundamental en desarrollar las conexiones internas del EE funcionando como el pegamento del EE (Napier y Hansen, 2011).

Tabla 3. Elementos que componen el ecosistema según la literatura

	Neck <i>et al.</i> , 2004	8 Dominios de Isenberg, 2011	Napier y Hansen, 2011	Mason y Brown, 2014	Brown y Manson, 2017	Mack y Mayer, 2016	Ausretsch y Berlitsky, 2016	Spigel, 2017	Stam, 2015	Bell-Masterson y Stangler, 2015	Acs <i>et al.</i> , 2017
Emprendedores	Emprendedores en general			X	X						
	<i>Blackbusters</i>		X	X	X						
Actores	Reciclaje emprendedor			X	X	X					
	Grandes empresas	X	X	X	X	X			X		
	Gobierno	X	X				X	X	X		
	Medios de comunicación		X								
	Universidades	X		X	X			X			
	Instituciones de <i>CTP</i>			X							
	Financiamiento – <i>Venture capital</i>	X	X	X	X			X			
	Servicios profesionales de apoyo (Instituciones de apoyo (aceleradoras, incubadoras, <i>co-works</i> , <i>company builders</i>))	X	X	X	X		X		X		
Condiciones macro	Capital humano y fuerza de trabajo calificada	X	X			X		X			
	Acceso a mercado y consumidores		X			X		X	X		
	Infraestructura	X	X				X	X	X		
	Cultura favorable hacia el emprendimiento y la innovación	X	X		X	X	X	X	X		
Redes de contacto	Formales e informales	X						X			
	<i>Dealmakers</i>			X	X			X			
	<i>Local buzz</i>			X	X						

Fuente: elaboración propia.

¿Qué aspectos específicos distinguen al ecosistema emprendedor de otros conceptos similares?

Llegados a este punto es clave identificar la especificidad del concepto de EE en relación con otros conceptos similares ampliamente desarrollados por la literatura, principalmente el de *clusters* y el de sistemas de innovación, que son tratados en otros capítulos de este manual.⁶ El propósito es dilucidar qué aspectos novedosos incorpora el concepto de EE que no son tenidos en cuenta por los enfoques anteriores y que lo colocan en mejores condiciones de explicar el fenómeno de emprendimiento.

La primera diferencia entre estos conceptos se relaciona con el *output* esperado, esto es el fenómeno que los lleva a modelizar lo que sucede para que este resultado se produzca. En el caso de los *clusters*, el resultado esperado es el incremento en los niveles de competitividad sistémica del territorio y de la competitividad en el nivel de la firma (Porter, 2000). En los sistemas de innovación, por su parte, la finalidad última es explicar la generación de nuevos conocimientos y su transferencia al medio productivo, de manera de incrementar la actividad y los esfuerzos innovadores en el nivel de las empresas (Lundvall, 1992; Cooke, 2001). El EE, por su parte, tiene como propósito explicar el proceso de surgimiento y desarrollo de nuevas empresas así como su crecimiento posterior (Bell-Masterson y Stangler, 2015). Esta diferencia ya existía con respecto al enfoque sistémico en general (Kantis, Angelelli y Moori Koenig, 2004).

Otro de los puntos de contraste es el rol preponderante que para el EE tiene el emprendedor (Borissenko y Boschma, 2017; Mason y Brown, 2014; Stam y Spigel, 2017). El reconocimiento del proceso emprendedor como una actividad individual socialmente embebida (Kantis, Angelelli y Moori Koenig, 2004; Kantis, 2018, Verheul *et al.*, 2002) marca la relevancia de incluir en particular aquellos factores del contexto que influyen de manera decisiva en la formación del *stock* de capital humano emprendedor (incluyendo desde los aspectos motivacionales hasta el grado de desarrollo de actitudes y capacidades emprendedoras). Tal es el caso de las condiciones sociales de las familias de las cuales surgen los emprendedores, así como los diferentes ámbitos en que estos adquieren sus competencias y desarrollan su acervo de capital social: el sistema educativo y las empresas o ámbitos en que trabajan.

6 Ver capítulo 5, de Erbes y Suárez.

Estas cuestiones no se encuentran incorporadas en ninguno de los otros dos enfoques anteriores que parten de empresas ya existentes y no problematizan cómo estas tienen origen. Esta omisión en la conceptualización de los sistemas de innovación es especialmente curiosa ya que estos tienen su raíz conceptual en los aportes schumpeterianos en los que la figura del emprendedor tiene un lugar destacado en la introducción de innovaciones (Schumpeter, 1934).

Además, tanto en el caso de los *clusters* como de los sistemas de innovación el foco está puesto sobre las organizaciones (sean estas empresas, universidades, el gobierno o centros de I+D) mientras que en el EE el foco también está puesto en los proyectos de organizaciones (los emprendimientos) y en los emprendedores, incorporándose la dimensión humana de una manera más explícita (Borissenko y Boschma, 2017). Asimismo, a la hora de analizar el rol de las empresas, los enfoques de *clusters* y sistemas de innovación no distinguen entre empresas de diferentes edades ni dinamismo, asumiendo igualdad entre los *start ups* y otros tipos de empresa (Stam y Spigel, 2017). Solo el tamaño se incorpora como variable para captar la heterogeneidad entre las empresas y los posibles efectos diferenciales que estas pueden tener sobre el desempeño del sistema así como el impacto del sistema sobre estas.

Por otra parte, el EE incluye actores similares a los demás enfoques pero en este marco asumen nuevos roles.⁷ Tal es el caso de las universidades y las empresas. Mientras que las primeras tienen en el sistema de innovación un rol clave en la generación de conocimientos y la formación de capital humano, para el EE estas también son esenciales en la formación de capacidades emprendedoras y para fomentar la cultura del emprendimiento (Mason y Brown, 2014). Por otro lado, están las empresas que no solo son un actor productivo relevante, como en los *clusters* y sistemas de innovación, sino que dentro del EE cumplen un rol de “organización incubadora” (Kantis, Komori e Ishida, 2002). Esto es, son el principal ámbito de adquisición tanto de conocimientos técnicos y comerciales como incluso de contactos valiosos para emprender (Mason y Brown, 2014). Además, cumplen un rol destacado como fuentes de oportunidades para nuevos negocios de la mano de sus demandas. En especial, la emergencia de *spin offs*, en particular desde las grandes empresas, es

7 Asimismo, existen aspectos de contexto comunes que en el caso del EE adquieren ciertas especificidades asociadas a las características distintivas del proceso emprendedor y las empresas jóvenes. Entran dentro de esta categoría la cultura, el mercado de trabajo y las oferta de servicios profesionales.

un aspecto que en el marco del EE cobra una relevancia singular por su contribución a explicar su dinámica de evolución y desarrollo (Mack y Mayer, 2016; Mason y Brown, 2014).

Además, el enfoque del EE incorpora nuevos actores o roles que en los otros conceptos no estaban y que resultan clave para explicar no solo la dinámica del EE sino también su vitalidad. Es el caso de los mencionados *deal makers*, los mentores y los *blockbusters*. Además, aparece un conjunto de actores nuevos que nacen asociados a las necesidades propias de las nuevas empresas, entre los cuales cabe mencionar a las aceleradoras, los *company builders*⁸ y los espacios de trabajo compartido o *co-works*, que se suman a las ya tradicionales incubadoras de empresas (Brown y Mason, 2017).

En particular, en el marco del EE se incluye una mayor especificación e identificación de los actores y fuentes de financiamiento característicos de cada etapa del proceso emprendedor. Esta descripción incluye no solo a los tradicionales bancos, programas públicos de financiamiento y fondos de capital emprendedor, que en mayor o menor medida se observan en los *clusters* o sistemas de innovación, sino también a otras figuras como los inversores ángeles, los fondos de inversión en etapa semilla o tempranas y las plataformas de *crowdfunding*. Se trata de una desagregación mayor del eslabón del financiamiento, derivado de su importancia dentro de cada etapa del proceso emprendedor, así como de la variedad de actores que juegan en cada una de ellas (Brown y Mason, 2017).

Algunos autores destacan también algunas diferencias en términos de los conocimientos relevantes en cada uno de los enfoques y cómo estos se van generando y difundiendo (Stam y Spigel, 2017). Para el caso de los *clusters*, los conocimientos clave son aquellos vinculados con la función de producción y la tecnología, así como los conocimientos comerciales acerca de los mercados y el ajuste entre productos y mercados. Por su parte, en el sistema de innovación además de los anteriores son claves los nuevos conocimientos científicos y tecnológicos que se generan internamente en las universidades y los institutos de I+D y que pueden dar lugar a innovaciones. En especial, en este caso cobran relevancia los mecanismos de transferencia de estos saberes generados en el sistema

⁸ Los *company builders* conforman una tendencia reciente entre las instituciones de apoyo al emprendimiento. Generalmente lideradas por exemprendedores, estas organizaciones adoptan un estilo de trabajo *boutique*, es decir, con un muy pequeño número de proyectos a quienes no solo invierten sino que acompañan, involucrándose directamente en la gestión, incluso llegando a ocupar cargos gerenciales durante un período.

científico-tecnológico al mundo de las empresas en forma de licencias, patentes y otros vehículos entre los cuales aparecen las nuevas empresas.

En el caso del EE, además de reconocer la importancia de estos conocimientos, se pone el foco sobre los saberes que se obtienen de la experiencia de crear una empresa y sobre el proceso emprendedor (Stam y Spigel, 2017). Este conocimiento es tan importante como aquel que permite el acceso a los mercados y tecnología, no es codificable y se transfiere de persona a persona (Mason y Brown, 2014). En particular, los mentores y las redes informales entre emprendedores, son los principales vehículos a través de los cuales se da la transmisión de ese conocimiento y por tal razón su relevancia dentro de los EE.

Por último, también es posible distinguir diferencias en la dinámica de evolución orgánica del EE respecto del resto de los conceptos. En especial, la característica distintiva del EE está asociada al proceso de retroalimentación positiva que se produce a partir de la generación de nuevos emprendedores que con sus demandas terminan fortaleciendo las instituciones del EE y convalidan modelos de rol que inciden sobre las decisiones de emprender de la población en general (Mason y Brown, 2014; Spigel, 2017; Stam y Spigel, 2017). Sumado a ello, está también el fenómeno del reciclaje emprendedor, señalado previamente (Mason y Harrison, 2006). Desde una mirada integradora, un modelo dinámico de ecosistemas debe reconocer la existencia de múltiples corrientes de “energías de realimentación” y las dimensiones en torno a las que se generan y organizan.

En un documento reciente, Kantis (2017) plantea la importancia de focalizarse en las dinámicas y las interrelaciones entre actores y roles que se generan en torno a cinco dimensiones: a) la dimensión emprendedora (por ejemplo, los procesos de *start ups*, *spin off*, emprendedores seriales, etcétera); b) la dimensión empresarial y de los incentivos privados (por ejemplo, *corporate venturing*; yacimientos de emprendedores; demandas); c) la dimensión del financiamiento (por ejemplo, inversores ángeles; fondos, etcétera); d) la dimensión de las políticas públicas y los gobiernos (directas e indirectas) y e) la dimensión del apoyo institucional (por ejemplo, incubadoras, aceleradoras, etcétera). Los emprendedores y las nuevas empresas, los mentores, los *dealmakers* y los demás actores pueden jugar su papel en el campo de su dimensión específica aunque también se verifican juegos cruzados al participar algunos de ellos en otras dimensiones (por ejemplo, los mentores que surgen de la dimensión empresarial pero actúan en instituciones de apoyo; los emprendedores

que se reciclan como inversionistas). Ellos actúan como conectores dinamizadores entre distintos ámbitos, facilitando el flujo de información, contactos, conocimientos y recursos entre dimensiones. La coevolución de estas dimensiones y dinámicas a lo largo del tiempo va definiendo un sendero evolutivo y la morfología del ecosistema en distintas etapas de madurez (Kantis, 2018). Este proceso de retroalimentación y fortalecimiento de las capacidades locales no es tan claro en el caso de los sistemas de innovación ni de los *clusters*, aun cuando en este último caso existen aportes conceptuales que van en esa línea (Martin y Sunley, 2011).

De todos modos, es posible identificar puentes entre estos distintos conceptos. Así, algunos autores señalan que un *cluster* puede ser una dimensión interna, sectorialmente especializada de un EE (Auerswald y Dani, 2017; Mason y Brown, 2014). Es decir, un ecosistema sería el marco general en el cual se insertan diferentes *clusters* cada uno de ellos especializado en determinada actividad (biotecnología, software, intensivas en diseño, en ingeniería, etcétera). De esta forma, a las condiciones de contexto comunes que ofrece determinado EE y sus relaciones se sumarían las cuestiones de especialización sectorial que aporta un *cluster*. De hecho, también es común referirse al ecosistema de TIC, de biotecnología o de ecosistema de la moda, aunque en estos casos no siempre se limita el concepto de ecosistema sectorial a un determinado ámbito territorial.

De igual manera, se pueden encontrar puntos de intersección entre los sistemas de innovación y el EE (Ylinenpää, 2009), en que las condiciones favorables de un EE refuerzan la actividad innovadora, siendo las nuevas empresas uno de los principales vehículos de transferencia de conocimientos al mercado (innovaciones), tanto desde las universidades y centros de I+D (Ndonzuau, Pirnay y Surlemont, 2002) como desde las grandes empresas ya establecidas como parte de sus estrategias de innovación abierta (Chesbrough, Vanhaverbeke y West, 2006).⁹

9 La innovación abierta se trata de una nueva forma de concebir la generación y difusión de innovaciones. En lugar del modelo más tradicional de la gran corporación con sus laboratorios de I+D que realiza todo el proceso desde la conceptualización, diseño, desarrollo y posterior comercialización de un nuevo producto, se pasa a una nueva forma en que el conocimiento interno y externo a la empresa se combina de diferentes formas para poder desarrollar nuevas ideas, así como mecanismos internos y externos de llevarlas al mercado y poder apropiarse de sus beneficios (Chesbrough, 2006). En este nuevo modelo los límites de la firma están más difusos y son reemplazados por las vinculaciones que logran establecer con otros actores del ecosistema.

¿Qué rasgos específicos adoptan los EE en el caso de los países menos desarrollados?

En el citado documento de Kantis (2017) se presenta una primera diferenciación entre EE en países con distinto nivel de desarrollo, comparando la evolución y características de algunos ecosistemas latinoamericanos (Buenos Aires y Santiago de Chile) y algunos casos referentes en el nivel global (Silicon Valley y Tel Aviv). Un primer punto de contraste tiene que ver con las brechas estructurales existentes entre unos y otros que determinan condiciones iniciales de partida muy diferentes, por ejemplo, en términos de las condiciones sociales, la plataforma de CTI y las características de la estructura productiva e institucional, entre otros aspectos. También existen diferencias en relación con las condiciones de la demanda y a las bases de capital social, tan relevante para la construcción de redes de contacto, y que reflejan en gran medida las diferencias en términos de estructura social y de grado de horizontalidad versus jerarquía en los vínculos internos de la sociedad (Kantis, Angelelli y Moori Koenig, 2004; Kantis, Federico y Trajtenberg, 2014). Pero además de las cuestiones estructurales asociadas a las distintas configuraciones de partida, también la dinámica observada en el comportamiento y evolución de cada una de las cinco dimensiones es diferente, profundizando las brechas estructurales de inicio existentes en unos y otros casos (Kantis, 2018).

Todo lo anterior determina que los países y ecosistemas más avanzados cuenten con condiciones sistémicas más favorables para la emergencia de emprendedores y emprendimientos, hecho que se traduce en un mayor volumen y calidad del flujo de proyectos y nuevas empresas en uno y otro caso. Esta diferencia es clave para entender luego algunos contrastes existentes. En primer lugar, al haber un flujo de emprendedores y emprendimientos de mayor calidad y potencial de crecimiento e innovación se generan mayores incentivos para el involucramiento y dinámica del sector privado. En el caso de los ecosistemas latinoamericanos la dinámica privada todavía es muy débil lo que lleva a que el Estado tenga un papel vital en la génesis, desarrollo y fortalecimiento de estos ecosistemas. No quiere decir esto que los Estados no estén presentes en los casos de los ecosistemas más desarrollados, de manera especialmente visible en etapas previas de su desarrollo a la hora de contribuir al surgimiento de actores y mercados faltantes (por ejemplo, capital emprendedor privado); sino que enfatiza el hecho que en los contextos menos desarrollados el Estado asume un rol de liderazgo mucho más prepon-

derante en el desarrollo de actores y mercados que el privado (Álvarez Martínez *et al.*, 2016; Kantis, 2017). Un juego más equilibrado es parte del sendero de desarrollo de los ecosistemas.

En segundo lugar, un mayor volumen de emprendimientos genera una masa crítica tal dentro de los ecosistemas que incentiva la especialización y segmentación de la oferta institucional de apoyo. En particular, en los ecosistemas más avanzados se ve en mayor medida el fenómeno de reciclaje emprendedor, siendo más frecuente encontrar exemprendedores liderando organizaciones que buscan apoyar a quienes, como ellos, quieren comenzar una empresa. De esta forma, el ajuste entre la propuesta de valor que se les ofrece a los emprendedores y el perfil de los equipos de apoyo es mayor también. Asimismo, las diferencias en el acceso y especificidad del capital social, afectan también el modelo de acompañamiento. En los ecosistemas más avanzados, las organizaciones pueden trabajar más en un formato “a demanda” de un flujo de emprendedores más proactivos y potentes, articulando efectivamente con otras organizaciones y actores (mentores, inversores) del ecosistema en una lógica menos estructurada que en ecosistemas menos desarrollados, carentes de tal nivel de recursos, experticias y relaciones de capital social (Kantis, 2017).

Finalmente, y no por ello menos importante, otro contraste fuerte entre los ecosistemas más desarrollados y los que están en desarrollo tiene que ver con la dinámica inversora y de financiamiento. No solo en cuanto a la densidad de actores sino a la diversidad de fuentes, incluyendo alternativas de financiamiento adecuadas para cada etapa del ciclo de vida del emprendimiento y sus necesidades. Ciertamente el desarrollo de una industria de capital emprendedor para etapas tempranas depende de un conjunto de factores regulatorios y de incentivos, pero estos deben estar acompañados de la existencia de una masa crítica de proyectos y nuevas empresas potentes y con potencial de crecimiento, lo cual nos devuelve a la relevancia del flujo de proyectos (*deal flow*) como primer contraste comentado entre los contextos más y menos desarrollados.

Limitaciones y desafíos de la literatura sobre ecosistema emprendedor

Resumiendo, a lo largo de las secciones previas se buscó dar cierto orden al conjunto fragmentado (y a veces hasta contradictorio) de aportes e ideas que sobre EE se dieron en especial en los últimos años cuando este

concepto fue ganando protagonismo primero entre los emprendedores, políticos y aquellos que trabajan en las distintas instituciones de apoyo a emprendedores y, más recientemente, entre los académicos. No obstante ello, todavía subsisten importantes aspectos sobre los que es necesario profundizar y dotar al EE de un mayor contenido teórico. Estos desafíos, que conforman de alguna manera la agenda futura de investigación en este tema, serán resumidos a continuación como parte de esta sección final de desafíos.

Como se adelantara previamente estos estudios tienden a coincidir en remarcar que las bases teóricas que subyacen al concepto de EE están todavía en construcción y que es necesario avanzar en una identificación más clara de las relaciones causales entre los distintos factores y actores que constituyen el EE. En especial, todavía falta una discusión mayor en torno a la perspectiva epistemológica desde la cual conceptualizar al EE. Si bien es mayoritario el consenso acerca de la visión sistémica no está tan difundida la adopción de una mirada constructivista para entender su funcionamiento y dinámica, por ejemplo.

En particular, no se encuentran muchos trabajos que discutan la pertinencia de adoptar la analogía biológica del ecosistema ni de sus limitaciones. Por ejemplo, desde la biología un ecosistema tiene una lógica de reproducción orgánica inmanente. Los seres vivos nacen, se reproducen y mueren. No pasa lo mismo con los emprendedores ni con los emprendimientos, ya que, en principio, ellos no tienen, como especie, garantizado el nacimiento y reproducción de “manera natural (inmanente)” como las personas. Además, en un ecosistema, las cadenas tróficas (o cadenas alimentarias) cumplen una función fundamental en su regulación y equilibrio, sin que exista algo parecido en el nivel de los emprendimientos. Nada garantiza que ellos nazcan y se reproduzcan. Por último, la biología considera ecosistema a todo sistema natural en que hay seres vivos que interactúan con un medio físico. Así, tanto la tundra siberiana como la pampa húmeda de Argentina o el desierto del Sahara son ecosistemas, sin que exista una mayor discusión acerca de las condiciones necesarias y suficientes o umbrales para determinar la presencia de un ecosistema, más allá de su riqueza (biodiversidad). En el caso de los ecosistemas de emprendimiento tiende a asumirse que un ecosistema es el que reúne condiciones de fertilidad, requiriéndose un enfoque que dé cuenta de la heterogeneidad de ecosistemas que existen para evitar la tentación de replicar las condiciones de otros contextos a la hora de hacer políticas de emprendimiento.

Por otro lado, la literatura hasta el momento aún debe plantear una forma más clara de cómo abordar la naturaleza multiescalar del fenómeno del ecosistema y cómo conceptualizar los diferentes canales de relacionamiento entre cada uno de los ámbitos desde lo local hasta lo nacional e incluso lo global, aspecto señalado en Mason y Brown (2017). En este sentido, algunas revisiones enfatizan la necesidad de vincular más la literatura de EE con la teoría de redes tanto en términos teóricos como analíticos (Malecki, 2011; Borissenko y Boschma, 2017). Otra disciplina con la cual es necesario un mayor diálogo es con la teoría de la complejidad y su aplicación al campo del emprendimiento (McKelvey, 2004) ya que discursivamente se afirma la complejidad de las interrelaciones que caracterizan a un EE, pero luego ese reconocimiento no tiene un correlato ni en la teoría ni en los instrumentos y métodos que se usan en los análisis empíricos.

Asimismo, los estudios resaltan la necesidad de avanzar hacia una mayor comprensión de los procesos de surgimiento y evolución de los ecosistemas, rescatando las trayectorias singulares de cada experiencia. Ello es clave para avanzar hacia una nueva teoría que sea útil para la acción, es decir que brinde pistas a los funcionarios de políticas sobre cómo desarrollar y fortalecer sus ecosistemas. Son muy pocos los trabajos que abordan esta cuestión y, en general, se acercan a ella de una manera más bien descriptiva. Por un lado, Brown y Mason (2017) identifican las características que definirían a un ecosistema desarrollado (o maduro) por contraposición a uno más embrionario, sin una mayor problematización de cuáles son los procesos y fuerzas que llevarían a un EE desde un estado hacia el otro. Por otro lado, Mack y Mayer (2016) distinguen cuatro etapas por las que atraviesa un EE: nacimiento, crecimiento, sustentación y declinación.

Las limitaciones existentes tienen que ver, al menos parcialmente, con que la mayoría de los estudios sobre ecosistemas desarrollados hasta la actualidad se basan en casos exitosos en su capacidad de generar empresas de alto potencial de crecimiento que se dan en los países más avanzados. Son pocos los estudios que incluyen casos en los que esto no es así o en los que existen elementos del ecosistema por desarrollar (Mack y Mayer, 2016; Spigel, 2017). Además, la tendencia a definir a los ecosistemas exitosos con base en los casos de aquellos territorios que lograron serlo, le confiere a estos estudios y las implicancias de sus resultados un carácter tautológico (Stam, 2015; Stam y Spigel, 2017). Este tipo de enfoque si bien resulta ilustrativo para entender el funcionamiento de un ecosis-

tema virtuoso, no deja muchos elementos analíticos para abordar espacios territoriales cuya dinámica de funcionamiento no sea tan virtuosa o que las características de sus actores relevantes sean otras (Spigel, 2017).

Avanzar hacia el establecimiento de tipologías de EE es un área de vacancia en la literatura y que tiene varias implicaciones teóricas como, por ejemplo, la discusión de la existencia de condiciones mínimas o umbrales para constituir un EE. Se vuelve crucial, entonces, focalizarse en la discusión sobre las condiciones iniciales que determinan el surgimiento de un ecosistema y su desarrollo posterior, la dinámica de coevolución de los diferentes componentes del ecosistema y la existencia de distintas trayectorias. Es muy relevante, para avanzar en esta dirección, plantear un programa de investigación de ecosistemas de emprendimiento comparados, en la cual el concepto de heterogeneidad juegue un papel clave a la hora de caracterizar las condiciones de partida, los senderos evolutivos y las configuraciones resultantes (Kantis, 2017).

Estrechamente vinculado con los párrafos anteriores se encuentra la cuestión del rol del Estado *vis à vis* el sector privado dentro de los ecosistemas. Aquí, los trabajos revisados tienden a coincidir en la relevancia de los gobiernos como actores de los ecosistemas, en especial en las primeras etapas o en la de sustentación (Mack y Mayer, 2016). Sin embargo, también tienden a deslizar que en los estadios más avanzados de los ecosistemas el rol del Estado debería ir diluyéndose. Este es un aspecto clave sobre el cual es necesario un mayor debate, en especial en contextos menos desarrollados como pueden ser los países latinoamericanos (Álvarez Martínez *et al.*, 2016; Kantis, 2017). Esta cuestión habilita un puente de diálogo con el enfoque de estado emprendedor (Mazzucato, 2011).

Por último, otro aspecto en el que es necesario avanzar de manera decisiva es en la elaboración de métricas y mediciones de los EE. Son solo unos pocos los trabajos que avanzaron en la discusión acerca de las posibles métricas e indicadores relacionados con los resultados de los EE y con las condiciones que los explican (Taich *et al.*, 2016; Bell-Masterson y Stangler, 2015).

Prodem cuenta con una agenda de investigación en torno a la construcción de tipologías desde una perspectiva evolutiva de los ecosistemas y, en lo que respecta a la medición de las condiciones sistémicas ha desarrollado un índice que permite incluir una doble perspectiva de medición sistémica que incluye, por un lado, el nivel nacional (Kantis, Federico e Ibarra García, 2014, 2015 y 2016) y otro el nivel ciudades (Kantis, 2017).

Bibliografía

- Acs, Zoltan y Armington, Catherine. (2004). "Employment growth and entrepreneurial activity in cities". *Regional Studies*, vol. 38, n° 8, pp. 911-927.
- Acs, Zoltan J.; Audretsch, David; Lehmann, Eric y Licht, Georg (2016). "National systems of entrepreneurship". *Small Business Economics*, vol. 46, n° 4, pp. 527-535.
- Acs, Zoltan J.; Autio, Erkko y Szerb, László (2014). "National Systems of Entrepreneurship: Measurement Issues y Policy Implications". *Research Policy*, vol. 43, n° 3, pp. 476-494. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2013.08.016>.
- Acs, Zoltan J. y Kallas, Kadri (2008). "State of literature on small-to medium-sized enterprises and entrepreneurship in low-income communities". En Yago, Glenn; Barth, James R. y Zeidman, Betsy, *Entrepreneurship in Emerging Domestic Markets*, pp. 21-45. Nueva York: Springer.
- Acs, Zoltan J. y Mueller, Pamela (2008). "Employment effects of business dynamics: Mice, gazelles and elephants". *Small Business Economics*, vol. 30, n° 1, pp. 85-100.
- Acs, Zoltan J.; Stam, Erik; Audretsch, David y O'Connor, Allan (2017). "The Lineages of the Entrepreneurial Ecosystem Approach". *Small Business Economics*, vol. 49, n° 1, pp. 1-10.
- Adler, Paul S. y Kwon, Seok-Woo (2002). "Social capital: Prospects for a new concept". *Academy of Management Review*, vol. 27, n° 1, pp. 17-40.
- Álvarez Martínez, Paola; Ibarra García, Sabrina; Menéndez, Cecilia; Federico, Juan y Kantis, Hugo (2016). "El ecosistema emprendedor de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Una mirada exploratoria". *Pymes, Innovación y Desarrollo*, vol. 4, n° 1, pp. 145-173.
- Arando, Saioa; Peña, Iñaki y Verheul, Ingrid (2009). "Market entry of firms with different legal forms: an empirical test of the influence of institutional factors". *International Entrepreneurship and Management Journal*, vol. 5, n° 1, pp. 77-95.
- Audretsch, David B. y Belitski, Maksim (2017). "Entrepreneurial Ecosystems in Cities: Establishing the Framework Conditions". *Journal of Technology Transfer*, vol. 42, n° 5, pp. 1030-1051.

- Audretsch, David B.; Falck, Oliver; Feldman, Maryann P. y Heblich, Stephan (2012). "Local entrepreneurship in context". *Regional Studies*, vol. 46, n° 3, pp. 379-389.
- Audretsch, David B.; Grilo, Isabel y Thurik, Roy (eds.) (2007). *Handbook of Research on Entrepreneurship Policy*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Audretsch, David B. y Keilbach, Max (2007). "The Theory of Knowledge Spillover Entrepreneurship". *Journal of Management Studies*, vol. 44, n° 7, pp. 1242-1254.
- Auerswald, Philip (2015). "Enabling entrepreneurial ecosystems: Insights from ecology to inform effective entrepreneurship policy". Kauffman Foundation Research Series on City, Metro, and Regional Entrepreneurship.
- Auerswald, Philip E. y Lokesh Dani (2017). "The Adaptive Life Cycle of Entrepreneurial Ecosystems: The Biotechnology Cluster". *Small Business Economics*, vol. 49, n° 1, pp. 97-117.
- Autio, Erkki y Levie, Jonathan (2017). "Management of Entrepreneurial Ecosystems". En Ahmetoglu, Gorkan; Chamorro-Premuzic, Tomas; Klinger, Bailey y Karcisky, Tessa (eds.), *The Wiley Handbook of Entrepreneurship*, pp. 423-449. Hoboken: John Wiley & Sons Ltd. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/9781118970812.ch19>.
- Baptista, Rui y Mendonça, Joana (2010). "Proximity to knowledge sources and the location of knowledge-based start-ups". *The Annals of Regional Science*, vol. 45, n° 1, pp. 5-29.
- Baumol, William J. (1996). "Entrepreneurship: Productive, unproductive, and destructive". *Journal of Business Venturing*, vol. 11, n° 1, pp. 3-22.
- Bell-Masterson, Jordan y Stangler, Dane (2015). "Measuring an Entrepreneurial Ecosystem". *SSRN Electronic Journal*. Disponible en: <http://www.ssrn.com/abstract=2580336>.
- Bernier, Luc (2014). "Public enterprises as policy instruments: the importance of public entrepreneurship". *Journal of Economic Policy Reform*, vol. 17, n° 3, pp. 253-266.
- Blanchflower, David y Oswald, Andrew (1998). "What makes an entrepreneur?". *Journal of Labor Economics*, vol. 16, n° 1, pp. 26-60.

- Borissenko, Janna y Boschma, Ron (2017). "A critical review of entrepreneurial ecosystems research: towards a future research agenda". N° 2017/3, Papers in Innovation Studies from Lund University, CIRCLE - Center for Innovation, Research and Competences in the Learning Economy.
- Bosma, Niels; Hessels, Jolanda; Schutjens, Veronique; VanPraag, Mirjam y Verheul, Ingrid (2012). "Entrepreneurship and role models". *Journal of Economic Psychology*, vol. 33, n° 2, pp. 410-42.
- Brown, Ross y Mason, Colin (2017). "Looking inside the Spiky Bits: A Critical Review and Conceptualisation of Entrepreneurial Ecosystems". *Small Business Economics*, vol. 49, n° 1, pp. 11-30.
- Bruton, Gary; Ahlstrom, David y Li, Han-Lin (2010). "Institutional theory and entrepreneurship: where are we now and where do we need to move in the future?". *Entrepreneurship Theory and Practice*, vol. 34, n° 3, pp. 421-440.
- Capelleras, Joan-Lluís; Mole, Kevin F.; Greene, Francis J. y Storey, David (2007). "Do more heavily regulated economies have poorer performing new ventures? Evidence from Britain and Spain". *Journal of International Business Studies*, vol. 39, n° 4, pp. 688-704.
- Carter, Nancy; Gartner, William y Reynolds, Paul (1996). "Exploring start-up event sequences". *Journal of Business Venturing*, vol. 11, n° 3, pp. 151-166.
- Cavallo, Angelo; Ghezzi, Antonio y Balocco, Raffaello (2018). "Entrepreneurial ecosystem research: present debates and future directions". *International Entrepreneurship and Management Journal*, junio, pp. 1-24.
- Chesbrough, Henry W. (2006). "The era of open innovation". *Managing innovation and change*, vol. 127, n° 3, pp. 34-41.
- Chesbrough, Henry W.; Vanhaverbeke, Wim y West, Joel (eds.) (2006). *Open innovation: Researching a new paradigm*. Oxford: Oxford University Press.
- Cohen, Boyd (2006). "Sustainable valley entrepreneurial ecosystems". *Business Strategy and the Environment*, vol. 15, n° 1, pp. 1-14.

- Colombo, Massimo G. y Grilli, Luca (2005). "Founders' human capital and the growth of new technology-based firms: A competence-based view". *Research Policy*, vol. 34, n° 6, pp. 795-816.
- (2007). "Funding gaps? Access to bank loans by high-tech start-ups". *Small Business Economics*, vol. 29, n° 1-2, pp. 25-46.
- Cooke, Philip (2001). "Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy". *Industrial and Corporate Change*, vol. 10, n° 4, pp. 945-974.
- Daunfeldt, Sven-Olov y Halvarsson, Daniel (2015). "Are high-growth firms one-hit wonders? Evidence from Sweden". *Small Business Economics*, vol. 44, n° 2, pp. 361-383.
- Davidsson, Per; Achtenhagen, Leona y Naldi, Lucía (2007). "What do we know about small firm growth?". Parker, Simon (ed.), *The life cycle of entrepreneurial ventures*, pp. 361-398. Nueva York: Springer.
- Decker, Ryan; Haltiwanger, John; Jarmin, Ron y Miranda, Javier (2014). "The role of entrepreneurship in US job creation and economic dynamism". *Journal of Economic Perspectives*, vol. 28, n° 3, pp. 3-24.
- Di Gregorio, Dante y Shane, Scott (2003). "Why do some universities generate more start-ups than others?". *Research Policy*, vol. 32, n° 2, pp. 209-227.
- Edmiston, Kelly (2008). "Entrepreneurship in Low and Moderate Income Communities". En Yago, Glenn; Barth, James R. y Zeidman, Betsy (eds.), *Entrepreneurship in Emerging Domestic Markets*, pp. 1-8. Nueva York: Springer.
- Esser, Klaus; Hillebrand, Wolfgang; Messner, Dirk y Meyer-Stamer, Jörg (1996). "Competitividad sistémica: nuevo desafío para las empresas y la política". *Revista de la CEPAL*, n° 59, pp. 39-52.
- Fajnzylber, Fernando (1990). "Industrialización en América Latina: de la 'Caja Negra' al 'Casillero Vacío'". *Cuadernos de la CEPAL*, n° 60.
- Fayolle, Alain; Liñán, Francisco y Moriano, Juan (2014). "Beyond entrepreneurial intentions: values and motivations in entrepreneurship". *International Entrepreneurship and Management Journal*, vol. 10, n° 4, pp. 679-689.

- Feld, Brad (2012). *Startup communities: Building an entrepreneurial ecosystem in your city*. Hoboken: John Wiley y Sons.
- Freytag, Andreas y Thurik, Roy (2007). "Entrepreneurship and its determinants in a cross-country setting". *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 17, n° 2, pp. 117-131.
- Fritsch, Michael (2007). "How Does New Business Formation Affect Regional Development? Introduction to the Special Issue". *Small Business Economics*, vol. 30, n° 1, pp. 1-14.
- Fritsch, Michael y Falck, Oliver (2007). "New Business Formation by Industry over Space and Time: A Multidimensional Analysis". *Regional Studies*, vol. 41, n° 2, pp. 157-172
- Fritsch, Michael y Mueller, Pamela (2004). "The Effects of New Business Formation on Regional Development over Time". *Regional Studies*, vol. 38, n° 8, pp. 961-974.
- Gartner, William B. (1988). "Who is an entrepreneur? is the wrong question". *American Journal of Small Business*, vol. 12, n° 4, pp. 11-32.
- Gartner, William B.; Frid, Casey y Alexander, John C. (2012). "Financing the emerging firm". *Small Business Economics*, vol. 39, n° 3, pp. 745-761.
- Gibb, Allan y Ritchie, John (1982). "Understanding the process of starting small businesses". *European Small Business Journal*, vol. 1, n° 1, pp. 26-45.
- Haltiwanger, John; Jarmin, Ron S.; Kulick, Robert y Miranda, Javier (2016). "High Growth Young Firms: Contribution to Job, Output, and Productivity Growth". En Haltiwanger, John; Hurst, Erik; Miranda, Javier y Schoar, Antoinette (eds.), *Measuring Entrepreneurial Businesses: Current Knowledge and Challenges*. Chicago: University of Chicago Press.
- Henrekson, Magnus y Johansson, Dan (2010). "Gazelles as Job Creators: A Survey and Interpretation of the Evidence". *Small Business Economics*, vol. 35, n° 2, pp. 227-44.
- Henrekson, Magnus y Stenkula, Mikael (2010). "Entrepreneurship and public policy". En Acs, Zoltan J. y Audretsch, David B. (eds.), *Handbook of entrepreneurship research*, pp. 595-637. Nueva York: Springer.

- Hidalgo, Gabriel; Kamiya, Marco y Reyes, Mario (2014). *Emprendimientos dinámicos en América Latina. Avances en prácticas y políticas*. Serie Políticas Públicas y Transformación Productiva N° 16, Caracas: CAF. Disponible en: <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/371>.
- Hwang, Victor W. y Horowitz, Greg (2012). *The rainforest: The secret to building the next Silicon Valley*. Los Altos Hill: Regenwald.
- Isenberg, Daniel J. (2011). "The entrepreneurship ecosystem strategy as a new paradigm for economy policy: principles for cultivating entrepreneurship". Babson Entrepreneurship Ecosystem Project, Babson College, Babson Park: MA.
- Johannisson, Bengt (2000). "Networking and entrepreneurial growth". En Sexton, Donald L. y Landström, Hans, *The Blackwell Handbook of entrepreneurship*, pp. 368-386. Londres: Blackwell.
- Kantis, Hugo (2017). "Ecosistemas maduros y en desarrollo. El juego de las diferencias". Serie Brief de Prodem, N° 1, parte A, B y C. Disponible en: www.prodem@ungs.edu.ar
- (2018). *Grandes empresas + Startups = ¿nuevo modelo de innovación?* Rafaela: Asociación Civil Red Pymes Mercosur.
- Kantis, Hugo; Angelelli, Pablo y Moori Koenig, Virginia (2004). *Desarrollo Emprendedor. América Latina y la experiencia internacional*. Nueva York: Banco Interamericano de Desarrollo - Fundes Internacional.
- Kantis, Hugo y Federico, Juan (2012). "Entrepreneurship Policy in Latin America: Trends and Challenges". En Blackburn, Robert y Schaper, Michael T. (eds.), *Government, SMEs and Entrepreneurship Development: Policy, Practice and Challenges*. Londres-Nueva York: Routledge. Disponible en: <https://books.google.com.br/books?id=4WwGDAAAQBAJ>.
- Kantis, Hugo; Federico, Juan e Ibarra García, Sabrina (2014). *Índice de condiciones sistémicas para el emprendimiento dinámico. Una herramienta para la acción en América Latina*. Rafaela: Asociación Civil Red Pymes Mercosur.
- (2015). *Condiciones sistémicas para el emprendimiento dinámico: América Latina en el nuevo escenario global*. Rafaela: Asociación Civil Red Pymes Mercosur.

- (2016). *Condiciones sistémicas e institucionalidad para el emprendimiento y la innovación hacia una agenda de integración de los ecosistemas en los países de la Alianza del Pacífico*. Rafaela: Asociación Civil Red PyMes Mercosur.
- Kantis, Hugo; Federico, Juan y Trajtenberg, Luis (2014). "Middle-Class Entrepreneurs and Their Firms: A Regional View and International Comparison". En Lora, Eduardo y Castellani, Francesca (eds.), *Entrepreneurship in Latin America: A Step up the Social Ladder?*, pp. 53-79. Washington: Inter-American Development Bank.
- Kantis, Hugo; Komori, Masahiko e Ishida, Masahiko (2002). *Empresarialidad en economías emergentes: Creación y desarrollo de nuevas empresas en América Latina y el este de Asia*. Washington: Inter-American Development Bank.
- Kitching, John; Hart, Mark y Wilson, Nick (2013). "Burden or benefit? Regulation as a dynamic influence on small business performance". *International Small Business Journal*, vol. 33, n° 2, pp. 130-147.
- Kuratko, Donald F. (2005). "The emergence of entrepreneurship education: development, trends, and challenges". *Entrepreneurship Theory and Practice*, vol. 29, n° 5, pp. 577-598.
- Lafuente, Esteban M. y Vaillant, Yancy (2013). "Age driven influence of role-models on entrepreneurship in a transition economy". *Journal of Small Business and Enterprise Development*, vol. 20, n° 1, pp. 181-203.
- Lazear, Edward. (2004). "Balanced skills and entrepreneurship". *American Economic Review*, vol. 94, n° 2, pp. 208-211.
- Lucas, Robert (1978). "On the size distribution of business firms". *The Bell Journal of Economics*, vol. 9, n° 2, pp. 508-523.
- Lundvall, Bengt-Åke (1992). *National systems of innovation. Towards a theory of innovation and interactive learning*. Londres: Anthem.
- Mack, Elizabeth y Mayer, Heike (2016). "The Evolutionary Dynamics of Entrepreneurial". *Ecosystems Urban Studies*, vol. 53, n° 10, pp. 2118-2133. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0042098015586547>.

- Maillat, Denis (1995). "Territorial dynamic, innovative milieus and regional policy". *Entrepreneurship & Regional Development*, vol. 7, n° 2, pp. 157-165.
- Malecki, Edward J. (2011). "Connecting local entrepreneurial ecosystems to global innovation networks: open innovation, double networks and knowledge integration". *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, vol. 14, n° 1, pp. 36-59.
- Martin, Bruce C.; McNally, Jeffrey J. y Kay, Michael J. (2013). "Examining the formation of human capital in entrepreneurship: A meta-analysis of entrepreneurship education outcomes". *Journal of Business Venturing*, vol. 28, n° 2, pp. 211-224.
- Martin, Ron y Sunley, Peter (2011). "Conceptualizing Cluster Evolution: Beyond the Life Cycle Model?". *Regional Studies*, vol. 45, n° 10, pp. 37-41.
- Mason, Colin y Brown, Ross (2014). "Entrepreneurial Ecosystems and Growth-Oriented Entrepreneurship". Background paper prepared for the workshop organised by the OCDE LEED Programme and the Dutch Ministry of Economic Affairs on Entrepreneurial Ecosystems and Growth Oriented Entrepreneurship, La Haya, noviembre de 2013.
- Mason, Colin M. y Harrison, Richard T. (2006). "After the exit: Acquisitions, entrepreneurial recycling and regional economic development". *Regional Studies*, vol. 40, n° 1, pp. 55-73.
- (2008). "Measuring business angel investment activity in the United Kingdom: a review of potential data sources". *Venture Capital*, vol. 10, n° 4, pp. 309-330.
- Mazzucato, Mariana (2013). *O estado empreendedor*. Nueva York: Portfolio Penguin.
- McKelvey, Bill (2004). "Toward a complexity science of entrepreneurship". *Journal of Business Venturing*, vol. 19, n° 3, pp. 313-341.
- Miller, David J. y Acs, Zoltan J. (2017). "The Campus as Entrepreneurial Ecosystem: The University of Chicago". *Small Business Economics*, vol. 49, n° 1, pp. 75-95.

- Mocker, Valerie; Bielli, Simona y Haley, Christopher (2015). *Winning together. A guide to successful corporate-startup collaborations*. Londres: NESTA. Disponible en: <http://www.nesta.org.uk/>.
- Napier, Glenda y Hansen, Camilla (2011). "Ecosystems for Young Scalable Firms". FORA, febrero.
- Naudé, Wim (2008). "Entrepreneurship in economic development". N° RP2008-20, WIDER Working Paper Series from World Institute for Development Economic Research (UNU-WIDER) United Nations University (UNU).
- Ndonzuau, Frédéric Nlemvo; Pirnay, Fabrice y Surlemont, Bernard (2002). "A stage model of academic spin-off creation". *Technovation*, vol. 22, n° 5, pp. 281-289.
- Neck, Heidi; Meyer, Gary; Cohen, Boyd y Corbett, Andrew (2004). "An Entrepreneurial System View of New Venture Creation". *Journal of Small Business Management*, vol. 42, n° 2, pp. 190-208.
- Newbert, Scott L.; Tornikoski, Erno T. y Quigley, Narda R. (2013). "Exploring the evolution of supporter networks in the creation of new organizations". *Journal of Business Venturing*, vol. 28, n° 2, pp. 281-298.
- Nightingale, Paul y Coad, Alex (2014). "Muppets and gazelles: political and methodological biases in entrepreneurship research". *Industrial and Corporate Change*, vol. 23, n° 1, pp. 113-143.
- North, Douglas (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nyström, Kristina (2008). "Is Entrepreneurship the salvation for enhanced economic growth?". CESIS Working paper, N° 143.
- OCDE (2016). *Startup América Latina 2016: Construyendo un futuro innovador*. Estudios del Centro de Desarrollo. París: OCDE. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/9789264265141-es>.
- O'Shea, Rory P.; Allen, Thomas J.; Chevalier, Arnaud y Roche, Frank (2005). "Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of US universities". *Research Policy*, vol. 34, n° 7, pp. 994-1009.

- Pagés, Carmen (ed.) (2010). *La era de la productividad. Cómo transformar las economías desde sus cimientos*. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Porter, Michael E. (2000). "Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy". *Economic Development Quarterly*, vol. 14, n° 1, pp. 15-34.
- Powell, Benjamin y Rodet, Cortney (2012). "Praise and Profits: Cultural and Institutional Determinants of Entrepreneurship". *The Journal of Private Enterprise*, vol. 27, n° 2, pp. 19-42.
- Qian, Haifeng; Acs, Zoltan J. y Stough, Roger R. (2013). "Regional Systems of Entrepreneurship: The Nexus of Human Capital, Knowledge and New Firm Formation". *Journal of Economic Geography*, vol. 13, n° 4, pp. 559-87.
- Rees, Hedley y Shah, Anup (1986). "An empirical analysis of self-employment in the UK". *Journal of Applied Econometrics*, vol. 1, n° 1, pp. 95-108.
- Roberts, Edward B. y Eesley, Charles E. (2011). "Entrepreneurial impact: The role of MIT". *Foundations and Trends in Entrepreneurship*, vol. 7, n° 1-2, pp. 1-149.
- Schoar, Antoinette (2010). "The divide between subsistence and transformational entrepreneurship". *Innovation Policy and the Economy*, vol. 10, n° 1, pp. 57-81.
- Schumpeter, Joseph Alois (1934). *The Theory of Economic Development*. Oxford: Oxford University Press.
- Shane, Scott (2000). "Prior knowledge and the discovery of entrepreneurial opportunities". *Organization Science*, vol. 11, n° 4, pp. 448-469.
- (2003). *A general theory of entrepreneurship: The individual-opportunity nexus*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Shapero, Albert (1984). "The entrepreneurial event". En Kent, Calvin A. (ed.), *Environment for Entrepreneurship*, pp. 21-40. Lexington, MA: D.C. Heath.
- Spigel, Ben (2017). "The Relational Organization of Entrepreneurial Ecosystems". *Entrepreneurship: Theory and Practice*, vol. 41, n° 1, pp. 49-72.

- Spilling, Olav R. (1996). "The entrepreneurial system: On entrepreneurship in the context of a mega-event". *Journal of Business Research*, vol. 36, n° 1, pp. 91-103.
- Stam, Erik (2015). "Entrepreneurial Ecosystems and Regional Policy: A Sympathetic Critique". *European Planning Studies*, vol. 23, n° 9, pp. 1759-1769. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/09654313.2015.1061484>.
- Stam, Erik y Spigel, Ben (2017). "Entrepreneurial Ecosystems". En Blackburn, Robert; De Clercq, Dirk; Heinonen, Jarna y Wang, Zohngming (eds.), *Handbook for Entrepreneurship and Small Business*. Londres: SAGE.
- Stuart, Robert W. y Abetti, Pier A. (1990). "Impact of entrepreneurial and management experience on early performance". *Journal of Business Venturing*, vol. 5, n° 3, pp. 151-162.
- Szerb, László; Acs, Zoltan J.; Ortega-Argilés, Raquel y Komlosi, Eva (2015). "The entrepreneurial ecosystem: the regional entrepreneurship and development index".
- Taich, Caroline; Piazza, Merissa; Carter, Kara y Wilcox, Alexa (2016). "Measuring entrepreneurial ecosystems". Center for Economic Development, Cleveland State University.
- Terjesen, Siri; Acs, Zoltan J.; Audretsch, David B.; Hechavarria, Diana; Stam, Erik y White, Rebecca (2017). "Entrepreneurial Ecosystems Literature Review". Working Paper.
- Toma Sorin, George; Grigore, Ana María y Marinescu, Paul (2014). "Economic development and entrepreneurship". *Procedia Economics and Finance*, vol. 8, pp. 436-443.
- Urbano, David y Álvarez, Claudia (2014). "Institutional dimensions and entrepreneurial activity: An international study". *Small Business Economics*, vol. 42, n° 4, pp. 703-716.
- Van Praag, Mirjam y Versloot, Peter (2007). "What is the value of entrepreneurship? A review of recent research". *Small Business Economics*, vol. 29, n° 4, pp. 351-382.
- Van Stel, André; Storey, David J. y Thurik, A. Roy (2007). "The effect of business regulations on nascent and young business entrepreneurship". *Small Business Economics*, vol. 28, n° 2-3, pp. 171-186.

- Veciana, José María y Urbano, David (2008). “The institutional approach to entrepreneurship research. Introduction”. *International Entrepreneurship and Management Journal*, vol. 4, n° 4, pp. 365-379.
- Verheul, Ingrid; Wennekers, Sander; Audretsch, David y Thurik, Roy (2002). “An eclectic theory of entrepreneurship: policies, institutions and culture”. En Audretsch, David; Thurik, Roy; Verheul, Ingrid y Wennekers, Sander (eds.), *Entrepreneurship: Determinants and policy in a European-US comparison*, pp. 11-81. Boston, MA: Springer.
- Vivarelli, Marco (2014). “The middle income trap: a way out based on technological and structural change”. *Economic Change and Restructuring*, pp. 1-35.
- Welter, Friederike y Smallbone, David (2011). “Institutional perspectives on entrepreneurial behavior in challenging environments”. *Journal of Small Business Management*, vol. 49, n° 1, pp. 107-125.
- Wennberg, Karl; Pathak, S. y Autio, Erkko (2013). “How culture moulds the effects of self-efficacy and fear of failure on entrepreneurship”. *Entrepreneurship & Regional Development*, vol. 25, n° 9-10, pp. 756-780.
- World Economic Forum (2013). *Entrepreneurial Ecosystems Around the Globe and Company Growth Dynamics. Report Summary for the Annual Meeting of the New Champions 2013*. Ginebra: World Economic Forum. Disponible en: http://www3.weforum.org/docs/WEF_EntrepreneurialEcosystems_Report_2013.pdf.
- Ylinenpää, Håkan (2009). “Entrepreneurship and Innovation Systems: Towards a Development of the ERIS/IRIS Concept”. *European Planning Studies*, vol. 17, n° 8, pp. 1153-1170.

Bibliografía recomendada

- Borissenko, Janna y Boschma, Ron (2017). “A critical review of entrepreneurial ecosystems research: towards a future research agenda”. N° 2017/3, Papers in Innovation Studies from Lund University, CIRCLE - Center for Innovation, Research and Competences in the Learning Economy.

- Brown, Ross y Mason, Colin (2017). "Looking inside the Spiky Bits: A Critical Review and Conceptualisation of Entrepreneurial Ecosystems". *Small Business Economics*, vol. 49, n° 1, pp. 11-30.
- Kantis, Hugo (2017). "Ecosistemas Maduros y en Desarrollo. El Juego de las Diferencias". Serie Brief de Prodem, N° 1, parte A, B y C. Disponible en www.prodem@ungs.edu.ar.
- Kantis, Hugo; Angelelli, Pablo y Moori Koenig, Virginia (2004). *Desarrollo Emprendedor. Banco Interamericano de Desarrollo*. Washington: Fundes Internacional.
- Stam, Erik y Spigel, Ben (2017). "Entrepreneurial Ecosystems". En Blackburn, Robert; De Clercq, Dirk; Heinonen, Jarna y Wang, Zohngming (eds.), *Handbook for Entrepreneurship and Small Business*. Londres: SAGE.

Capítulo 11

Una visión crítica del concepto de transferencia tecnológica y de conocimiento

Jeffrey Orozco

Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible (CINPE), Universidad Nacional de Costa Rica

Introducción

La innovación y la adopción de tecnologías y de conocimiento en los sectores productivos y por parte de los consumidores, según corresponda, son fundamentales para el logro de los objetivos del desarrollo, tanto en temas de crecimiento como de calidad de vida y desempeño ambiental. Se considera que el aumento de la productividad es fundamental para el logro de otros objetivos del desarrollo. En particular, muchos autores señalan que la tasa de aumento de la productividad es clave para definir la tasa de crecimiento de largo plazo del producto de una economía (Fagerberg, 1994; Nelson y Pack, 1997). Además, muchos economistas argumentan que la fuerza motriz tras el aumento de la productividad es el aprendizaje tecnológico, la innovación y la difusión de tecnología y que las diferencias en términos del ingreso por habitante entre distintos países, están asociadas a diferencias de productividad que, en buena medida, pueden explicarse por asimetrías en las capacidades tecnológicas (Arocena y Sutz, 2003). De ahí la gran relevancia de estudiar a fondo el tema de la difusión tecnológica, analizando distintos conceptos que se han utilizado en la literatura para explicar ese fenómeno y sus impactos.

En ese sentido, este capítulo aporta un análisis crítico de los conceptos de transferencia tecnológica y de conocimiento, partiendo de la visión de

interacciones, retroalimentación y colaboración que se derivan del enfoque de sistemas de innovación, lo que lleva a una crítica del concepto de transferencia con visión lineal de un actor que genera a uno que recibe. Se presenta entonces una visión crítica sobre el concepto.

Se parte de una presentación de los conceptos de transferencia tecnológica y de conocimiento y se argumenta sobre el porqué es necesario un enfoque distinto del enfoque lineal de transferencia, llegando a la conclusión de que es más conveniente usar conceptos como adopción, difusión de tecnologías y conocimiento, o incluso el concepto de cambio tecnológico. Posteriormente, se analiza una serie de aportes que se han generado sobre el fenómeno del cambio tecnológico, rescatando también el pensamiento de autores latinoamericanos. En la siguiente sección se analiza la racionalidad de los procesos de incorporación de tecnología, considerando los factores que favorecen o que entorpecen la generación e incorporación de conocimiento y tecnología. Posteriormente, se analizan los principales mecanismos de generación e incorporación de conocimiento y tecnología a que tienen acceso las empresas. Finalmente, se analizan los desafíos para la generación e incorporación de conocimiento y tecnología.

Los conceptos de transferencia tecnológica y de conocimiento: más allá del enfoque lineal

El concepto de transferencia tecnológica y de conocimiento podría llevar a la concepción errónea de que hay un traslado de tecnología y de conocimiento desde un emisor hacia un receptor. Eso, por ejemplo, se desprende de la definición de autores como Roessner (2000), que considera ese tipo de transferencia como el movimiento de *know-how*, de conocimiento tecnológico o de tecnología de una organización a otra. También podría generarse esa percepción de linealidad a partir de la definición de Hidalgo, León y Pavón (2002), que consideran la transferencia tecnológica como un acuerdo por el que una empresa adquiere las licencias de uso relativas a los derechos de propiedad de los que disponen otras empresas con el fin de acceder a la tecnología necesaria para el desarrollo de sus productos.

Como lo plantean Dosi y Nelson (2013), una de las contribuciones del trabajo de Joseph Schumpeter con referencia al cambio tecnológico, se refiere a su distinción entre invención, innovación y difusión. Según su

definición, la invención se refiere al desarrollo original de algún proceso novedoso de producción o producto, mientras que la innovación implica su introducción real y explotación económica tentativa. Difusión describe su introducción por compradores o competidores. Es una distinción conceptual áspera y “heroica”, que difícilmente se puede encontrar en la práctica, ya que los procesos empíricos generalmente nunca son precisamente así. La invención a menudo se introduce desde el principio como una innovación por parte de establecimientos de investigación de mentalidad económica. La difusión implica una mayor innovación por parte de los desarrolladores y usuarios. Las tres actividades a menudo están asociadas con cambios en las características e innovadores potenciales de los innovadores/adoptantes.

Se considera la transferencia de tecnología como la adopción de innovaciones o la aplicación de tecnologías, técnicas y conocimiento, que han sido desarrolladas por otras organizaciones (Melkers, Bulger y Bozeman, 1993). También puede verse como la aplicación de la tecnología a un nuevo uso o por parte de un nuevo usuario (Gee, 1981). Se consideran distintas formas de tecnología, tanto las que se incorporan en forma física, como equipo y herramientas, como aquellos que se incorporan como información, métodos y procedimientos (Teece, 1977). En estas definiciones es necesario agregar la dimensión de conocimiento de manera explícita y tener presente que no necesariamente se trata de una visión de emisor receptor en crudo, sino de procesos interactivos entre ambos, con la posible intervención de otro tipo de actores.

Un primer aspecto a considerar es que el concepto de transferencia de tecnología está evolucionando hacia una visión más amplia que engloba también el tema de transferencia de conocimiento. Con esto se incorporan otras dimensiones de transferencia además de la tecnológica, como la personal, social o cultural. Además, se incorporan también más objetos de transferencia, como el saber de los trabajadores o las publicaciones. Y se incorporan otros mecanismos de transferencia, además de las licencias, contratos de investigación o creación de empresas, por ejemplo, la formación o movilidad de personal (European Commission, 2009).

El proceso de transferencia de tecnología puede considerarse como el conjunto de acciones que se realizan para materializar el paso de la tecnología o el conocimiento desde su origen a su destino, con la participación de diversos actores y considerando distintas modalidades y en-

foques de transferencia, que generan distintas ventajas e inconvenientes (González Sabater, 2011).

Los actores directos que se involucran en el proceso pueden tener distintos roles. Para algunos, el rol fundamental es de proveedores, y para otros de receptores, pero por lo general hay procesos de interacción que generan información y conocimiento en las dos vías.

Pueden existir agentes con un rol de intermediarios, como aceleradores, facilitadores, dinamizadores o asesores de los procesos, que van desde entidades públicas hasta organizaciones empresariales o entidades privadas contratadas por las partes como consultores, asesores, abogados, despachos de propiedad intelectual, fundaciones, entre otros (González Sabater, 2011).

Según González Sabater (2011), hay diferentes maneras de entender las modalidades de transferencia de conocimiento y tecnología. Una clasificación posible es a partir del tipo de mecanismo de transferencia (acuerdos de licencia, cooperación técnica, asistencia técnica, creación de empresas de base tecnológica, por ejemplo). También pueden analizarse las modalidades según la vía de transferencia, sea directa (traspaso desde un creador a un receptor o mediante contacto directo sin intermediarios) o indirecta (con mediación de intermediarios, como distribuidores de equipo o reventa de patentes). También puede analizarse la modalidad de formalización de la colaboración (formal o informal). Según el enfoque de la transferencia puede hablarse de modalidades de acceso a la tecnología para receptores o de comercialización para proveedores. Se puede considerar también el ámbito geográfico (local, regional, nacional o internacional) y el tipo de contraprestación acordada (económica, en especie, alianzas que incorporen otros objetivos, por imperativo legal, o desinteresada). También se puede contemplar el entorno o alcance de la transferencia, sea microeconómico (transferencia entre particulares, empresas y entidades) o macroeconómico (transferencia entre países), cooperación al desarrollo (transferencia Norte-Sur o hacia países en vías de desarrollo).

Pensamiento latinoamericano sobre el cambio tecnológico

En esta sección se hace un breve repaso de los planteamientos teórico-conceptuales que se han generado en el pensamiento latinoamericano sobre el tema.

Siguiendo a Kuri (1995), se puede afirmar que el análisis del cambio tecnológico que realiza la escuela estructuralista-cepalina está estrechamente vinculado al proceso de desarrollo económico y social, pero basándose en las especificidades del caso latinoamericano desde la segunda posguerra. Se visualiza el cambio tecnológico como parte sustancial de la estrategia de desarrollo y, por ende, con fuertes posibilidades de influir –junto con otros elementos– en la determinación de dicha estrategia.

Existen dos etapas claramente diferenciadas en el pensamiento de la CEPAL. La primera, que corre desde sus inicios hasta los años setenta, es caracterizada por lo que se podría calificar de “pasividad tecnológica” tanto de los agentes internos (Estado y empresarios) como del pensamiento económico dominante. La segunda etapa comienza en los años ochenta y representa un viraje importante del Estado y parte del sector empresarial hacia una menor pasividad tecnológica. Se promueve lo que podría denominarse un “activismo tecnológico” como la forma idónea para que América Latina alcance niveles de productividad que le permitan competir en una economía mundial cada vez más abierta y globalizada. El pensamiento de la primera etapa fue desarrollado fundamentalmente por Raúl Prebisch y Aníbal Pinto, en el marco de sus planteamientos sobre la industrialización sustitutiva de importaciones, promovido para contrarrestar la enorme heterogeneidad estructural y fuerte proceso de concentración de los frutos del progreso técnico. La segunda etapa se refiere al pensamiento cepalino representado principalmente por los aportes de Fernando Fajnzylber, que otorga al desarrollo científico-tecnológico el papel de núcleo en torno al cual girarán los demás elementos del sistema en la búsqueda de un verdadero proceso de desarrollo económico y social (Kuri, 1995).

Un aspecto fundamental que resaltaba Prebisch, es que, ante la falta de ahorros para la inversión por parte del sector privado, se hacía necesaria la participación estatal. Se requerían a su criterio pautas bajo las cuales debía hacerse la transferencia de tecnología desde el exterior y mecanismos para atraer capitales externos, lo que se hacía indispensable para modernizar e industrializar la región (Kerner, 2003).

Se considera que la difusión, como fase de transferencia de tecnología, puede contribuir a la multiplicación de puntos de producción en diferentes sectores de la economía nacional. Con eso puede contribuir a la diversificación de gama de productos, y a la exportación de productos, así como a la generación de nuevas tecnologías. De esa forma, la transferencia de tecnología se convierte en una fuente de dinamismo para el crecimiento

económico del país, como elemento integrante de cualquier estrategia de desarrollo. Un papel fundamental juega la intervención reguladora del Estado, para asegurar que las empresas puedan usar, diversificar, difundir y desarrollar la información obtenida (Armenteros, 2004: 108).

Una de las críticas que hace Pinto es que se siguió fomentando la concentración de los frutos del progreso en países más desarrollados. Esto configuró un patrón de desarrollo tecnológico fundamentalmente imitativo y sin posibilidades de adaptación, por las limitaciones de las empresas locales y del Estado. Paralelamente, fue a la inversión extranjera a la que se le dio el papel de dinamizador tecnológico al permitirle el ingreso indiscriminado a los sectores de avanzada. Con esta combinación en el proceso de industrialización sustitutiva, se contribuyó a determinar la concentración de los frutos del progreso técnico y los mayores incrementos de productividad en los centros, lo que además no se vio acompañado por un descenso en los precios de los bienes manufacturados sino, al contrario, un aumento del ingreso por encima del de la productividad. De esa manera, como lo plantea Pinto (1965) los países centrales no solo retienen los frutos de su progreso técnico sino que también se llevan parte del de la periferia, ya que en esta el ingreso crece menos que la productividad.

Posteriormente, el autor plantea que el progreso técnico es un tema que adquiere su real dimensión cuando se analiza su evolución en un determinado contexto social e institucional, lo que significa, tener claro para qué, para quién y cómo se va a emplear el potencial tecnológico (Pinto, 1976).

En la segunda mitad de los años 1980 otros pensadores cepalinos siguen desarrollando el pensamiento sobre el cambio tecnológico. Fajnzylber argumenta que desde una perspectiva de mediano y largo plazo, la competitividad puede entenderse como la capacidad de un país para sostener y expandir su participación en los mercados internacionales, elevando simultáneamente el nivel de vida de su población. Para lograrlo, se requiere el incremento de la productividad, que a su vez exige la incorporación del progreso técnico. Para el autor las diferencias en la inserción internacional obedecen en medida importante a factores de carácter estructural y al uso que cada país hace de los instrumentos específicos de política económica e industrial (Fajnzylber, 1988).

El pensamiento cepalino moderno plantea el problema de la equidad como algo consustancial al de la competitividad, y postula que la solución para ambos depende del progreso técnico (Kerner, 2003). Además,

se recomienda que, paralelamente con el fomento de una mayor productividad de los sectores de alto desarrollo tecnológico, se apoye también a los demás sectores, en los cuales los requerimientos tecnológicos son mucho menores pero los resultados –en términos de una mayor homogeneidad social y productiva– probablemente sean mucho más efectivos que los del sector moderno exclusivamente (Pinto, 1989).

Racionalidad en el desarrollo e incorporación de tecnología y de conocimiento

En esta sección se estudia el abordaje de la transferencia de tecnología y conocimiento desde enfoques sistémicos. Se consideran los distintos actores y los factores que determinan las funciones del sistema relacionadas con la generación de conocimiento y tecnología y con los procesos de incorporación por parte de las empresas.

Se estudia a profundidad la forma en que se produce la generación de tecnología y de conocimiento, considerando los actores involucrados y el tipo de vínculos que se dan entre los distintos actores, tanto en el ámbito nacional como internacional.¹

Un argumento de partida es que la contribución de la tecnología al crecimiento económico solo se realiza cuando las nuevas tecnologías son ampliamente difundidas y usadas. La difusión responde a una serie de decisiones individuales, que muchas veces se toman en el marco de la incertidumbre. Se requiere, por tanto, estudios de los determinantes del crecimiento y de los factores que impulsan a los creadores y productores de nuevas tecnologías (Hall y Khan, 2002). Para esto, se hace necesario entender cómo distintos aspectos en el marco del sistema también afectan las capacidades de absorción de nuevas tecnologías.

En el nivel macro, normalmente la difusión de las tecnologías se da en procesos relativamente lentos. Pero es más la difusión que la innovación misma lo que determina los impactos de la tecnología en el crecimiento económico y en la tasa de cambio de la productividad. En la historia de la difusión de muchas innovaciones, se pueden observar dos características del proceso de difusión, la lentitud del proceso y las amplias variaciones en las tasas de aceptación de diferentes inventos (Rosenberg, 1972). Hay, entonces, particularidades en los procesos de difusión que se marcan

1 Ver capítulo 12, de Álvarez, Marín y Albis.

por la tasa de aceptación de las nuevas tecnologías y por el tiempo que tardan en difundirse masivamente.

En el proceso de difusión de las tecnologías generalmente se dan transformaciones significativas a la innovación original. De hecho, es un error tratar una innovación como si fuera un producto homogéneo bien definido y que entra a la economía en una fecha precisa o se vuelve disponible en un punto preciso en el tiempo. Por el contrario, las innovaciones más importantes se van consolidando a través de cambios drásticos en sus vidas, cambios que pueden, incluso transformar su significado económico. Las mejoras posteriores en una invención después de su primera introducción pueden ser mucho más importantes, económicamente, que la inicial disponibilidad de la invención en su forma original (Kline y Rosenberg, 1986).

En los enfoques sistémicos, un factor fundamental para la transferencia de conocimiento y de tecnologías son las capacidades de los diferentes actores. Las capacidades se refieren a las competencias de los agentes en términos de absorción y conectividad que apuntan a la generación y circulación de nuevo conocimiento. La capacidad de absorción del sistema puede ser considerada como “la habilidad para reconocer nueva información externa, asimilarla y aplicarla” (Cohen y Levinthal, 1989). Esta capacidad no está relacionada únicamente con la posibilidad de acceder al conocimiento existente en el ambiente, sino que también implica la habilidad de identificar el conocimiento útil y de generar nuevo conocimiento (Rivera, Robert y Yoguel, 2015). En el nivel macro, se puede hablar de capacidades nacionales, que resultan de los enlaces y sinergias entre las capacidades individuales de las empresas y otros actores sociales y que, por tanto, no son una simple adición de las capacidades empresariales desarrolladas de manera aislada.²

Como sugieren Rivera, Robert y Yoguel (2015), el proceso de generación de capacidades de absorción también podría analizarse desde el enfoque de construcción de rutinas (Nelson y Winter, 1982), de capacidades dinámicas (Teece y Pisano, 1994) y de competencias endógenas (Roitter *et al.*, 2007). Los autores también incorporan la idea de capacidad de conectividad, que está asociada al potencial con el que cuenta el sistema para establecer relaciones y generar interacciones con otros sistemas con el objetivo de incrementar su base de conocimiento.

La difusión puede ser vista como el resultado de una serie de cálculos individuales para sopesar los beneficios de la adopción de las nuevas

2 Ver capítulo 3, de Natera.

tecnologías versus los costos de adquirirlas (Hall y Khan, 2002). Tienen impactos en el proceso las decisiones tanto del lado de la demanda como de la oferta, que a su vez pueden ser influidas por decisiones de otros agentes indirectos.

Algunos de los costos o de los beneficios de la adopción de conocimiento o tecnología pueden ser no pecuniarios, por ejemplo, el costo del tiempo invertido para el aprendizaje y dominio de la nueva tecnología. Los beneficios recibidos podrían medirse en impactos en la rentabilidad, cuando se trata de empresas, pero también en el logro de otro tipo de objetivos, como el cumplimiento de normativa ambiental o laboral. Pero en general, como argumentan Hall y Khan (2002), un determinante fundamental para la adopción de tecnologías, son los beneficios esperados por quien las adopta.

El nivel de habilidad de los trabajadores y el estado del sector de bienes de capital son dos de los determinantes importantes de la difusión de una tecnología (Rosenberg, 1972). El autor argumenta que tanto los trabajadores como los bienes de capital son cruciales para la incorporación e implementación exitosa y la operación de una nueva invención. Para su éxito, es necesario el desarrollo de nuevas competencias por parte de los trabajadores. Rosenberg también enfatiza la importancia de la capacidad técnica de una industria para adopción. El desempeño del sector de bienes de capital suministrador es un determinante importante para la difusión, en tanto que la conceptualización inicial de una invención necesita de capacidades técnicas y habilidades para hacerlo comercialmente viable. Él identifica varios factores que son importantes en el lado de la oferta: las mejoras hechas a la tecnología después de su introducción, la invención de nuevos usos para la tecnología y el desarrollo de insumos complementarios, como las habilidades del usuario y otros bienes de capital. También señaló el papel de las mejoras inducidas en tecnologías antiguas que compiten con las nuevas, porque eso podría retrasar el cambio hacia las nuevas tecnologías.

Como sugieren Dosi (1988) y Pavitt (1984) a partir de evidencia empírica, las tecnologías y las industrias varían en cuanto a la cantidad de fondos invertidos en I+D, y la medida en que la I+D es la principal fuente de avance tecnológico, en contraste con aprender haciendo y usando. Por otra parte, los diferentes regímenes tecnológicos se fundamentan en distintas instituciones que rigen la investigación y la capacitación públicas y, en el mercado, las interacciones entre los productores. Dichas instituciones, junto con los actores corporativos involucrados, contribu-

yen a definir distintos sistemas sectoriales de innovación y producción (Malerba, 2002 y 2004).

Los procesos de adopción de nuevas tecnologías y conocimiento a menudo requieren de cambios organizacionales. Como se desprende de los estudios de Brynjolfsson y Hitt (2000), los frecuentes requerimientos de cambios organizacionales asociados con la adopción de innovaciones, especialmente cuando estos últimos son bienes de producción, representan un poderoso factor de retraso, tanto con respecto a la adopción como a la cosecha de sus beneficios económicos.

El proceso también involucra importantes dimensiones colectivas, incluidos los efectos secundarios del conocimiento, las externalidades de red, la evolución endógena de las preferencias y las conductas de manada (Dosi y Nelson, 2013).

Como argumentan Hall y Khan (2002), el entorno regulatorio y las instituciones gubernamentales, en general, pueden tener un poderoso efecto en la adopción de tecnología, a menudo a través de la capacidad de un gobierno para “patrocinar” una tecnología con efectos de red. La regulación económica tiene a menudo efectos de excluir la entrada y otorgar cuotas de mercado bastante grandes a los titulares, disminuyendo los incentivos para la innovación de reducción de costos pero también en muchos casos aumentando los beneficios de la innovación debido al pequeño número de empresas en el mercado. Los efectos exactos observados dependerán en parte de los mecanismos particulares de fijación de precios elegidos por el regulador. La adopción de nueva tecnología se ve afectada también por otros tipos de regulaciones, como la regulación ambiental.

Según González Sabater (2011), las motivaciones o razones, causas o factores que originan, impulsan y condicionan la transferencia de tecnología pueden tener diferentes dimensiones. Una dimensión son las ventajas e inconvenientes de la transferencia de tecnología para cada una de las partes. Esas pueden ser de tipo tecnológico, económico, estratégico (competitivo), comercial (de mercado), social o cultural. Otra dimensión son las actitudes de las partes para enfrentarse al proceso de transferencia de tecnología. También puede influir la utilización de instrumentos de apoyo o intervención de elementos dinamizadores como programas de financiación pública, disponibilidad de fuentes de información, canales de difusión, intermediarios, eventos de intermediación. La dinámica del contexto socioeconómico en que se sitúan las partes es otra dimensión a considerar, contemplando aspectos como el entorno competitivo, regulación gubernamental, tendencias sociales y la situación medioambiental.

Mecanismos de generación e incorporación de conocimiento y tecnología

En esta sección se analizan los distintos mecanismos para la generación e incorporación de tecnologías y conocimiento, resaltando los aspectos fundamentales de su funcionamiento.

González Sabater (2011) argumenta que existen ocho mecanismos formales de transferencia de conocimiento y tecnología, cada uno funcionando de manera distinta: cooperación tecnológica; asistencia técnica y servicios; movilidad de personal; creación de empresas; alianzas tecnológicas; adquisiciones y fusiones; compra y venta de bienes y equipo; y acuerdos de licencia.

La cooperación tecnológica se refiere a la colaboración en el marco de un proyecto de investigación y desarrollo (I+D) para generar nuevas tecnologías, productos o procesos. Contempla proyectos de I+D bajo contrato, en los que el receptor subcontrata al proveedor; y proyectos de I+D conjuntos o colaborativo en pequeños o grandes consorcios. En estos últimos, la tecnología es desarrollada en forma conjunta entre las partes, mediante una relación de socios (González Sabater, 2011). En este tipo de mecanismo, es claro que no aplica adecuadamente el concepto lineal de transferencia, pues en esencia hay un esfuerzo colaborativo entre los distintos actores.

El acuerdo de licencia consiste en la obtención de la autorización legal para la fabricación, uso y explotación comercial de tecnología y conocimiento protegidos mediante derechos de propiedad industrial e intelectual. Involucra categorías como las licencias de patente, diseño, software, marca y *know-how* (secreto industrial). También incluye las franquicias, con sus respectivas licencias conjuntas con todos los derechos de un negocio respecto de tecnología, marca, contactos comerciales y procedimientos de trabajo (González Sabater, 2011). Se trata de un mecanismo muy tradicional de obtener tecnología, basado en los derechos de propiedad. Aún en este tipo de casos, es probable que el receptor tenga que hacer modificaciones y que pueda retroalimentar al emisor, generando vínculos de cooperación que pueden ayudar a ir mejorando las tecnologías, en procesos de generación interactiva de nuevo conocimiento.

El mecanismo de asistencia técnica y servicios se refiere a la prestación de asesoramiento técnico y servicios especializados fuera de lo contemplado por derechos de propiedad o secreto industrial. La categoría de asistencia técnica comprende mecanismos de asesoramiento, consul-

toría, ingeniería, estudios y apoyo tecnológico. La categoría de servicios especializados contempla ensayos, análisis y certificaciones. También están las categorías de formación en áreas clave y de subcontratación industrial para la fabricación y suministro de componentes (González Sabater, 2011). Es de esperar que este tipo de mecanismos impliquen procesos de retroalimentación entre actores, por lo que no se visualiza necesariamente como un proceso lineal de transferencia.

Según González Sabater (2011), el mecanismo de movilidad de personal, como su nombre lo dice, consiste en la incorporación de personal experto o conocedor de áreas científicas o técnicas. Puede darse mediante incorporación permanente de personal (contratación) o mediante incorporación temporal (estancias o pasantías e intercambios). El mecanismo de creación de empresas consiste en la creación de empresas para la explotación comercial de una tecnología o conocimiento, contemplando el uso de derechos de propiedad y de conocimientos científicos y técnicos.

En el caso de compraventa de equipo y tecnologías de información y comunicación en forma de software o hardware comercial, la tecnología va oculta en forma de conocimiento y derechos de propiedad y la transferencia se produce con la mera compra o adquisición del activo. El contrato de compraventa suele incluir automáticamente, la concesión de las licencias no exclusivas de uso de la tecnología incorporada. La compra de bienes de equipo puede ser complementada con la prestación de servicios de carácter técnico u otros como el uso de instalaciones y formación del personal para el uso del equipo (González Sabater, 2011).

El mecanismo de fusión y adquisición contempla la transferencia de una empresa completa, incluyendo todos sus activos tangibles e intangibles intelectuales, humanos y comerciales. Se parte de una clara delimitación de los derechos de propiedad, de los conocimientos científicos y técnicos requeridos y de los bienes de equipo que se adquieren o fusionan (González Sabater, 2011).

El mecanismo de alianza tecnológica consiste en la colaboración entre las partes para compartir activos, riesgos, costos, beneficios, capacidades o recursos en torno al desarrollo y explotación de tecnología y conocimiento. Puede darse mediante la creación de una empresa a la medida (*joint venture*, o unión temporal de empresas), mediante la colaboración para la transferencia puntual de capacidades entre los socios, o mediante consorcios de I+D colaborativa, como la participación en programas públicos de I+D (González Sabater, 2011). En este mecanismo es también

claro que no se trata de un proceso lineal, sino de un proceso colaborativo, con muchos espacios de retroalimentación entre las partes.

En los procesos de generación y difusión de conocimiento y tecnología intervienen una serie de actores que tienen un peso fundamental como proveedores, aunque por lo general interactúan y reciben retroalimentación de otros actores. Los que predominan son las universidades, los organismos de investigación, los centros tecnológicos y las empresas que tienen capacidad de hacer innovación e I+D.

También pueden participar en los procesos algunas entidades que tratan de facilitar el desarrollo y transmisión de tecnología y conocimientos, como las oficinas de transferencia tecnológica, entidades financieras, parques tecnológicos, incubadoras de empresas, centros de emprendedurismo y otros entes que facilitan procesos de vigilancia tecnológica.

Además se puede identificar una serie de canales para la difusión de tecnología y conocimiento, a saber, las redes de contactos personales; las redes de transferencia tecnológica; portales web tecnológicos y de innovación; consultores tecnológicos, de innovación y de empresa; eventos; publicaciones especializadas; y entidades intermedias. Las redes de transferencia de tecnología son sistemas de información formalizados en torno a colectivos e individuales para la difusión entre sus miembros de oportunidades de tecnología y conocimiento. Los consultores tecnológicos, de innovación y de empresa son intermediarios privados que proporcionan asistencia tanto a proveedores como a receptores tecnológicos en el proceso de transferencia. Las entidades intermedias son entidades que por lo general son sin fines de lucro (públicas o semipúblicas), como oficinas de transferencia, parques tecnológicos, agencias de fomento o desarrollo, fundaciones, asociaciones o cámaras empresariales (González Sabater, 2011).

Desafíos para la generación e incorporación de tecnología y conocimiento

En esta sección se plantea una serie de desafíos para la adopción de tecnología y conocimientos en países latinoamericanos, presentando además las implicaciones de política.

Un gran desafío es lograr una comprensión generalizada de que tanto los procesos de innovación como los de absorción de tecnología y conocimiento son complejos y demandan la participación de múltiples

actores. No ayuda mucho resolver algunos temas de forma aislada, si no se atienden otros que son de vital relevancia. De ahí la necesidad de una visión sistémica de esos procesos para detectar los distintos factores que los favorecen o que los entorpecen. Parte de la complejidad se genera por el grado de especificidades que hay que considerar, para tener en cuenta los propósitos de las innovaciones y de la transmisión de tecnologías y conocimiento que se quieren impulsar. Los desafíos son distintos según sea la magnitud de las innovaciones y el grado de novedad de las mismas, la heterogeneidad por sectores, zonas geográficas y tamaño de empresas.

Un gran desafío es lograr una comprensión generalizada de que tanto los procesos de innovación como los de absorción de tecnología y conocimiento son complejos y demandan la participación de múltiples actores. No ayuda mucho resolver algunos temas de forma aislada, si no se atienden otros que son de vital relevancia.

Un desafío de gran envergadura es el de generar políticas e instrumentos funcionales para la realidad de los países en desarrollo. No es conveniente copiar indiscriminadamente instrumentos exitosos en países más desarrollados, si estos no se adaptan adecuadamente al contexto institucional y a las características fundamentales del aparato productivo de los países de la región.

Un desafío central es el de generar una noción clara de cómo se desarrollan y se difunden las tecnologías y el conocimiento que se quieren promover. Como se desprende de los estudios de Lam (1999), la taxonomía del conocimiento puede ser muy amplia. El gran reto es comprender cómo se desarrolla el conocimiento nuevo y cómo son los procesos de aprendizaje para atinar con los instrumentos que se diseñan para fomentar la generación y absorción de las innovaciones que requieren ese conocimiento.

Otro desafío que involucra a distintos actores, es el de considerar adecuadamente las barreras institucionales que pueden afectar los procesos de generación y difusión de tecnología y conocimiento. Las reglas del juego son determinantes, y si no se consideran adecuadamente, pueden llevar a que políticas muy bien intencionadas, fracasen en el logro de los objetivos (Orozco, 2017). También está el desafío obvio de aumentar la inversión que se hace en los países latinoamericanos en ciencia, tecnología e innovación. Uno de los retos, como lo afirman Crespi y Dutrénit (2014), es que en Latinoamérica la escala de inversión sigue siendo muy

baja y las políticas de ciencia, tecnología e innovación no se articulan adecuadamente con las políticas productivas. De ahí el desafío de invertir en políticas de CTI, pero hacerlo bien.

Hay varios temas de gran relevancia que también plantean desafíos específicos. El primero se refiere a la creación de capacidades para los diferentes actores del sistema de innovación, y en particular, para las empresas que deben incorporar nuevo conocimiento y tecnología. El gran desafío para los países latinoamericanos es el de crear y reforzar las capacidades humanas para la innovación y la creación y absorción de conocimiento. Eso implica retos fundamentales de política para la creación de programas de entrenamiento, de reforzamiento de vínculos universidad-empresa, y para reforzar los distintos mecanismos de generación y difusión de tecnología y conocimiento.

Teniendo en cuenta la gran relevancia de las interacciones para la generación y difusión de tecnologías y conocimiento, se convierte en un desafío la necesidad de generar plataformas de colaboración y de intercambio de información. Podrían establecerse programas de cooperación que fomenten el intercambio, asesoramiento y el establecimiento de vínculos entre pares, involucrando países más desarrollados, pero también una visión de cooperación Sur-Sur entre los países de la región.

También es un desafío mejorar los mecanismos de financiación y evaluación de programas para la generación y difusión de conocimiento y tecnología. No es suficiente con generar mayor financiamiento si no se hace una adecuada evaluación de los impactos reales de esas inversiones.

Katz (1999) afirma que el desafío para comprender el comportamiento tecnológico de una determinada sociedad pasa por examinar tres dimensiones, fuertemente interrelacionadas, a saber, el proceso de aprendizaje que toma forma en el contexto de la firma individual; la especificidad de los “regímenes tecnológicos” sectoriales; y el tercero es de carácter macro y está asociado a las organizaciones, marcos regulatorios, instituciones (en el sentido de hábitos de comportamiento) y políticas públicas, que una determinada sociedad exhibe en el campo de la ciencia y la tecnología. Según el autor, en los tres planos resulta factible identificar fuerzas que inciden sobre cómo la sociedad se organiza para generar, adaptar y utilizar nuevas tecnologías en los diversos campos productivos. El desafío está entonces en comprender ese fenómeno a la hora de evaluar la mayor o menor eficacia con que un país, región, rama de industria, gestiona lo innovativo y tecnológico.

Un desafío de gran envergadura es el de entender las particularidades de las empresas pequeñas y medianas, en especial las de naturaleza familiar. Como afirma Katz, para ese tipo de empresas la adopción de nuevas conductas tecnológicas e innovativas tras la apertura y desregulación de la economía ha sido lenta, difícil y fragmentaria, tanto por una serie de fallas de mercado asociadas a la presencia, en materia tecnológica, de indivisibilidades, inapropiabilidades y retornos crecientes a escala, como por dificultades para financiar la modernización de sus instalaciones productivas y los costos relacionados al cambio tecnológico.

En resumen, hay un gran reto no solo para las empresas, sino también en el marco de las políticas públicas. Hay un claro desafío en la investigación sobre políticas de innovación y de adopción de tecnología y conocimiento, que debe partir de la necesidad de un enfoque evolutivo y sistémico que permita adaptarlas según van cambiando las circunstancias. El reto está en identificar una mezcla de políticas e instrumentos, propiciando la participación colaborativa de distintos actores. La diversidad de instrumentos es amplia y debe considerar una serie de especificidades geográficas, sectoriales y por tamaño de empresa.

Bibliografía

- Armenteros, María del Carmen y Vega, Caridad (2004). “La innovación tecnológica: Condicionamiento e impacto social”. En Balladares, M. (ed.), *Tecnología y sociedad*. La Habana: Félix Varela.
- Arocena, Rodrigo y Sutz, Judith (2003). “Learning divides, social capital and the role of the universities”. First Globelics Conference, 4-8 de noviembre, Río de Janeiro.
- Audretsch, David; Lehmann, Erik; Link, Albert y Starnecker, Alexander (2012). “Introduction: Technology Transfer in the Global Economy”. En Audretsch, David; Lehmann, Erik; Link, Albert y Starnecker, Alexander (eds). *Technology Transfer in a Global Economy*. Nueva York: Springer.
- Battistella, Cinzia; De Toni, Alberto F. y Pillon, Roberto (2016). “Inter-organizational technology/knowledge transfer: a framework from critical literature review”. *Journal of Technology Transfer*, vol 41, n° 5.

- Borrás, Susana y Edquist, Charles (2013). "The Choice of Innovation Policy Instruments". CIRCLE Electronic Working Papers, 4. Lund, Sweden: Centre for Innovation, Research and Competence in the Learning Economy (CIRCLE), Lund University.
- Brynjolfsson, Erik y Hitt, Lorin M. (2000). "Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance". *Journal of Economic Perspectives*, vol. 14, n° 4, pp. 3-48.
- Burachik, Gustavo (2000). "Cambio tecnológico y dinámica industrial en América Latina". *Revista de la CEPAL*, n° 71.
- Chaminade, Cristina y Edquist, Charles (2010). "Rationales for public policy intervention in the innovation process: A systems of innovation approach". En Smits, Ruud; Kuhlmann, Stephan y Shapira, Philip (ed.), *The Theory And Practice of Innovation Policy. An International Research Handbook*. Cheltenham: Edward Elgar. Disponible en: <https://doi.org/10.4337/9781849804424.00012>
- Cohen, Wesley y Levinthal, Daniel (1989). "Innovation and learning: the two faces of R & D". *The Economic Journal*, vol. 99, n° 397, pp. 569-596.
- Crespi, Gustavo y Dutrénit, Gabriela (2014). "Introduction to Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience". En Crespi, Gustavo y Dutrénit, Gabriela, *Science, Technology and Innovation Policies for Development*. Nueva York: Springer. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-319-04108-7_1.
- Dosi, Giovanni (1984). *Technical change and industrial transformation*. Londres: Macmillan.
- (1988). "The nature of the innovative process". En Dosi, Giovanni; Freeman, Christopher; Nelson, Richard; Silverberg, Gerald y Soete, Luc (eds.), *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- Dosi, Giovanni y Nelson, Richard (2013). "The evolution of technologies: an assesment of the state of the art". *Eurasian Business Review*, vol. 3, n° 1.
- European Commission (2009). *Metrics for Knowledge Transfer from Public Research Organisations in Europe. Report from the European Commission's Expert Group on Knowledge Transfer Metrics*. Bruselas: European Commission. Disponible en: http://ec.europa.eu/investinresearch/pdf/download_en/knowledge_transfer_web.pdf.

- Fagerberg, Jan (1994). "Technology and international differences in growth rates". *Journal of Economic Literature*, vol. 32, n° 3, pp. 1147-1175.
- Fajnzylber, F. (1988). "Competitividad internacional: evolución y lecciones". *Revista de la CEPAL*, n° 36.
- Foley, Duncan K. y Michl, Thomas R. (1999). *Growth and Distribution*. Cambridge: Harvard University Press.
- Gee, Sherman (1981). *Technology Transfer, Innovation and International Competitiveness*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- González Sabater, Javier (2011). *Manual de Transferencia de Tecnología y Conocimiento*, 2da edición. Dublín: The Transfer Institute.
- Hagedoorn, John (1990). "Organizational modes of inter-firm co-operation and technology transfer". *Technovation*, vol 10, n° 1.
- Hall, Bronwyn (2005). "Innovation and diffusion". En Fagerberg, Jan; Mowery, David C. y Nelson, Richard R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Hall, Bronwyn y Khan, Beethika (2002). "Adoption of New Technology". *New Economy Handbook*. Berkeley: University of California.
- Hidalgo, Antonio (2006). *Mecanismos de transferencia de tecnología y propiedad industrial entre la universidad, organismos públicos de investigación y las empresas*. Madrid: Colección EOI Tecnología e Innovación.
- Hidalgo, Antonio; León, Gonzalo y Pavón, Julián (2002). *La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones*. Madrid: Pirámide.
- Holland, Márcio y Gabriel Porcile (2005). "Brecha tecnológica y crecimiento en América Latina". En Cimoli, Mario (ed.), *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Katz, Jorge (1987). "Domestic technology generation in LDC's: a review of research findings". En Katz, Jorge (ed.), *Technology generation in Latin American manufacturing industries*. Hong Kong: Macmillan Press.
- (1999). *Cambio tecnológico en América Latina en los años noventa*. Serie Reformas Económicas. Santiago de Chile: CEPAL.
- Kerner, Daniel (2003). "La CEPAL, las empresas transnacionales y la búsqueda de una estrategia de desarrollo latinoamericana". *Revista de la CEPAL*, n° 79, pp. 85-99.

- Kiper, Mahmut (2012). "Technology Transfer and the Knowledge Economy". En Yülek, Murat y Taylor, Travis (eds.), *Designing Public Procurement Policy in Developing Countries: How to Foster Technology Transfer and Industrialization in the Global Economy*. Nueva York: Springer.
- Kline, Stephen y Rosenberg, Nathan (1989). "An Overview of Innovation". En Landau, Ralph y Rosenberg, Nathan (eds.), *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*, pp. 275-304. Washington: National Academies Press.
- Kuri, Armando (1995). "El cambio tecnológico en los análisis estructuralistas". *Revista de la CEPAL*, n° 55.
- Lam, Alice (1999). "Tacit Knowledge, Organisational Learning and Societal Institutions: An Integrated Framework". Paper presented in the Conference on National Innovation System, Industrial Dynamics and Innovation Policy, Danish Research Unit for Industrial Dynamics (DRUID), junio 9-12, Rebild, Denmark.
- Malerba, Franco (2002). "Sectoral systems of innovation and production". *Research Policy*, vol. 31, n° 2, pp. 247-264.
- (ed.) (2004). *Sectoral system of innovation: Concepts, issues, and analyses of six major sectors in Europe*. Cambridge/Nueva York: Cambridge University Press.
- Melkers, Julia; Bulger, Daniel y Bozeman, Barry (1993). "Technology transfer and economic development". En Bingham, Richard y Mier Robert (eds.), *Theories of local economic development: Perspectives from Across the Disciplines*, pp. 232-247. Newbury Park: Sage.
- Mensch, Gerhard (1979). *Stalemate in Technology*. Cambridge, Mass: Ballinger Publishing Company.
- Molero, José (2008). "La transferencia de tecnología revisitada: conceptos básicos y nuevas reflexiones a partir de un modelo de gestión de excelencia". *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, vol. 184, n° 732, julio-agosto, pp. 637-651. Disponible en: <http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/212/213>.
- Nelson, Richard y Winter, Sidney (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.

- Nelson, Richard y Pack, Howard (1997). "The asian miracle and modern growth theory". World Bank Policy Research Working Paper, n° 1881.
- Orozco, Jeffrey (2017). "Políticas para promover la innovación: reflexiones para países en desarrollo". En Orozco, Jeffrey; Segura, Olman y Alonso, Suyen (eds.), *Políticas Económicas para el Desarrollo Sostenible*. Washington: Global South Press.
- Pavitt, Keith (1984). "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory". *Research Policy*, vol. 13, n° 6, pp. 343-373.
- Pérez, Carlota (1983). "Structural Change and the Assimilation of New Technologies in the Economic and Social system". *Futures*, vol. 15, n° 5, pp. 357-375.
- (1985). "Micro-electronics, Long Waves and World Structural Change". *World Development*, vol. 13, n° 3, pp. 441-463
- Pinto, Aníbal (1965). "Concentración del progreso técnico y de sus frutos en el desarrollo latinoamericano". *El Trimestre Económico*, vol. 32, n° 125.
- (1976). *La CEPAL y el problema del progreso técnico, América Latina: una visión estructuralista*. México, D.F.: UNAM, Facultad de Economía.
- (1989). "Notas sobre industrialización y progreso técnico en la perspectiva Prebisch-CEPAL". *Pensamiento iberoamericano*, n° 16.
- Rivera, Miguel; Robert, Verónica y Yoguel, Gabriel (2015). "América Latina, cambio tecnológico y complejidad de instituciones: los dilemas no resueltos del desarrollo económico". *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, vol. 40, n° 157.
- Roessner, J. David (2000). "Technology transfer". En Hill, Christopher (ed.), *Science and technology policy in the US. A time of change*. Londres: Longman.
- Roitter, Sonia; Erbes, Analía; Yoguel, Gabriel; Delfini, Marcelo y Pujol, Andrea (2007). "Conocimiento, organización del trabajo y empleo en agentes pertenecientes a las tramas productivas automotriz y siderúrgica". Documento de trabajo.
- Rosenberg, Nathan (1972). "Factors Affecting the Diffusion of Technology". *Explorations in Economic History*, vol. 10, n° 1, pp. 3-33. Reimpreso en Rosenberg, Nathan (1976), *Perspectives on Technology*, pp. 189-212. Cambridge: Cambridge University Press.

- (1976). *Perspectives on technology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- (1994). *Exploring the black box: Technology, economics, and history*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Teece, David (1977). “Technology transfer by multinational firms: The resource cost of transferring technological know-how”. *The Economic Journal*, vol. 87, n° 346, pp. 242-261.
- Teece, David y Pisano, Gary (1994). “The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, n° 3, pp. 537-556.

Bibliografía recomendada

- Fagerberg, Jan (1994). “Technology and international differences in growth rates”. *Journal of Economic Literature*, vol. 32, n° 3, pp. 1147-1175.
- González Sabater, Javier (2011). *Manual de Transferencia de Tecnología y Conocimiento*, 2da edición. Dublín: The Transfer Institute.
- Hall, Bronwyn y Khan, Beethika (2002). “Adoption of New Technology”. *New Economy Handbook*. Berkeley: University of California.
- Kline, Stephen y Rosenberg, Nathan (1989). “An Overview of Innovation”. En Landau, Ralph y Rosenberg, Nathan (eds.), *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*, pp. 275-304. Washington: National Academies Press.
- Rosenberg, Nathan (1972). “Factors Affecting the Diffusion of Technology”. *Explorations in Economic History*, vol. 10, n° 1, pp. 3-33. Reimpreso en Rosenberg, Nathan (1976), *Perspectives on Technology*, pp. 189-212. Cambridge: Cambridge University Press.

Capítulo 12

Innovación, internacionalización y cadenas globales de valor

Isabel Álvarez, Raquel Marín* y Nadia Albis***

* Universidad Complutense de Madrid -

** Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), Sede Montería

Introducción

En las últimas décadas del siglo XX comenzó a definirse un proceso de internacionalización creciente de los flujos económicos, mercantiles y financieros, conocido, generalmente, como globalización, y que permite analizar los efectos sobre el cambio tecnológico y la innovación en un plano más amplio. El incremento de los intercambios comerciales, acompañado por la internacionalización creciente del factor capital y el vertiginoso avance de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) han coadyuvado a definir un nuevo mapa internacional de las actividades económicas y tecnológicas con una dinámica sin precedentes. Estos tres aspectos resultan ser clave en la comprensión del proceso y su interrelación tiene una especial importancia a la hora de entender la internacionalización del conocimiento científico, tecnológico y de los procesos de innovación.

A lo largo de este capítulo se abordan las formas de internacionalización tecnológica, así como el protagonismo que han alcanzado las empresas multinacionales (EMN) en la definición de estrategias de innovación sobre bases internacionales y en la determinación del patrón internacional de las cadenas de valor regionales y globales. Estas formas de internacionalización de la actividad económica y tecnológica son de interés para gobiernos y académicos, por cuanto el objetivo de competitividad sigue estando presente en las bases que definen las distintas políticas de

cambio estructural necesario para hacer avanzar las economías hacia un proceso sostenible de desarrollo.

Con ello, en la siguiente sección se presentan las diferentes formas en que se manifiesta la internacionalización de la tecnología; a continuación se muestra la relevancia de las empresas multinacionales en la difusión internacional del conocimiento tecnológico. Luego se presentan las consecuencias de la reestructuración de las actividades productivas e innovadoras sobre bases internacionales, en que la cadena global de valor ha ganado protagonismo y, seguidamente, se aborda el papel crucial que juega la creciente difusión de las tecnologías de la información y comunicación. El capítulo concluye con una serie de desafíos.

La internacionalización de la tecnología

El trabajo de Daniele Archibugi y Jonathan Michie (1995) se ha convertido con el paso de los años en una referencia obligada a la hora de explicar y entender la internacionalización de la tecnología y de la innovación. Es más, en unos momentos como los actuales, en los que una nueva fase de desarrollo de las TIC parece haberse establecido entre nosotros para quedarse, en lo que ha venido a denominarse la era digital, la elevada complejidad de la tecnología hace que las fuentes de información y de conocimiento puedan situarse en cualquier parte del mundo, bien sea una institución o bien un individuo, y su búsqueda, asimilación y adaptación requieren la internacionalización de organizaciones y actores innovadores. Las formas de internacionalización de la tecnología son las de “explotación internacional”, “colaboración internacional” y “generación internacional”, que pasan a describirse en los siguientes tres apartados.

La internacionalización de la tecnología: una taxonomía

La taxonomía desarrollada por Archibugi y Michie en 1995 tiene como objetivo esclarecer las diferentes vías por las que se internacionaliza la tecnología. A continuación, se define cada una de ellas, indicándose los principales agentes económicos involucrados en el proceso y las contribuciones teóricas al respecto.

1) *Explotación y comercialización internacional*. Esta primera vía de internacionalización comprende el comercio internacional de productos y servicios con tecnología incorporada, la producción en el exterior de bienes

que incorporan tecnologías diseñadas y desarrolladas en el país de origen, y la cesión de derechos de propiedad intelectual a no residentes, como son las licencias y las patentes. Entre los actores responsables de este proceso se encuentran las empresas nacionales y multinacionales, así como individuos con estrategias rentistas. Este tipo de internacionalización encuentra justificación teórica en trabajos pioneros tales como los de Posner (1961) y Vernon (1966 y 1979).

2) *Colaboración científica y tecnológica internacional*. La segunda forma en que se internacionaliza la tecnología comprende la colaboración en proyectos de I+D de investigadores o centros de investigación de distintos países, la movilidad internacional de investigadores, científicos y estudiantes, y las alianzas estratégicas y subcontratación de actividades de I+D. Los agentes económicos involucrados en este tipo de internacionalización son universidades y centros de investigación, tanto públicos como privados, y empresas nacionales y multinacionales. Entre los principales trabajos al respecto, cabe destacar los de Archibugi y Michie (1995) y Archibugi y Filipetti (2015).

3) *La generación internacional de tecnología*. Esta tercera vía que define la globalización de la innovación incluye el desarrollo de actividades tecnológicas y de I+D en diversos países, la adquisición de empresas extranjeras con actividades de I+D y el establecimiento de nuevas facilidades de I+D en el extranjero (inversión *greenfield* en actividades de I+D). En este caso, el único actor capaz de desarrollar este tipo de actividades a escala global es la empresa multinacional. La justificación teórica de este tipo de internacionalización se encuentra, entre otros, en Dunning (1973 y 1980), Cantwell (1989) y Narula y Dunning (2000).

Fuente: elaboración propia basada en Archibugi y Michie (1995) y Narula y Zanfei (2004).

Explotación y comercialización

Esta forma es entendida más como la consecuencia que la causa de la expansión de los flujos comerciales de mercancías que se iniciara hacia el último cuarto del siglo XX. Obedece a la dualidad que conforman la innovación y la difusión, y es consecuencia de la presencia de países innovadores en los que surgen las innovaciones tecnológicas que se expanden internacionalmente entre los países seguidores. Se trata, por lo tanto, de un mecanismo de mercado según el cual la internacionalización de las innovaciones se da gracias a los intercambios comerciales entre países.

Son diversas las contribuciones teóricas que soportan, desde los años sesenta, esta forma de internacionalización tecnológica. En la teoría del gap tecnológico, Posner (1961) argumenta que las diferencias en la disponibilidad de conocimiento tecnológico son el principal factor determinante en la definición del patrón y la dirección del comercio internacional. El argumento central es que la condición de monopolio que disfruta el (país) innovador, se sostiene en el tiempo mientras que persista el gap tecnológico o brecha que separa a los innovadores y seguidores. De esta forma, el comercio internacional permitiría concebir teóricamente una situación de distribución más equitativa de las innovaciones en el contexto mundial.

Por su parte, en Vernon (1966) se proporciona una explicación del comercio internacional, y también de la inversión directa extranjera, apoyada en la teoría del ciclo de vida del producto: en la fase de innovación o introducción en el mercado de un nuevo producto, la producción aún no está estandarizada y es exclusivamente nacional. En fases más avanzadas, tales como las de crecimiento y madurez del producto, prima la búsqueda de economías de escala en la estrategia de los productores, lo que vendría a explicar el inicio de la internacionalización a través de ventas al extranjero mediante exportaciones. Por último, en la fase de declive o estandarización del producto, la internacionalización se hace más intensa, pudiendo sumarse, a la vía comercial, el establecimiento de facilidades de producción en otros países o inversión extranjera directa (IED), lo que permite una mayor proximidad al mercado final. Una cuestión relevante es que tanto los procesos productivos como los gustos de los consumidores cambian con el tiempo y en función de la renta, explicándose así el hecho de que las estrategias empresariales de internacionalización difieran según el momento, entre la fase de lanzamiento y la de estandarización del producto. Sin embargo, este marco teórico aludía a que las economías de escala de la investigación y desarrollo (I+D) se mantienen, entendiéndose que esta es una actividad estratégica que permanece centralizada en la casa matriz. En una versión revisada del mismo autor (Vernon, 1979), el análisis se centra en la estructura industrial, mientras que las fases respondían a la construcción y mantenimiento del oligopolio por parte de las EMN, propiciando las bases para una explicación dinámica del crecimiento empresarial, su internacionalización y la relación con la innovación tecnológica.

Estos planteamientos teóricos vienen a subrayar la idea de que la dotación de tecnología es un factor determinante del proceso de inter-

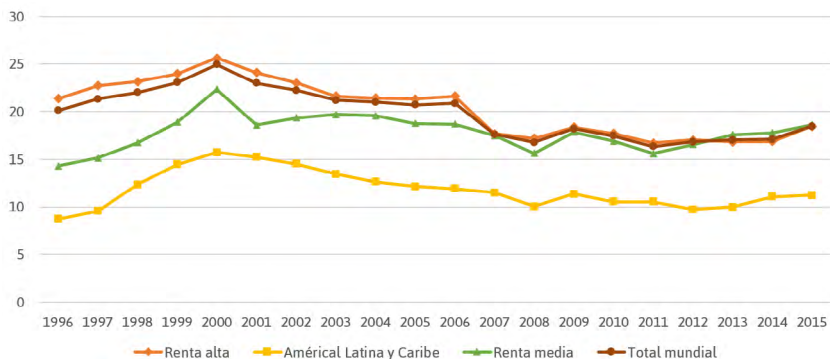
nacionalización –comercial y de movimientos internacionales del factor capital. También es común a ambos la existencia de una brecha tecnológica que se define entre aquellas economías que estarían en mejor posición para desarrollar una base productiva centrada en industrias con mayor valor añadido –de bienes intensivos en tecnología, por ejemplo–, lo que define su capacidad de inserción en los mercados internacionales más avanzados, así como una especialización comercial que resultaría ventajosa a efectos de la relación real de intercambio. Tales economías se especializarían en producir y exportar productos intensivos en tecnología, mientras que aquellas de menor desarrollo industrial y tecnológico pasarían a adquirirlos en el comercio internacional y a adaptar la transferencia de tecnología incorporada en los mismos. Por lo tanto, esta es una forma de internacionalización que obedece a la propia dinámica del mercado, y cuya valoración y comparación se realiza a través de los indicadores convencionales de importaciones y exportaciones de mercancías. El gráfico 1 describe la evolución seguida en las últimas dos décadas por las exportaciones de bienes manufacturados con alto componente de tecnología, como los equipos eléctricos y electrónicos, los instrumentos de precisión, los productos químicos y farmacéuticos. Se puede apreciar que el grupo de países de renta media muestra un comportamiento positivo, llegando el valor de este indicador a ser de casi un 20%, tendencia en la que no acompañan América Latina y el Caribe (ALC).

Igualmente ocurre al comparar el indicador de exportaciones de bienes TIC (gráfico 2), que incluyen productos como computadoras y equipos periféricos, equipos de comunicación, componentes electrónicos y equipos electrónicos de consumo. En la distribución de estas exportaciones con alto contenido tecnológico, el grupo de países de renta media ostenta claramente la posición protagónica mientras que la de ALC se sitúa a la mitad del promedio de ese grupo.

Adicionalmente, la explotación internacional de tecnología también incluye el comercio de derechos de propiedad intelectual, cuyo volumen se ha triplicado entre 2000 y 2016, según la información suministrada por el Banco Mundial. El *Manual de balanza de pagos del Fondo Monetario Internacional*, sexta edición, establece y recopila las estadísticas correspondientes a los pagos y recibos por derechos de propiedad intelectual entre residentes y no residentes, entre los que se incluyen patentes, marcas, *copyrights*, procesos y diseños industriales y franquicias, así como el uso de acuerdos de licencias, productos originales y prototipos (derechos sobre obras literarias, manuscritos, software, trabajos cinematográficos

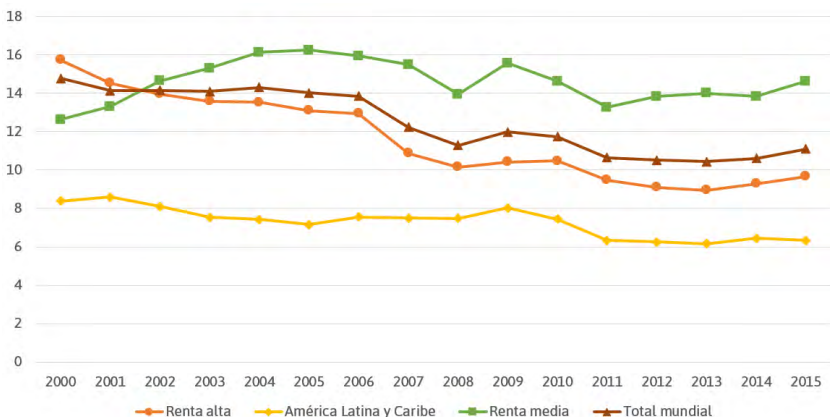
y discos) al igual que otros relacionados con televisión, cable y emisiones vía satélite.

Gráfico 1. Exportaciones de alta tecnología, como porcentaje del total de manufacturas



Fuente: Banco Mundial, World Development Indicators (21/11/2017).

Gráfico 2. Exportaciones de bienes TIC, porcentaje del total de bienes exportados



Fuente: Banco Mundial, World Development Indicators (21/11/2017).

Colaboración científica y tecnológica

La creciente complejidad que caracteriza los avances científicos y tecnológicos en la actualidad es uno de los aspectos clave para explicar por qué las relaciones de colaboración se han convertido en el mecanismo más propicio para superar las limitaciones de escala de la I+D que definen la magnitud de la inversión, así como la diversidad de fuentes de información y de conocimiento. También por medio de la colaboración se alcanza una mejor distribución del riesgo de los proyectos, cuya geografía ha ido desdibujando las fronteras nacionales. Por estas razones, la colaboración internacional es la segunda forma de internacionalización y se presenta tanto en ciencia como en tecnología.

La colaboración científica, por una parte, permite concebir una mejora relativa de la participación de los científicos de un país en las redes internacionales mediante el acceso a conocimientos geográficamente distantes. En este sentido, la evidencia se construye sobre la base de la coautoría de los trabajos científicos entre autores de distintos países, y los resultados muestran que la distancia geográfica que separa a los científicos juega a favor de una mayor colaboración internacional en ciencia. Por otra parte, también la colaboración internacional se plasma en la generación de conocimiento que tiene lugar de manera compartida por agentes de más de un país, como es el caso de las patentes en copropiedad, o bien de la innovación tecnológica que se genera gracias al empleo de formas colaborativas entre empresas de un país y agentes en el extranjero.

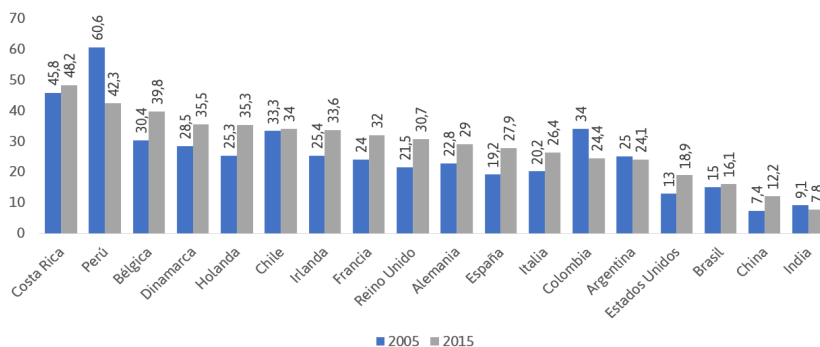
En el ámbito de la colaboración científica, frente al notable crecimiento de los flujos internacionales de comercio o de inversión, es más modesta la producción científica que resulta de la colaboración internacional en ciencia. De hecho, el ascenso de las publicaciones en coautoría no permite afirmar que se esté asistiendo a una verdadera globalización científica, siendo más bien el resultado de la evolución individual de las disciplinas del conocimiento (Hennemann, Rybski y Liefner, 2012). No obstante, la colaboración internacional en ciencia aumenta el acceso a más y diversos recursos, siendo la movilidad internacional un aspecto que ha recibido una atención creciente en las décadas recientes (Archibugi y Filipetti, 2015; Flanagan, 2015), habida cuenta de los beneficios de red que puede generar la *circulación internacional de cerebros* y la transformación de ideas en conocimiento productivo.

Por su lado, la colaboración tecnológica o en innovación, adopta su forma de expresión a través de consorcios en los que se vinculan empre-

sas para llevar a cabo proyectos de tal envergadura que individualmente serían inalcanzables.¹ En este sentido, cabe encontrar alianzas tecnológicas entre empresas, así como proyectos conjuntos en los que se estimula la cooperación público-privada cuando, por ejemplo, confluyen empresas junto a centros de la Administración pública. Los indicadores disponibles revelan que la coinvencción o patentes de propiedad de agentes de más de un país es menor que la colaboración en ciencia.

Algunos indicadores permiten corroborar la creciente importancia de los procesos de colaboración científica y técnica. Entre 1990 y 2008, se duplicó el número de alianzas estratégicas o *joint ventures*,² siendo los sectores industriales, materiales y de alta tecnología los que han tenido una mayor participación en tales formas colaborativas (MARC, 2009). Por otra parte, es evidente la creciente importancia de la colaboración científica: entre 2005 y 2015, la tasa de colaboración basada en la coautoría de artículos con autores de múltiples países ha crecido significativamente en China, Estados Unidos, España, Reino Unido y Costa Rica (gráfico 3). También ha sido espectacular el crecimiento alcanzado desde finales de los años noventa en la proporción de patentes resultado de la invención en cooperación con socios externos.

Gráfico 3. Colaboración científica internacional como porcentaje de los documentos creados localmente, 2005 y 2015



Fuente: OCDE, 2017.

1 Ver el capítulo 11, de Orozco.

2 Estos son acuerdos de colaboración entre dos o más agentes para desarrollar un proyecto o lograr una finalidad común, para lo cual cada una de las partes contribuye con recursos (que pueden ser económicos, técnicos, etcétera), sin que haya lugar a la creación de una nueva persona jurídica.

Generación internacional de tecnología

Tal como se adelantó previamente, a la generación de tecnología y de innovaciones sobre bases internacionales contribuyen fundamentalmente las empresas internacionalizadas y las EMN. Por su propia naturaleza, las EMN extienden su organización más allá de las fronteras nacionales del país de origen, que pueden desarrollar funciones de I+D tanto en la matriz como en los países en los que establecen unidades de producción; esto es, en las empresas filiales o subsidiarias. De ahí que las empresas de capital extranjero sean uno de los agentes que se incorporan al análisis de los sistemas nacionales de innovación, cuyo efecto relativo dependerá de la importancia que alcancen las funciones que desempeñen en las economías huésped.

En las explicaciones teóricas pioneras, al amparo de la teoría ecléctica o paradigma OLI, John Dunning recurría a la combinación de ventajas de propiedad (*ownership*), localización (*location*) e internalización (*internalization*), como elementos definitorios de las ventajas competitivas que explicarían el surgimiento de las EMN (Dunning, 1973). Los activos tecnológicos, así como la cualificación y las capacidades gerenciales de los cuadros directivos, constituían algunas de las ventajas de propiedad clave para entender cómo las empresas se convertían en EMN. Al tiempo, las fallas de mercado explicarían la opción de internalización (Williamson, 1975), y tienen como base la existencia de costes de transacción y el riesgo que implicaría para la empresa dejar en manos del mercado algunos activos estratégicos tales como la I+D. Las imperfecciones de mercado tienen, ciertamente, una naturaleza bien transaccional bien estructural, asentándose en estas últimas los trabajos al amparo de la economía de la innovación que examinan el papel de las EMN en la generación de tecnología sobre bases internacionales (Archibugi y Michie, 1998). En efecto, el mercado no siempre es un mecanismo eficiente en las transacciones relacionadas con los activos intangibles tales como el marketing, la tecnología o las capacidades gerenciales, lo que puede inducir la internalización de estas actividades, permitiendo así minimizar los costes de transacción en los que incurre la organización al coordinar este tipo de actividades (Buckley y Casson, 1976 y 1985). Por último, existen ventajas de localización que van unidas a las características de los países receptores de la IED, tales como las asociadas a la dotación favorable de factores, ya sea recursos naturales ya sea factor trabajo a bajo coste, y a la disponibilidad de activos científicos y tecnológicos que bajo el pa-

raguas de centros de excelencia se convierten en un gran atractivo para las empresas extranjeras a la hora de decidir el lugar de establecimiento.

La evidencia demuestra que las EMN son responsables de la mayor parte del gasto en I+D empresarial³ y, por lo tanto, sus decisiones de localización condicionan la distribución geográfica mundial de la I+D. En este sentido, los potenciales efectos positivos sobre la capacidad innovadora del país o del territorio receptor, así como su mayor y más ventajosa integración en las redes productivas globales, vienen a justificar los esfuerzos nacionales de atracción de los centros de I+D de las EMN, tal como se señala en Cantwell y Piscitello (2002). Dos cambios han acompañado la creciente internacionalización de la I+D: por un lado, la mayor relevancia de las actividades de I+D de alcance global, frente a las estrictamente ligadas a la adaptación del producto o proceso al contexto local; y, por otro, la nueva distribución geográfica en la que se aprecia el posicionamiento y la mayor importancia los países asiáticos (Carlsson, 2006; Edler, 2008).

Según datos de la OCDE (2015) sobre la localización de las cien mayores empresas en I+D del mundo, las filiales que realizan I+D se concentran en Japón y Estados Unidos. A estos dos países se suman Francia y Reino Unido cuando se consideran las doscientas cincuenta mayores empresas en I+D, mientras que es notable la distancia que separaría las posiciones de España, Brasil y México, en los que se localizan el 6%, 3,5% y 1,3% de las filiales, respectivamente.

Aunque no puede evidenciarse que exista un patrón claro de relación entre este indicador y el esfuerzo nacional en I+D, sí que se observa que en aquellos países en los que existe un sistema de innovación más consolidado,⁴ con mayores niveles de gasto en I+D en relación con su PBI, es menor el peso relativo de la I+D que generan las empresas extranjeras (gráfico 4). De hecho, de los cinco países europeos en los que este indicador presenta valores superiores a 50% (Hungría, Irlanda, y República Checa) realizan un esfuerzo en I+D inferior a 1,5% de su PBI. Por su parte, en países tales como Turquía o Japón, la I+D extranjera está por debajo del 10%, aunque sus esfuerzos nacionales están en posiciones bien distantes (en Turquía es algo superior al 0,5% del PBI y en Japón está por encima

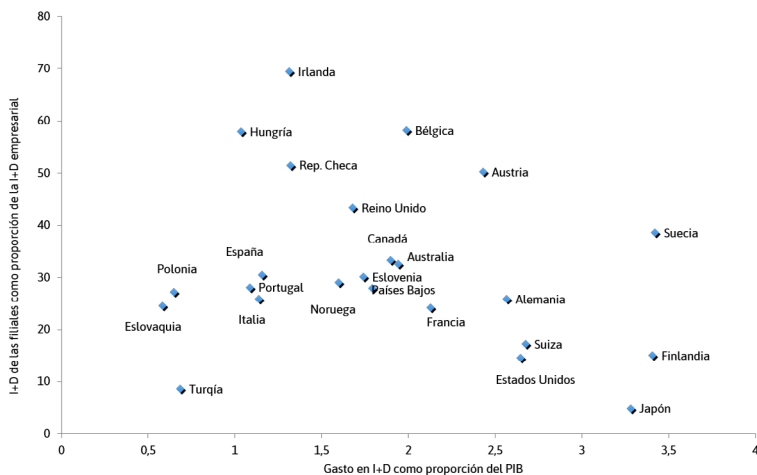
³ Las multinacionales contribuían a la mitad del gasto mundial en I+D y con aproximadamente dos tercios del gasto empresarial en I+D (UNCTAD, 2005). Asimismo, representaron alrededor de un tercio del gasto empresarial en I+D en algunos países de la OCDE, alcanzando niveles superiores al 20% en países como Francia, Alemania, Países Bajos e Italia; entre 30% y 50% en Canadá, España, Polonia y Suecia; y más del 50% en países como el Reino Unido, Austria, Irlanda y Eslovaquia (Dachs *et al.*, 2014).

⁴ Ver el capítulo 5, de Erbes y Suárez.

del 3%). Con todo, el peso que alcanza la I+D realizada por empresas extranjeras en los países receptores, lleva a afirmar que estas son agentes relevantes en el contexto de la política de innovación y, más particularmente, en la definición de acciones encaminadas a generar o reforzar las capacidades nacionales que hacen posible la generación de potenciales efectos sinérgicos y favorables que de este aspecto pueden derivarse.

Al tiempo, la colaboración en I+D con otras empresas, así como con universidades y centros públicos de I+D, se ha vuelto un elemento cada vez más importante en las estrategias de innovación de las empresas, a lo que acompaña el concepto de innovación abierta (Chesbrough, 2003). También este proceso es aplicable al caso específico de las filiales de empresas multinacionales que realizan actividades de I+D en países distintos del de la matriz. De hecho, la posibilidad de acceder a conocimiento externo mediante la colaboración con centros de excelencia internacionales se confirma como uno de los factores explicativos de la internacionalización de la I+D empresarial (OCDE, 2011).

Gráfico 4. Gasto en I+D de las filiales de empresas multinacionales extranjeras (en porcentaje del gasto en I+D empresarial) y esfuerzo nacional en I+D, 2013



Fuente: elaboración propia basada en OCDE, 2015.

Nota: Los datos de República Checa y Hungría hacen referencia al año 2009, los de Polonia, Australia, Eslovenia y Finlandia corresponden a 2011 y los datos de Suiza y Países Bajos, a 2012.

La empresa multinacional y la internacionalización de la innovación

La teoría ecléctica (Dunning, 1973 y 1980) es una de las aproximaciones más consolidadas para la comprensión de las estrategias y consecuencias de las EMN en la literatura económica de la segunda mitad del siglo XX, siendo además la que ha sido objeto del mayor número de intentos de traducción empírica. En esta línea, una aportación crucial es la concepción dinámica del modelo ecléctico (Dunning y Narula, 1996), en la que se da cabida a las especificidades sectoriales y nacionales, así como a la diversidad de motivaciones de la IED, que van desde la búsqueda de recursos, a la ampliación del mercado y ganancias de eficiencia, hasta la búsqueda de activos estratégicos, entre los que se incluye el conocimiento.

Si bien tradicionalmente prevalecía la centralización en la casa matriz de la EMN de las actividades estratégicas, tales como las de I+D, en las últimas décadas parece haberse configurado un nuevo escenario en el que es mayor la tendencia a la generación internacional de tecnología, lo que se expresa por medio del papel más activo concedido a las empresas subsidiarias en cuanto a creación tecnológica, los procesos de fusiones y adquisiciones, así como a la naturaleza pluridisciplinar del conocimiento generado en las organizaciones multinacionales. Sin embargo, la evidencia empírica nos confirma la existencia de diferencias entre los países, justificándose así la inclusión de los sistemas nacionales de innovación (SNI) como elemento clave de este marco analítico confiriéndole un lugar prioritario al componente institucional en la comprensión del fenómeno. La definición de las estrategias tecnológicas de las empresas extranjeras en función de las características del SNI de acogida así como las formas que adopta la interacción entre las empresas extranjeras y los elementos del sistema, son algunas cuestiones clave de la investigación en este campo.

La relación fundamental, por lo tanto, es la que se define entre innovación e internacionalización, así como las implicaciones que tiene para las políticas de innovación en distintos ámbitos de decisión. Por este motivo, existe una variedad de aproximaciones al problema analítico, de métodos de investigación y fuentes de información, lo que claramente ha contribuido a enriquecer el fenómeno y su comprensión: desde la modelización formal de las relaciones a los estudios cuantitativos en los que se utiliza la información estadística procedente de fuentes oficiales (estadísticas de I+D; datos de patentes; o encuestas de innovación) hasta el recurso a los estudios de caso de empresas multinacionales y el análisis de los conglomerados de actividades industriales innovadoras.

La cuestión clave es que, incluso en aquellas EMN en las que se opta por centralizar la I+D y el grueso de las actividades innovadoras en la casa matriz, también se realiza algún tipo de actividad tecnológica en las subsidiarias o filiales. A este respecto, aunque las empresas subsidiarias en el extranjero estén orientadas básicamente a la producción, es habitual que igualmente acometan actividades tecnológicas de adaptación a los requerimientos del mercado local, así como las vinculadas al propio funcionamiento de los establecimientos. En el estudio de los determinantes de la internacionalización de la I+D, los aspectos relacionados con la transferencia de tecnología han ocupado un lugar central,⁵ entendiéndose como aquel proceso directo que, con carácter internacional, tiene lugar en el interior de la EMN, esto es, entre la casa matriz y las filiales y, por otro, el que tiene lugar de forma indirecta, entre las empresas subsidiarias extranjeras y las empresas nacionales. A los determinantes y los efectos de tales procesos dedicaremos los dos siguientes apartados.

Determinantes de la internacionalización de la I+D

Históricamente, la IED estuvo escasamente orientada hacia países subdesarrollados, contradiciendo el postulado teórico de la teoría neoclásica convencional mediante el cual la movilidad del factor capital se explicaría fundamentalmente por la dotación y escasez relativa del mismo (Mundell, 1957). Bien al contrario, la tendencia dominante en las primeras décadas de globalización era la concentración de la actividad de las EMN en los países industrializados de renta alta, siendo estos tanto emisores como receptores mayoritarios de IED. De hecho, la distribución mundial de IED mostraba una alta concentración en los países de la triada (Estados Unidos, Europa y Japón), lo que obligó a cierto distanciamiento de la propuesta neoclásica basada en la dotación relativa de los factores y a recurrir a explicaciones en el marco de la competencia imperfecta que enfatizan las ventajas del oligopolio. Lo que se afirmaba es las fuentes de crecimiento oligopolista se asientan en las habilidades en marketing y tecnología, las cuales generaban un efecto dinámico y acumulativo en la expansión de las EMN que vendría a explicar ese patrón de comportamiento geográfico de la IED (Streten y Lall, 1977).

5 Ver capítulo 11, de Orozco.

Por su parte, en el marco ecléctico, los aspectos tecnológicos están relacionados con las ventajas de propiedad de las EMN, tanto por su relación con los cambios que acontecen en la estructura organizativa de una empresa que opera en el exterior como por el proceso de aprendizaje de las filiales en países extranjeros (Dunning, 1973 y 1980). De ahí que cuando la tecnología se eleva a factor explicativo fundamental del proceso de internacionalización, las perspectivas analíticas se orientan o bien a la comprensión de las estrategias empresariales para organizar la generación internacional de capacidades tecnológicas según la estructura de la industria o bien a una aproximación de corte más institucional, centrada en los efectos tecnológicos de la IED en las economías locales.

La cuestión es si también se transfieren, de manera combinada, activos intangibles como tecnología y habilidades de gestión. La idea original consistió en hacer endógena la tasa de cambio técnico de las regiones más atrasadas, en función de su exposición al capital extranjero (Findlay, 1978). El argumento básico es que la tasa de cambio tecnológico en las regiones atrasadas estaría positivamente relacionada con la apertura a la inversión extranjera, esto es, se incrementa a medida que las actividades de empresas extranjeras estén más presentes en la economía local debido a la mayor eficiencia y capacidad tecnológica de estas. No obstante, la dificultad residía en asumir que esa dinámica podría llegar a compensar totalmente la brecha tecnológica de partida, con la excepción de aquellos casos en los que se diesen circunstancias muy específicas (Katz, 1976).

En el desarrollo de la teoría de la EMN, el análisis de la inversión norteamericana en Europa fue esclarecedor del comportamiento de las empresas extranjeras en los mercados locales, la importancia de las oportunidades tecnológicas y la posibilidad de discriminación por sectores industriales (Cantwell, 1989). De hecho, las diferencias sectoriales permiten la existencia de “círculos virtuosos” a consecuencia de la IED recibida en aquellas industrias en las que las empresas locales cuentan previamente con probadas capacidades tecnológicas.⁶ Por el contrario, tenderán a consolidarse “círculos viciosos” cuando las empresas extranjeras gocen de una manifiesta superioridad tecnológica frente a las domésticas, llegando a acaparar parte del mercado de estas últimas. Tales resultados han dado paso al estudio de los condicionantes locales en la formación de aglomeraciones o *clusters* de alta tecnología, así como a

6 Ver capítulo 3, de Natera.

destacar el papel determinante de la proximidad geográfica en la formación de tales conglomerados industriales (Cantwell y Ianmarino, 2003).

Tiene todo el sentido, por lo tanto, que se haya ido consolidando una línea de trabajos en la que se combina el estudio de la internacionalización con el de la innovación, suficientemente adecuada para explorar las relaciones de las EMN con los SNI. Lo que se acepta de manera generalizada es que las estrategias de internacionalización de las empresas están crecientemente condicionadas por la búsqueda de activos estratégicos, tales como aquellos basados en el conocimiento, la dotación de infraestructuras y los centros locales de investigación científica y desarrollo tecnológico (Narula y Dunning, 2000). La función de las subsidiarias se orientaría así hacia la acumulación de recursos y capacidades de la organización internacional, y no solo a la explotación de los recursos propios. De hecho, las actividades innovadoras de las empresas extranjeras pueden tener un efecto positivo directo en el SNI del país huésped porque contribuyen a los resultados tecnológicos agregados y a su internacionalización (Cantwell y Molero, 2003).

La dualidad entre la centralización y descentralización de las actividades de I+D

La localización de las actividades innovadoras de las EMN se ve afectada tanto por fuerzas centrípetas como por fuerzas centrífugas que condicionan que la EMN centralice dichas actividades en el país de origen o las descentralice en diferentes localizaciones (Narula y Zanfei, 2004). Entre los principales factores que favorecen la centralización se encuentra el carácter estratégico de las actividades de I+D, la explotación de economías de escala y la necesidad de proteger el conocimiento tecnológico ante posibles fugas de conocimiento. Al tiempo, existen otros factores como los elevados costes de control, coordinación y comunicación de actividades innovadoras dispersas geográficamente, que favorecen la concentración de las actividades de I+D.

Por el contrario, estos costes pueden verse compensados cuando las oportunidades tecnológicas en los contextos locales son elevadas. Por el lado de la oferta, los beneficios de adquirir recursos complementarios en diversos y heterogéneos SNI promueven la descentralización de las actividades innovadoras, como pueden ser el acceso a activos estratégicos críticos, como personal altamente calificado, e infraestructuras científicas y tecnológicas avanzadas. La descentralización de las actividades de I+D también se encuentra motivada por factores de demanda como la adaptación de los productos o procesos a las condiciones de los mercados locales.

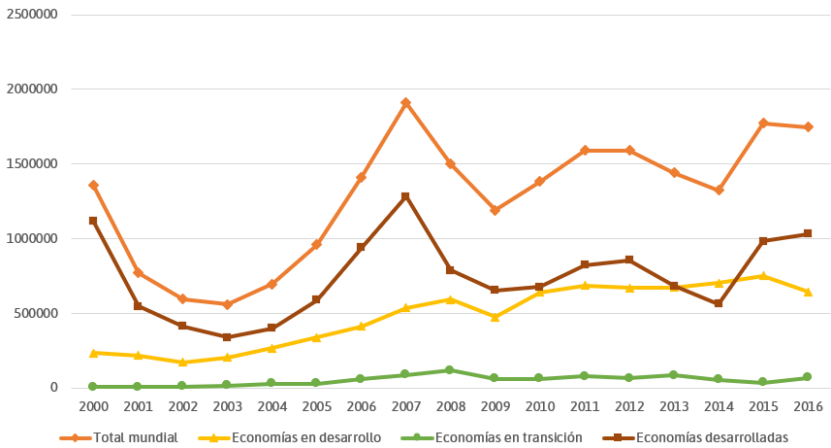
Además, en los últimos años se ha asistido a un cambio en la localización de la IED que también tiene connotaciones en la comprensión de la relación que vincula EMN e innovación tecnológica. Las estadísticas de la UNCTAD permiten comprobar como el peso de las economías en desarrollo ha ido ganando terreno a las economías desarrolladas, equiparando la distribución mundial de estos flujos (gráfico 5). Y, aunque en menor medida, también se ha asistido a una localización de centros de I+D de las EMN en los países en desarrollo.

Estos cambios no se aprecian tan notablemente en el origen de la IED, sustentando los países más desarrollados el papel predominante. Sin embargo, la información de la UNCTAD permite afirmar que también se ha dado una mayor multinacionalización de las empresas procedentes de países en desarrollo, habiéndose más que triplicado su peso en la IED mundial desde comienzos del siglo XXI (gráfico 6). Si bien la participación mayoritaria responde a empresas emergentes de países asiáticos y, en particular, de China, es notable la relevancia alcanzada por las conocidas como “empresas multilatinas” en la economía mundial. De hecho, pese a la desventaja que muestran las multilatinas, al ser más pequeñas que las EMN de otros países, son ya quince las que figuran en la lista de las mayores cien empresas no financieras procedentes de países en desarrollo (UNCTAD, 2017; Casanova y Miroux, 2017).

Entre los factores que han propiciado esta situación se encuentran las reformas promercado de finales de los ochenta y principios de los noventa en la región, las cuales incrementaron significativamente el nivel de competencia al reducir la regulación, y liberalizar la entrada de empresas extranjeras e impulsar un proceso de privatización de empresas estatales y de liberalización de precios (Cuervo-Cazurra, 2008). Este entorno más abierto también fomentó una reestructuración de las empresas latinoamericanas que mejoraron sus capacidades competitivas, tanto en el nivel nacional como en el internacional, mediante la compra de tecnología o el establecimiento de alianzas con empresas extranjeras (Cuervo-Cazurra, 2002; Kotabe *et al.*, 2000). A este respecto, cabe reseñar que como consecuencia de las reformas de los años noventa en varios países de América Latina y el Caribe (ALC) se asistió a procesos de desindustrialización de las economías y, con ello, al incremento de la pobreza y la redistribución regresiva del ingreso, la desarticulación de las cadenas de valor y el retroceso de la participación de industrias con mayor contenido de conocimiento. La apreciación a añadir al respecto es, por lo tanto, que si bien las multilatinas constituyen un cambio importante en

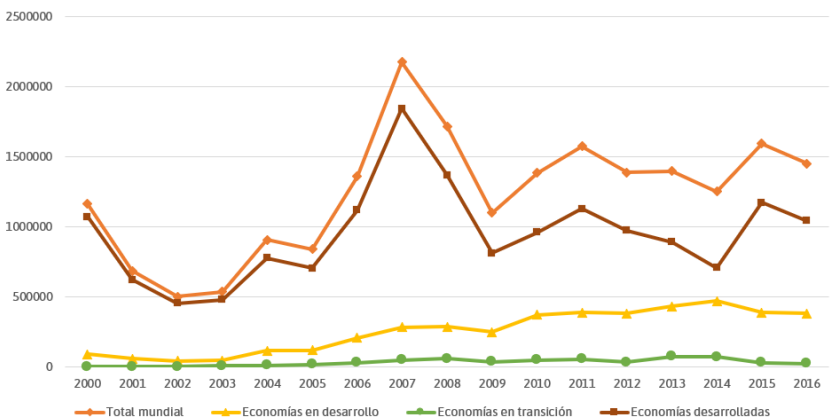
el comportamiento de la IED en la región, no han logrado desarrollar la masa crítica necesaria para generar los procesos de cambio estructural que permitan superar las persistentes restricciones internas y tampoco las restricciones externas, lo que permitiría sumar a los países de la región en la deseada senda de desarrollo sostenible.

Gráfico 5. Distribución mundial de los flujos de IED, según destino



Fuente: UNCTAD, FDI Statistics (22/3/2018).

Gráfico 6. Distribución mundial de los flujos de IED, según origen



Fuente: UNCTAD, FDI Statistics (22/3/2018).

Efectos de la internacionalización de la innovación

La combinación de ventajas de propiedad y de localización contribuyó a alentar nuevas líneas de investigación acerca de los efectos externos de la IED en las economías huéspedes, tales como, en primer lugar, el aumento de la competencia. A este respecto, el establecimiento de una EMN, que es relativamente más eficiente que las empresas domésticas, introduce un nuevo elemento de competencia en la industria local. Por su parte, con el objetivo de evitar la pérdida de cuotas de mercado, las empresas domésticas se verán inducidas a la actualización de sus capacidades productivas y tecnológicas.

Otra explicación acerca de los efectos en las economías locales es aquella que se centra en las relaciones interindustriales. Más allá del incremento de la competencia, Markusen y Venables (1999) desarrollan un modelo de equilibrio parcial en el que se considera la posibilidad de que las EMN impulsen el desarrollo de la industria local. El argumento central es que las empresas extranjeras se convierten en complementarias de la industria local, y no necesariamente en sustitutas, por su capacidad para la generación de relaciones “aguas arriba” y “aguas abajo” con las empresas locales. El incremento de la demanda de bienes intermedios motivado por la presencia de las EMN puede intensificar las economías de escala, generando efectos positivos sobre la reducción de costes y el aumento de beneficios.

En cuanto a la transferencia internacional de tecnología, hay que tener en cuenta la que tiene lugar en el interior de las empresas, entre la casa matriz y las filiales, cuyo aspecto fundamental es el grado de novedad que incorpora la tecnología que desarrollan las empresas filiales y, en segundo lugar, la que es posteriormente transferida al país de origen (Mansfield y Romeo, 1980). Una concepción dinámica del problema resulta necesaria si se atiende a los resultados de los estudios de caso de tecnologías desarrolladas por filiales de Estados Unidos de América en el extranjero, que señalan cómo la transferencia de tecnología entre filial y matriz se da en un lapso que en promedio es de cuatro años en los países desarrollados, que es aún superior y puede llegar a ser casi el doble en los países en desarrollo.

Junto a la transferencia de tecnología, la imitación y la mejora de eficiencia de las empresas locales también se han destacado entre los efectos que pueden generar la presencia de EMN en las economías locales. La realización de mayores esfuerzos conducentes a la innovación por parte

de las empresas locales, les concedería también una mayor capacidad de absorción de los potenciales efectos positivos de derrame –o *spillovers*– motivados por la presencia de capital extranjero. Sobre esto último, sin embargo, la evidencia disponible no es del todo concluyente. De hecho, si bien la difusión del cambio técnico a escala internacional se ha reconocido como uno de los efectos favorables de la internacionalización de las EMN, estos apenas se han incorporado en los modelos formales, de naturaleza predominantemente estática (Nelson, 1968; Mansfield, 1969). En otros trabajos, realizados mayoritariamente desde la perspectiva de los países en desarrollo, se insistía tempranamente en la necesidad de incluir los factores organizativos e institucionales en el análisis de las posibilidades que ofrecían las economías de acogida (Vaitsos, 1977).

Con todo, es necesario realizar una clara diferenciación entre los denominados efectos directos de las EMN en las economías huésped, tales como el aumento del volumen de I+D, la cualificación del capital humano, y la generación de mayores conexiones con el exterior, y los efectos indirectos que están relacionados con la generación de externalidades o efectos de *spillovers* de conocimiento, a lo que contribuye, por ejemplo, la movilidad de personal entre empresas. Más allá de los estudios de casos, sigue estando en desarrollo una metodología que permita acercarse a la medición de los flujos de tecnología que efectivamente tiene lugar entre EMN y empresas locales (Veugelers y Cassiman, 2001). En los estudios empíricos sobre efectos externos de derrame, que tienen en cuenta la transferencia de tecnología en la explicación de la mejora de eficiencia de las empresas locales, escasamente se utilizan indicadores de transferencia tecnológica.⁷ Muchos han incorporado la información que procede de las patentes –a partir de los trabajos de Jaffe, Trajtenberg y Henderson (1993) y Verspagen (1997), entre otros– y las citas de patentes para medir la existencia de flujos intersectoriales de conocimiento. También en esta línea se encuentran los trabajos realizados a partir de la información sobre transferencia de tecnología que proporciona la Encuesta Europea de Innovación (*Community Innovation Survey*, CIS). Por ejemplo, uno de los trabajos pioneros que integra un análisis multivariante de la probabilidad de transferir tecnología al entorno local sobre la muestra de empresas innovadoras en Bélgica, confirmaba que es más probable que las empresas extranjeras cuenten con una base de I+D y obtengan la tecnología a partir de fuentes internacionales (Veugelers y Cassiman, 2001), y que es

7 Ver capítulo 11, de Orozco.

menos probable que las empresas extranjeras transfieran la tecnología a las locales. De ahí que un aspecto muy relevante es la pertenencia de las empresas locales a redes internacionales, lo que vendría a facilitar su acceso a la tecnología internacional. La intensidad y alcance de los efectos generados por las EMN dependen en buena medida, por lo tanto, de las capacidades tecnológicas locales.

Algunas investigaciones orientadas a la comprensión del papel de las EMN en la generación de conocimiento tecnológico, su difusión y el efecto último en la mejora del bienestar, están centradas en la búsqueda de los mecanismos que explican la decisión de la empresa para centralizar o descentralizar la I+D entre las subsidiarias y en la exploración de las capacidades de expandir los activos de conocimiento de la forma más efectiva (Sanna-Randaccio, 2002). El resultado es que cuando prevalece la opción descentralizadora, resulta plausible esperar que los flujos tecnológicos se generen en ambas direcciones, desde la matriz a la subsidiaria y viceversa. En este marco, de hecho, se subrayan las implicaciones organizativas y los efectos que en el nivel de beneficios de las EMN tiene la opción de descentralización (Sanna-Randaccio y Veugelers, 2003). En particular, se analizan las condiciones de equilibrio cuando una EMN le asigna un papel activo de I+D a una subsidiaria, en tanto estas pueden convertirse en fuente del conocimiento y saber-hacer disponible localmente y, simultáneamente, puede debilitarse la apropiación efectiva de la tecnología de la sede central. Sobre la base de un modelo de teoría de juegos, en estos trabajos se muestra el papel crítico de la gestión de *spillovers* tecnológicos internos y externos a la organización y el reconocimiento de la relevancia de las capacidades de absorción empresarial.

Planteamientos más recientes en el seno de la teoría de la EMN actualizan los postulados convencionales que se desarrollaron inicialmente al amparo de la teoría del comercio internacional para comprender la internacionalización empresarial y, en particular, la emergencia de las empresas multinacionales. En los últimos años se han venido asentando nuevos planteamientos que reclaman a las subsidiarias como la unidad de análisis fundamental, atendiendo a la heterogeneidad que caracteriza a estas unidades en su funcionamiento dentro del grupo empresarial y en conexión con el entorno en el que desenvuelven su actividad fuera del país de la casa matriz. El hecho es que aspectos tales como el acelerado cambio tecnológico y las cambiantes circunstancias de la competencia internacional hacen de la innovación un elemento básico de la estrategia competitiva empresarial. Es por ello que una rama creciente

de la literatura presta especial atención a las estrategias de las EMN y, en particular, al papel de las subsidiarias en la construcción de las ventajas competitivas de la corporación sobre la base del mercado internacional, resaltando la retroalimentación entre la innovación y la internacionalización empresarial como un canal preferente para el aprendizaje empresarial. Las conexiones internacionales de las subsidiarias contribuyen también en los países en desarrollo a fortalecer y profundizar el proceso global de generación y difusión de conocimiento tal como se explica en Marín y Arza (2010).

Las estrategias de búsqueda de mercado y eficiencia predominan en las filiales que siguen un mandato de explotación de competencias, por lo que queda limitada la I+D a la adaptación de productos y procesos a las condiciones locales, y los flujos de conocimiento desde la casa matriz son inferiores. Por el contrario, la búsqueda de activos estratégicos suele prevalecer en aquellas subsidiarias con mandato de creación de competencias, otorgándoles la casa matriz un papel activo en la generación y desarrollo de innovaciones tecnológicas.

El proceso relevante es la relación mutua que liga el alcance de las innovaciones y la internacionalización del mercado como principales canales para el aprendizaje de las subsidiarias, y cómo estas unidades pueden ganar nuevas competencias dentro del grupo de la EMN alcanzando mandatos más creativos, frente a mandatos de explotación de competencias previamente creados en la matriz de la EMN. Esto tiene implicaciones directas para aumentar los canales internacionales de aprendizaje e indirectamente en términos de efectividad del desarrollo del país de acogida o huésped (Álvarez y Cantwell, 2011). Igualmente, también es posible la existencia de efectos indirectos a través de diversas vías, desde la demostración de buenas prácticas a los potenciales efectos de derrame que pueden hacer mejorar los procesos de aprendizaje de competidores y proveedores (Görg y Strobl, 2001; Narula, 2003). En todo caso, la valoración que justificaría *a priori* los esfuerzos de los gobiernos de diferentes latitudes por atraer inversiones foráneas reside en los potenciales efectos positivos en términos de productividad y, por ende, de competitividad. No obstante, tales efectos no son automáticos ni se generan en el vacío, y tampoco son similares en todas las localizaciones sino que, por el contrario, son bastante dependientes del contexto, y es más probable que ten-

gan lugar en el marco institucional más propicio y en que hay probadas capacidades científicas y tecnológicas (Meyer, Mudambi y Narula, 2011).

Ante la existencia de posibles externalidades positivas que puede generar en el contexto local la presencia de empresas extranjeras tecnológicamente activas e innovadoras, la consecuencia teórica es que el beneficio social superaría al privado y quedaría justificada una intervención pública que persiga el objetivo de maximizar tales beneficios. Una de las vías es la de promocionar una mayor integración de las empresas extranjeras en el SNI, y tener un mejor conocimiento de cuáles son las conexiones que esas empresas mantienen o pueden llegar a mantener con el resto de agentes del sistema. De ahí que sea interesante contar con un diagnóstico de las características de las redes de colaboración que desarrollan las empresas extranjeras innovadoras. Dos motivos fundamentales justifican que se ponga el acento en fomentar la colaboración en I+D de las empresas extranjeras: primero, la posibilidad de reforzar procesos de aprendizaje mutuo, lo que puede tener efectos positivos en el desarrollo de capacidades tecnológicas nacionales y en términos de competitividad. Y segundo, el hecho de que un mayor arraigo de la I+D de las multinacionales hace menos probable el riesgo de deslocalización, creando las condiciones necesarias para que la subsidiaria pueda ampliar sus competencias y llegar a convertirse en un centro de excelencia internacional en el seno de la cadena de valor global de la multinacional.

A tales efectos, la colaboración se perfila como un elemento crítico que permite aumentar la base de conocimiento de las subsidiarias y generar competencias dinámicas, relacionadas con su capacidad de adaptación a las nuevas estrategias empresariales y los cambios tecnológicos globales, a la vez que puede derivar en una mayor integración de estas empresas en los sistemas regionales de innovación.

Las cadenas globales de valor y la innovación tecnológica

El comercio mundial ha experimentado profundos cambios en las últimas décadas. Tales cambios se han visto reflejados en una reorganización de las actividades productivas de las empresas a través de estrategias de externalización y subcontratación internacional, que han dado como resultado una creciente fragmentación y deslocalización de la provisión de bienes y servicios, organizada en lo que se ha denominado en la

literatura especializada como cadenas globales de valor (CGV) (Chesnais, 1988; Gereffi *et al.*, 2005).

La CGV comprende el conjunto de actividades necesarias para ofrecer un producto o servicio, desde su concepción hasta su uso final, incluyendo actividades de diseño, producción, comercialización, soporte y servicios de posventa al consumidor final, y tienen la peculiaridad de desarrollarse en diferentes localizaciones.

Entre las principales razones explicativas de este proceso de deslocalización de la producción están los avances en las TIC o la reducción de los costes de transporte, consideraciones estratégicas asociadas con el aprovechamiento de la dotación de factores y capacidades, el acceso a mercados e infraestructuras física y tecnológica, o consideraciones de demanda relacionados con los patrones de consumo y que requieren, cada vez más, una mayor calidad de los productos intermedios y finales (Mudambi, 2008; Schmitz y Strambach, 2009).

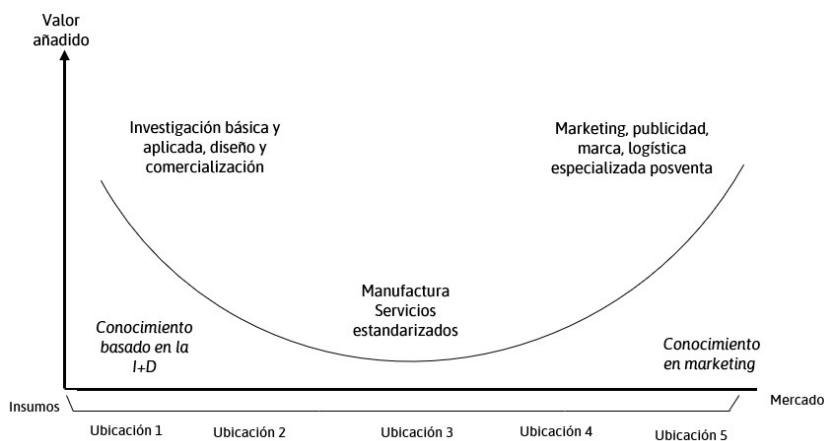
La cuestión es dilucidar de qué forma estos procesos de producción globales, en los que interactúan proveedores locales y empresas globales líderes –en su mayor parte EMN– afectan a la construcción de capacidades tecnológicas, la difusión de conocimiento y las posibilidades de escalamiento de las empresas en la cadena de valor (*upgrading*). Esto tiene especial interés en el caso de los países de menor desarrollo relativo, cuyas empresas, bajo ciertas circunstancias, pueden beneficiarse del acceso privilegiado a mercados, conocimientos y competencias que en otros casos no habrían podido alcanzar (Ernst, 2008; Pietrobelli y Rabelloti, 2007 y 2010; Lema, Quadros y Schmitz, 2015; Mancini, 2016).

La internacionalización de los procesos productivos y la innovación tecnológica

La creación de valor en este tipo de arreglos organizativos generalmente se distribuye a lo largo de los diferentes eslabones del proceso de producción, dibujando una curva que adopta forma de sonrisa, en que las actividades intensivas en la aplicación de conocimiento y creatividad se localizan en los extremos de la cadena (Mudambi, 2007 y 2008). La figura 1 ilustra este fenómeno, mostrando cómo las actividades de mayor valor añadido se sitúan en el extremo superior izquierdo, tales como las

basadas en el conocimiento científico y tecnológico (diseño e investigación básica y aplicada), mientras que otras actividades creativas asociadas a la comercialización, publicidad y distribución, están ubicadas en el extremo superior derecho. Las actividades de menor valor añadido, como las de manufactura y producción de ensamblaje, se localizan en el medio de la cadena. Las empresas combinan ventajas comparativas de diferentes localizaciones con sus propios recursos y competencias para maximizar sus ventajas competitivas, pero está claro que algunas partes de la cadena tienen un rendimiento mayor en la medida que generan un mayor valor agregado. Además, la evidencia muestra que las actividades al principio y al final de la cadena son controladas por las empresas líderes que se localizan en las economías más avanzadas, mientras que aquellas en el valle o posición media de la cadena de valor se ubican en economías emergentes (Gereffi, 1999; Smakman, 2003; Pyndt y Pedersen, 2006).

Figura 1. Desagregación de la cadena de valor



Fuente: Mudambi, 2008.

No obstante, es importante subrayar que la posición dentro de la cadena de valor no es un proceso estático, y es posible distinguir al menos tres tipos de escalamiento en el marco de la cadena (Gereffi *et al.*, 2005; Humphrey y Schmitz, 2002): i) de *producto*, hacia líneas de productos más sofisticados; ii) de *proceso*, que implica una mayor eficiencia para

transformar insumos en productos, ya sea a través de la introducción de nuevas tecnologías o la reorganización de la producción; y, iii) *funcional*, que implica la adquisición de nuevas funciones de mayor valor añadido. También existe evidencia del desplazamiento de funciones de mayor valor añadido hacia núcleos especializados de negocios en países emergentes que han logrado evolucionar hacia la construcción de capacidades tecnológicas más complejas (Mudambi, 2008; Schmitz y Strambach, 2009).

Por otra parte, la producción de conocimiento, su difusión y el desarrollo de capacidades en la CGV es altamente dependiente de los patrones de gobernanza en la organización de la cadena y, específicamente, del papel que juegan las empresas líderes para impulsar o restringir la autonomía creativa de los diferentes eslabones que componen la red de producción global. Gereffi *et al.* (2005) proponen una clasificación de los tipos de gobernanza, de acuerdo con tres dimensiones básicas: la complejidad de la información involucrada en las transacciones, el grado de codificación del conocimiento y las competencias de los proveedores en la cadena (cuadro 1). A partir de tales patrones, Pietrobelli y Rabellotti (2011) definen los principales canales de aprendizaje y la transferencia de conocimiento en las CGV (cuadro 2). En las *relaciones basadas en el mercado*, los principales mecanismos son las externalidades de conocimiento y la imitación en términos de producto, procesos, tecnologías y estándares. En las *cadenas modulares*, los proveedores aprenden a producir a través de estándares técnicos bien definidos y exigidos por la empresa líder; en ese sentido, los proveedores requieren actualizar sus competencias productivas, y no necesitan crear competencias tecnológicas avanzadas. En las cadenas *relacionales*, hay una mayor intensidad de los vínculos y son relevantes los procesos de aprendizaje colectivo y el aprovechamiento de competencias complementarias, por ejemplo, a través de la interacción personal y la transferencia de conocimiento tácito. En las *cadenas cautivas*, la firma líder interviene en el proceso de aprendizaje de los proveedores que no poseen las competencias requeridas, fundamentalmente en las actividades fuera del núcleo de competencias, tales como el diseño y la innovación de producto. En las *cadenas verticales*, la empresa líder asume la propiedad de algunas operaciones de la cadena, por medio del comercio intraempresa, y son diversos los canales de transmisión del conocimiento, tales como los flujos de conocimiento intencionales, la capacitación, movilidad de personal e imitación, y los flujos de conocimiento hacia los países de origen de las empresas líderes (Govindarajan y Trimble, 2012).

Cuadro 1. Patrones de gobernanza de las cadenas globales de valor

Tipo	Características
<i>Relaciones de mercado</i>	Baja complejidad de las transacciones, especificaciones de producto fácilmente codificables, amplia estandarización de los bienes y proveedores con capacidades. Menor coordinación y monitoreo de las actividades.
<i>Modular</i>	Vínculos altamente codificados, productos simplificados por estándares técnicos, proveedores con capacidad de producirlos y responsables de desarrollar tecnologías de proceso, sin necesidad de un control directo por parte del comprador líder.
<i>Relacional</i>	Transacciones complejas, relaciones altamente idiosincráticas, que requieren un gran esfuerzo; relaciones altamente dependientes y con altos costes de reemplazo de los socios en la cadena. La reputación regula la dependencia mutua, también la proximidad geográfica y social, y la confianza.
<i>Cautiva</i>	Los productos mantienen una mayor complejidad y es mayor la posibilidad de codificación del conocimiento; cuenta con proveedores con bajas capacidades, altamente dependientes de compradores grandes y dominantes, que ejercen fuertes actividades de monitoreo y control de la cadena.
<i>Jerárquica</i>	Involucra una fuerte integración vertical, con transacciones complejas y que son difíciles de codificar. Cuenta con proveedores con bajas capacidades.

Fuente: Gereffi et al., 2005.

Cuadro 2. Tipologías de cadenas de valor y canales de aprendizaje

Tipo	Canales para el aprendizaje
<i>Relaciones de mercado</i>	Desbordamiento de conocimiento e imitación.
<i>Modular</i>	Aprendizaje por medio de la estandarización. Transferencia de conocimiento a través de estándares, códigos y definiciones técnicas.
<i>Relacional</i>	Aprendizaje colectivo por medio de la interacción cara a cara.
<i>Cautiva</i>	Aprendizaje por transferencia de conocimiento deliberado desde la empresa líder en un escaso rango de actividades (por ejemplo, ensamblaje).
<i>Jerárquica</i>	Imitación. Entrenamiento de la empresa líder. Desbordamiento de conocimiento.

Fuente: Pietrobelli y Rabelloti, 2011.

Además de la gobernanza, también afectan las posibilidades de aprendizaje e innovación en las CGV las características de los SNI involucrados, así como el sector productivo en el que se ubica la cadena de valor. Los SNI definen las condiciones institucionales y las capacidades organizativas y tecnológicas del entramado empresarial necesarias para el aprendizaje y la innovación (Morrison, Pietrobelli y Rabellotti, 2008). Aquellos SNI más desarrollados contribuyen a reducir la complejidad de las transacciones, disminuyendo la probabilidad de involucrarse en CGV con menores posibilidades de aprendizaje para los proveedores locales; asegura, además, una infraestructura de soporte a la innovación en las cadenas de valor más intensivas en tecnología y proporciona un entorno propicio para el desarrollo de mayores capacidades de absorción de conocimiento de los proveedores locales, permitiendo, por lo tanto, una mayor probabilidad de escalamiento en la cadena (Humphrey y Schmitz, 2002; Saliola y Zanfei, 2009). Los sectores productivos, por su parte, difieren en sus fuentes de conocimiento y sus oportunidades tecnológicas (Pavitt, 1984). En sectores intensivos en conocimiento, con un fuerte componente de conocimiento tácito y una mayor intensidad en las relaciones de colaboración, es mayor el incentivo de las empresas líderes para involucrarse en el desarrollo de las capacidades de los proveedores, y para establecer conexiones con las instituciones locales. Por su parte, en sectores menos intensivos en tecnología, el esfuerzo de la empresa líder se restringe a ofrecer soporte y supervisión a las empresas con bajas competencias tecnológicas para evitar el riesgo de incumplimiento y disminuir así los costes de cambiar de proveedor (*switching cost*) (Pietrobelli y Rabellotti, 2011).

Estos dos aspectos suponen un reto para los países en desarrollo en que las políticas industriales y tecnológicas orientadas a promover las capacidades de las empresas locales y los sistemas de innovación en el nivel nacional, local y sectorial, ganan en relevancia desde la perspectiva de las CGV (Szapiro *et al.*, 2016). Si bien se ha argumentado que las CGV son clave en el desarrollo de los países de renta media, al permitir incrementar sus exportaciones (UNCTAD, 2013), el proceso de inserción en las fases más sofisticadas y las posibilidades de escalamiento de tipo funcional requieren de una transformación de la estructura productiva local en que el papel del Estado resulta crucial en los países periféricos y, en especial, en América Latina (Soares *et al.*, 2015; Benavente, 2016; Schteingart *et al.*, 2017). El hecho es que la inserción en la CGV podría dar lugar a un desplazamiento de proveedores locales a favor de proveedores extranjeros, con un efecto negativo en el crecimiento económico que estaría condi-

cionado por el grado de desarrollo del sistema productivo local. En este sentido, la dimensión institucional y, en particular las políticas destinadas a la reducción de barreras comerciales, la desregulación de la IED y la mejora de las capacidades productivas e innovadoras, suponen mejores alternativas a las políticas industriales de sustitución de importaciones, al interactuar estas con la estructura y dinámica organizacional de las CGV (Porta, Santarcangelo y Schteingart, 2018). Al tiempo, se incrementarían las posibilidades de inserción en CGV de mayor longitud, en las que predominan sectores de mayor contenido tecnológico, lo que favorecería el flujo de conocimiento, el aprendizaje y la construcción de capacidades locales. Uno de los retos a los que se enfrentan los países de ALC es que sus ventajas comparativas tienden a residir en recursos naturales y en bajos costes laborales, lo que favorece su inserción en cadenas de valor relativamente cortas o en aquellas actividades intensivas en trabajo (Kosacoff y López, 2008). Estos patrones de inserción están sujetos tanto a amenazas de relocalización hacia otros países como a las limitaciones en los procesos de aprendizaje derivados de las relaciones de colaboración con otros agentes de la cadena.

Tecnologías digitales e internacionalización

El proceso de globalización y la revolución digital o digitalización creciente de la economía y la sociedad son dos procesos estrechamente interconectados que condicionan certeramente las relaciones internacionales. El desarrollo de las TIC y su expansión a ritmo vertiginoso, tanto en las actividades productivas y de provisión de servicios como en los patrones de consumo y de comunicación, abren nuevos interrogantes sobre sus efectos e implicaciones en las redes de producción global.

Una de las principales características de las TIC es su elevado grado de extensión y de penetración, integrándose las actuales tecnologías digitales en campos tan diversos como la robótica, las técnicas de inteligencia artificial, la nanotecnología, los vehículos eléctricos, el *big data* y la internet de las cosas, entre otros. La agenda del *World Economic Forum*, por ejemplo, incorpora la idea de una cuarta revolución industrial en ciernes que modificará los patrones de competitividad de empresas y países (Schwald, 2016). Para otros, por el contrario, la actual revolución digital no es más que una fase adicional del paradigma de las TIC, mucho más penetrante tanto en el lado de la oferta como de la demanda (Alcá-

cer, Cantwell y Piscitello, 2016). En todo caso, es relevante el papel de las demandas de los consumidores en la producción, la importancia de los productos diferenciados y el descenso en el ciclo de vida del producto, lo que requiere de adaptaciones y cambios en las organizaciones para reorientar la estructura y el modelo productivo hacia un mayor grado de complejidad (Fogliatto *et al.*, 2012; Brettel *et al.*, 2014). De ahí la importancia de contar con una adecuada especialización en las actividades industriales, sentido en el que se inscriben, por ejemplo, las iniciativas *Industrie 4.0* respaldada por Alemania o la Estrategia de Industria Conectada 4.0 puesta en marcha por el gobierno de España. Igualmente, cabe mencionar la iniciativa conjunta entre la OCDE y el BID para garantizar que los países de América Latina no pierdan el tren de la economía digital⁸ (OCDE/BID, 2016).

El análisis de la relación entre tecnologías digitales e internacionalización puede realizarse en el marco general del paradigma OLI (Dunning y Wimbs, 2001), el cual parece ajustarse a la mayoría de los desafíos de la nueva era de la información y en los que subyace la relevancia de las ventajas de internalización. El principal argumento teórico se refiere al hecho de que la adopción de las TIC puede transformar de manera significativa las competencias centrales de las empresas, modificar la capacidad de atracción de los contextos locales y reconfigurar la cadena global de valor, teniendo un impacto directo en las ventajas competitivas de las empresas, los países y las redes de producción global (Alcácer, Cantwell y Piscitello, 2016).

En cuanto a la adopción de las TIC en el nivel empresarial, es preciso mencionar que estas pueden generar un doble efecto sobre las ventajas de propiedad. Por un lado, contribuyen a reducir los costes de coordinación interna en términos de comunicación y transferencia de conocimiento entre las diferentes subsidiarias (Bloom *et al.*, 2014), aumentando la interdependencia, complejidad e integración de la red global de la EMN y favoreciendo la internalización de la producción. Por otro lado, los costes de coordinación externos también disminuyen con la adopción de las TIC, permitiendo un mayor acceso a la información de mercado, facilitando la búsqueda, monitorización y comunicación con agentes locales, y promoviendo las transacciones del mercado (Garicano y Kaplan, 2001; Rao, 2001). La evidencia empírica al respecto muestra cómo las tecno-

⁸ Estas tecnologías no solo afectan a la producción o el acceso de los consumidores, sino también a la provisión de servicios sociales, los medios de comunicación, e incluso a la diplomacia, como se relata en Adesina (2017) sobre la base de la explosión de las redes sociales.

logías digitales reducen la propensión a la integración transnacional, siendo predominantes las transacciones de mercado cuando las TIC se implementan en aquellas industrias manufactureras más propensas a su adopción y más intensivas en conocimiento (Rangan y Sengul, 2009). Estudios recientes, por el contrario, sugieren la existencia de una relación positiva entre las TIC y la dispersión geográfica de la producción interna, siendo esta relación más intensa cuanto más complejas sean las tecnologías digitales adoptadas (Chen y Kamal, 2016). No obstante, es importante destacar el carácter complementario de las transacciones de mercado y las transacciones intraempresa, dado que estas tecnologías favorecen una mayor fragmentación de los procesos de producción y la extensión de la red global de la EMN, siendo diversos sus efectos en los contextos locales, tanto en términos de creación de capacidades como de desarrollo tecnológico, cuando la deslocalización de la producción se realiza en países en desarrollo.

Profundizando en los efectos de las TIC en las redes de producción global, cabe señalar que el desarrollo e implementación de las nuevas tecnologías digitales contribuye a explicar el patrón de localización de las diferentes actividades productivas que constituyen la cadena de valor global. La razón principal es que, en un mundo digitalizado, coexisten simultáneamente fuerzas centrípetas y centrífugas en la dispersión geográfica de la red global de la EMN que afectan directamente a la relocalización de la producción (Zaheer y Manrakhan, 2001). En particular, la producción intermedia tiende a una mayor concentración en pocas localizaciones con ventajas específicas, tales como las economías de aglomeración o las capacidades tecnológicas, observándose un efecto inverso en la geografía y densidad de la CGV (Laplume, Petersen y Pearce, 2016). La producción final, por el contrario, tendería a una mayor dispersión geográfica debido a la necesidad de localizarse cerca del consumidor y del mercado final (Rehnberg y Ponte, 2017).

Las TIC constituyen, por lo tanto, un elemento crucial en la definición de las estrategias nacionales de desarrollo tecnológico, al modificar las ventajas de localización de los países de destino de la IED. Además, en la actualidad, estas ventajas se centran en el grado de conectividad que muestren las localizaciones, lo que ha dado lugar a un crecimiento explosivo de lo que se han denominado ciudades-regiones globales. Dichas ciudades-regiones se han convertido en centros neurálgicos de la actividad económica mundial debido a su elevada conectividad internacional aprovechando las complementariedades en términos productivos y tec-

nológicos. El atractivo de estas ciudades-regiones globales es que contribuyen a disminuir los costes a los que se enfrenta la EMN en relación con la distancia geográfica, la incertidumbre y la legitimidad en el mercado de destino, favoreciendo las estrategias empresariales de búsqueda de activos estratégicos y la descentralización de las actividades de I+D (Alcácer, Cantwell y Piscitello, 2016).

Los argumentos expuestos anteriormente muestran la existencia de un cierto paralelismo entre las redes internacionales en las que se integran las EMN y aquellas en las que se involucran los contextos locales, gracias a que la adopción generalizada de las TIC ha favorecido una mayor conectividad con efectos directos en la competitividad y que podría favorecer el cambio estructural que caracteriza los procesos de desarrollo sostenible. De ahí que, desde un enfoque de internacionalización del conocimiento científico y tecnológico, resulta crucial incorporar en la definición de políticas públicas acciones específicas conducentes a la generación, difusión y adaptación de tecnologías digitales (Álvarez, 2018).

Por último, cabe aproximar la posición respecto de las TIC en el contexto internacional, haciendo uso del índice de desarrollo de las TIC (IDI), de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU). En este se combinan once indicadores en una única medida de referencia para medir el nivel y la evolución en el tiempo de los avances de las TIC y la experiencia de los países en relación con otros. El indicador incorpora el progreso de las TIC en los países desarrollados y en desarrollo, la brecha digital o las diferencias entre países en el desarrollo de las TIC, el potencial de desarrollo de estas tecnologías, así como el grado en que los países pueden aprovecharlas para mejorar el desarrollo de capacidades. A este respecto, persiste una brecha notable entre las posiciones de las economías de Iberoamérica y los países de la OCDE. Mientras que la primera posición mundial la ocupa Corea, Reino Unido está en la quinta y Estados Unidos en la décimoquinta, situándose España en la vigésimosexta. Los países de ALC que están mejor posicionados son Argentina en la posición 55^a y, a continuación, Costa Rica y Chile; mientras que Guatemala (en la posición 123^a), Honduras (en la posición 126^a) y Nicaragua (en la posición 131^a) quedan peor clasificados en este indicador.

Desafíos

La internacionalización de la tecnología tiene un protagonismo renovado ante la nueva y más intensa fase de desarrollo de las TIC, que ha venido a denominarse como era digital. En Iberoamérica, la evolución seguida por el comercio de alto contenido tecnológico y la escasa presencia en las cadenas globales de valor, derivan de la especialización de la región, invitando a reflexionar sobre el papel que tiene la ciencia, la tecnología y la innovación en la diversificación productiva. Siguen abiertos, por lo tanto, algunos interrogantes relacionados con las posibilidades de inclusión en los mercados internacionales de alta tecnología, y las de una mayor cooperación internacional en CTI, en el interior de la región y con países externos a la misma.

El diagnóstico y los desafíos de la región en materia de CTI llevan necesariamente a la consideración del nivel de capacidades en el plano micro, siendo imprescindible su fortalecimiento, ampliándose el elenco de actores e incluyendo no solo a las empresas, como agentes innovadores por excelencia, sino también a las organizaciones generadoras de conocimiento, universidades y centros de investigación, así como a las administraciones públicas. La idea básica es que una apuesta deliberada por el cambio estructural, ha de ir acompañada de medidas que posibiliten la actuación desde diversos ámbitos en el interior de los sistemas de innovación. Uno de los más relevantes es el tejido empresarial, sobre el que cabe plantear acciones conducentes a incrementar la productividad, el aumento del tamaño medio empresarial, y a generar capacidades gerenciales, aumentar la sofisticación técnica de los procesos y las estrategias de internacionalización. Aunque desde hace algunos años los países de Iberoamérica son emisores de IED, sigue siendo un fenómeno concentrado en pocas economías grandes de la región, fundamentalmente en Brasil, México, Chile, Argentina, Colombia, España y Perú.

Además, ante la complejidad de las bases de conocimiento que requiere la innovación tecnológica en muchos sectores productivos, así como su adaptación, se requiere de una mayor internacionalización del conocimiento científico y tecnológico. Esto implica que los aspectos conducentes a una mayor internacionalización pasen a ocupar un lugar más central, hasta ahora poco destacado, en la definición de las agendas y las estrategias nacionales de desarrollo tecnológico, con la incorporación de acciones de generación de conocimiento y de difusión y adaptación internacional del mismo. En este sentido, puede afirmarse que son pocos

los países de ALC en los que se ha generado una preocupación constante por la definición y aplicación de políticas explícitamente dirigidas a promover la generación y la explotación de innovaciones sobre bases internacionales, si bien en años recientes países como México, Costa Rica y Brasil, por ejemplo, han avanzado en esta materia. Además, teniendo en cuenta las tendencias mundiales, uno de los retos más sobresalientes está vinculado al elevado grado de extensión y permeabilidad de las tecnologías digitales y la forma de entender el comportamiento de productores y usuarios, la definición de las relaciones, así como la relevancia de la interacción con las instituciones.

Bibliografía

- Adesina, Olubukola (2017). “Foreign policy in an era of digital diplomacy”. *Cogent Social Sciences*, vol. 3, n° 1.
- Alcácer, Juan; Cantwell, John y Piscitello, Lucia (2016). “Internationalization in the information age: A new era for places, firms, and international business networks?”. *Journal of International Business*, vol. 47, n° 5, pp. 499-512.
- Álvarez, Isabel (2018). “I+D e innovación en Iberoamérica”. En Fundación Carolina, *Iberoamérica ante la era digital. Análisis Carolina 2017*. Madrid: Fundación Carolina.
- Álvarez, Isabel y Cantwell, John (2011). “International integration and mandates of innovative subsidiaries in Spain”. *International Journal of Institutions and Economies*, vol. 3, n° 3, pp. 415-444.
- Archibugi, Daniele y Filippetti, Andrea (eds.) (2015). *The Handbook of Global Science, Technology, and Innovation*. Chichester: Wiley & Sons, Ltd.
- Archibugi, Daniele y Michie, Jonathan (1995). “The globalisation of technology: A new taxonomy”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, n° 1, pp. 121-140.
- (1998). “Technical change, growth and trade: New departures in Institutional economics”. *Journal of Economic Surveys*, vol. 12, n° 3, pp. 313-332.

- Banco Mundial (2017). World Development Indicators Database, 21/11/2017. Disponible en: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Benavente, José Manuel (2016). "Economic diversification in Latin American countries". En Cherif, Reda; Hasanov, Fuad y Zhu, Min, *Breaking the Oil Spell: the Gulf Falcons' Path to Diversification*, capítulo 6. Whashington: International Monetary Fund.
- Bloom, Nick; Garicano, Luis; Sadun, Raffaella y Van Reenen, John (2014). "The distinct effects of information technology and communication technology on firm organization". *Management Science*, vol. 60, n° 12, pp. 2859-2885.
- Brettel, Malte; Friederichsen, Niklas; Keller, Michael y Rosenberg, Marius (2014). "How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective". *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, vol. 8, n° 1, pp. 37-44.
- Buckley, Peter J., Casson, Mark (1976). *The future of the multinational Enterprise*. Londres: Macmillan.
- (1985). *The economic theory of multinational Enterprise*. Londres: The Macmillan Press.
- Cantwell, John (1989). *Technological Innovation and Multinational Corporations*. Londres: Basil Blackwell.
- Cantwell, John y Ianmarino, Simona (2003). *Multinational Corporations and European Regional Systems of Innovation*. Londres: Routledge.
- Cantwell, John y Molero, José (eds.) (2003). *Multinational Enterprises, Innovative Strategies and Systems of Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Cantwell, John y Piscitello, Lucia (2002). "The location of technological activities of MNCs in European regions: the role of spillovers and local competencies". *Journal of International Management*, vol. 8, n° 1, pp. 69-96.
- Carlsson, Bo (2006). "Internationalization of innovation systems: A survey of the literatura". *Research Policy*, vol. 35, n° 1, pp. 56-67.

- Casanova, Lourdes y Miroux, Anne (2017). *Emerging Market Multinationals Report (EMR) 2016. The China Surge*. Ithaca: Johnson Cornell University.
- Chen, Wenjie y Kamal, Fariha (2016). “The impact of information and communication technology adoption on multinational firm boundary decisions”. *Journal of International Business*, vol. 47, n°5, pp. 563-576.
- Chesbrough, Henry W. (2003). *Open innovation*. Cambridge: Harvard University Press
- Chesnais, François (1988). “Multinational Enterprises and the International Diffusion of Technology”. En Dosi, Giovanni; Freeman, Christopher; Nelson, Richard; Silverberg, Gerald y Soete, Luc (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, pp. 496-527. Londres: Pinter.
- Cuervo-Cazurra, Álvaro (2002). “Transforming the firm through the co-evolution of resources and scope”. En Chakravarthy, Bala; Mueller-Stewens, Guenter; Lorange, Peter y Lechner, Christoph (eds.), *Strategy Process: Shaping the Contours of the Field*. Londres: Blackwell.
- (2008). “The internationalization of developing country MNEs: The case of Multilatinas”. *Journal of International Management*, vol. 14, n°2; pp. 138-154.
- (2010). “Multilatinas”. *Universia Business Review*, n° 25, pp. 14-33.
- Dachs, Bernhard; Stehrer, Robert y Zahradnik, Georg (eds.) (2014). *The internationalization of business R&D*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Dunning, John H. (1973). “The determinants of international production”. *Oxford Economic Papers*, vol. 25, n° 3, pp. 289-336.
- (1980). “Toward an eclectic theory of international production: Some empirical test”. *Journal of International Business Studies*, vol. 11, n° 1, pp. 9-31.
- Dunning, John H. y Narula, Rajneesh (eds.) (1996). *Foreign direct investment and governments: catalysts for economic restructuring*. Londres: Routledge.

- Dunning, John H. y Wymbs, Cliff (2001). "The challenge of electronic markets for international business theory". *International Journal of the Economics and Business*, vol. 8, n° 2, pp. 273-301.
- Edler, Jakob (2008). "Creative internationalization: widening the perspectives on analysis and policy regarding international R&D activities". *The Journal of Technology Transfer*, vol. 33, n° 4, pp. 337-352.
- Ernst, Dieter (2008). "Innovation offshoring and outsourcing: what are the implications for industrial policy?". *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, vol. 1, n° 3, pp. 309-329.
- Findlay, Ronald (1978). "Relative Backwardness, Direct Foreign Investment, and the Transfer of Technology: A Simple Dynamic Model". *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 92, n° 1, pp. 1-16.
- Flanagan, Kieron (2015). "International Mobility of Scientists". En Archibugi, Daniele y Filippetti, Andrea (eds), *The Handbook of Global Science, Technology, and Innovation*, pp. 368-385. Chichester: Wiley & Sons, Ltd.
- Fogliatto, Flavio S.; Da Silveira, Giovanni J. C. y Borensteinc, Denis (2012). "The mass customization decade: An updated review of the literatura". *International Journal of Production Economics*, vol. 138, n° 1, pp. 14-25.
- Garicano, Luis y Kaplan, Steven N. (2001). "The effects of business to business e-commerce on transaction costs". *Journal of Industrial Economics*, vol. 49, n° 4, pp. 463-485.
- Gereffi, Gary (1999). "International Trade and Industrial Upgrading in the Apparel Commodity Chain". *Journal of International Economics*, vol. 48, n° 1, pp. 37-70.
- Gereffi, Gary; Humphrey, John y Sturgeon, Timothy (2005). "The governance of global value chains". *Review of International Political Economy*, vol. 12, n° 1, pp. 78-104.
- Görg, Holger y Strobl, Eric (2001). "Multinational Companies and Productivity Spillovers: A Meta-analysis". *Economic Journal*, vol. 111, n° 475, pp. 723-739.
- Govindarajan, Vijay y Trimble, Chris (2012). *Reverse innovation: create far from home, win everywhere*. Boston: Harvard Business Press.

- Hennemann, Stefan; Rybski, Diego y Liefner, Ingo (2012). “The myth of global science collaboration—Collaboration patterns in epistemic communities”. *Journal of Informetrics*, vol. 6, n° 2, pp. 217-225.
- Humphrey, John y Schmitz, Hubert (2002). “How Does Insertion in Global Value Chains Affect Upgrading in Industrial Clusters?”. *Regional Studies*, vol. 36, n° 9, pp. 1017-1027.
- Jaffe, Adam B.; Trajtenberg, Manuel y Henderson, Rebecca (1993). “Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations”. *Quarterly Journal of Economics*, vol. 108, n° 3, pp. 577-598
- Katz, Jorge (1976). *Importación de tecnología. Aprendizaje e industrialización dependiente*. México DF: Fondo de Cultura Económica.
- Kosacoff, Bernardo y López, Andrés (2008). “América Latina y las Cadenas Globales de Valor: debilidades y potencialidades”. *Journal of Globalization, Competitiveness & Governability*, vol. 2, n° 1, pp. 18-32
- Kotabe, Masaaki; Aulakh Preet S.; Santillán-Salgado, Roberto J.; Teegen, Hildy; Coutinho de Arruda, Maria Cecilia y Greenef, Walter (2000). “Strategic alliances in emerging Latin America: A view from Brazilian, Chilean, and Mexican companies”. *Journal of World Business*, vol. 35, n° 2, pp. 114-132.
- Laplume, André; Petersen, Bent y Pearce, Joshua (2016). “Global value chains from a 3D printing perspective”. *Journal of International Business*, vol. 47, n° 5, pp. 563-576.
- Lema, Rasmus; Quadros, Ruy y Schmitz, Hubert (2015). “Reorganising global value chains and building innovation capabilities in Brazil and India”. *Research Policy*, vol. 44, n° 7, pp. 1376-1386.
- Mancini, Matías Ezequiel (2016). “Inserción en cadenas de valor globales y patrones de innovación de empresas de países en desarrollo: las PYMES de Argentina”. *Economía: Teoría y Práctica*, n° 45, pp. 5-37.
- Mansfield, Edwin (1968). *Industrial research and technological innovation*. Nueva York: W. W. Norton.
- Mansfield, Edwin y Romeo, Anthony (1980). “Technology transfer to overseas subsidiaries by US-based firms”. *Quarterly Journal of Economics*, vol. 95, n° 4, pp. 737-750.

- MARC (2009). *Sharing Risk: A Study of Corporate Alliances*. Londres: M&A Research Centre – MARC.
- Marín, Anabel y Arza, Valeria (2010). “The role of multinational corporations in national innovation systems in developing countries: from technology diffusion to international involvement”. En Lundvall, Bengt-Åke; Joseph, K. J.; Chaminade, Cristina y Vang, Jan (2009). *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: Building Domestic Capabilities in a Global Setting*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Markusen, James R., Venables, Anthony (1999). “Foreign direct investment as a catalyst for industrial development”. *European Economic Review*, vol. 43, n° 2, pp. 335-356.
- Meyer, Klaus; Mudambi, Ram y Narula, Rajneesh (2011). “Multinational Enterprises and Local Contexts: The Opportunities and Challenges of Multiple Embeddedness”. *Journal of Management Studies*, vol. 48n° 2, pp. 235-252.
- Morrison, Andrea; Pietrobelli, Carlo y Rabellotti, Roberta (2008). “Global value chains and technological capabilities: a framework to study learning and innovation in developing countries”. *Oxford Development Studies*, vol. 36, n° 1, pp. 39-58.
- Mudambi, Ram (2007). “Offshoring: economic geography and the multinational firm”. *Journal of International Business Studies*, vol. 38, n° 1, pp. 206.
- (2008). “Location, control and innovation in knowledge-intensive industries”. *Journal of Economic Geography*, vol. 8, n° 5, pp. 699-725.
- Mundell, Robert (1957). “International Trade and Factor Mobility”. *American Economic Review*, vol. 47, n° 3, pp. 321-335.
- Narula, Rajneesh (2003). *Globalization and Technology*. Cambridge: Polity Press.
- Narula, Rajneesh y Dunning, John (2000). “Industrial development, globalisation and multinational enterprises: New realities for developing countries”. *Oxford Development Studies*, vol. 28, n° 2, pp. 141-167.

- Narula, Rajneesh y Zanfei, Antonello (2004). "Globalization of innovation the role of multinational enterprises". En Fagerberg, Jan; Mowery, David C. y Nelson, Richard R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Nelson, Richard (1968). "A diffusion model of international productivity differences in manufacturing industry". *American Economic Review*, vol. LVIII, n° 5, pp. 1219-1248.
- OCDE (2011). *Science, technology and industry scoreboard: Innovation and growth in knowledge economies*. París: OCDE Publishing.
- (2015). *Science, Technology and Industry Scoreboard Innovation for growth and Society*. París: OCDE Publishing.
- (2017). "Data sources". En OCDE *Science, Technology and Industry Scoreboard 2017: The digital transformation*. París: OCDE Publishing.
- OCDE-BID (2016). *Políticas de banda ancha para América Latina y el Caribe. Un manual para la economía digital*. París: OCDE.
- Pavitt, Keith (1984). "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory". *Research Policy*, vol. 13, n° 6, pp. 343-373.
- Pietrobelli, Carlo y Rabellotti, Roberta (eds.) (2007). *Upgrading to compete: SMEs, clusters and value chains in Latin America*. Washington: Inter-American Development Bank.
- (2011). "Global value chains meet innovation systems: Are there learning opportunities for developing countries?". *World Development*, vol. 39, n° 7, pp. 1261-1269.
- Porta, Fernando; Santarcangelo, Juan y Schteingart, Daniel (2018). "Cadenas globales de valor y desarrollo económico". *Revista Economía y Desafíos del Desarrollo*, vol. 1, n° 1, pp. 28-46.
- Posner, M. V. (1961). "International trade and technical change". *Oxford Economic Papers*, vol. 13, n° 3, pp. 323-341.
- Pyndt, Jacob y Pedersen, Torben (2006). *Managing Global Offshoring Strategies: A Case Approach*. Copenhagen: Copenhagen Business School Press.
- Rangan, Subramanian y Sengul, Metin (2009). "Information technology and transnational integration: Theory and evidence on the evolution of the modern multinational Enterprise". *Journal of International Business Studies*, vol. 40, n° 9, pp. 1496-1514.

- Rao, Polavarapu M. (2001). "The ICT revolution, internationalization of technological activity, and the emerging economies: implications for global marketing". *International Business Review*, vol. 10, n° 5, pp. 571-596.
- Rehnberg, Martha y Ponte, Stefano (2017). "From smiling to smirking? 3D printing, upgrading and the restructuring of global value chain". *Global Networks*, vol. 18, n°1.
- Saliola, Federica y Zanfei, Antonello (2009). "Multinational firms, global value chains and the organization of knowledge transfer". *Research Policy*, vol. 38, n° 2, pp. 369-381.
- Sanna-Randaccio, Francesca (2002). "The impact of foreign direct investment on home and host countries with endogenous R&D". *Review of International Economics*, vol. 10, n° 2, pp. 278-98.
- Sanna-Randaccio, Francesca y Veugelers, Reinhilde (2003). "Global innovation strategies of MNEs: implications for host economies". En Cantwell, John y Molero, José (eds.), *Multinational Enterprises, Innovative Strategies and Systems of Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Schmitz, Hubert y Strambach, Simone (2009). "The organizational decomposition of the innovation and global distribution of innovative activities: Insights and research agenda". *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, vol. 2, n° 4, pp. 231-249.
- Schteingart, Daniel; Santarcángelo, Juan y Porta, Fernando (2017). "Cadenas globales de valor: transformaciones y posibilidades de desarrollo para la periferia desde mediados de la década de 1990". *Apuntes*, n° 81, pp. 89-130.
- Schwald, Klaus (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Ginebra: World Economic Forum.
- Smakman, Floortje (2003). *Local Industry in Global Networks: Changing Competitiveness, Corporate Strategies and Pathways of Development in Singapore and Malaysia's Garment Industry*. Amsterdam: Rozenberg Publishers.
- Soares, Maria Clara; Haussmann Tavares, Joao; Gonzalo, Manuel; Tomasini, Cecilia y Cassiolato, José (2015). "The Need of an Alternative Approach to GVC's Literature: Transnational Corporations and

National Systems of Innovation in a Latin American Perspective”. Ponencia presentada en la 13th Globelics International Conference, La Habana.

Streeten, Paul y Lall, Sanjaya (1977). *Foreign investment, transnationals and developing countries*. Londres: Macmillan Press.

Szapiro, Marina; Vargas, Marcos; Brito, Jorge y Cassiolatto, José (2016). “Global Value Chains and National Systems Of Innovation: policy implications for developing countries”. Discussion Paper 005/2016, Instituto de economía, UFRJ, Brasil.

UNCTAD (2005). *World Investment Report 2005: Transnational Corporations and the Internationalization of R&D*. Nueva York y Ginebra: United Nations.

——— (2013). *World investment report. Global value chains: investment and trade for development*. Ginebra: United Nations.

——— (2017). *World investment report. Investment and the digital economy*. Ginebra: United Nations.

——— (2018). FDI Statistics, 22/03/2018. Disponible en: <https://unctadstat.unctad.org/wds/ReportFolders/reportFolders.aspx>

Vaitsos, Constantine (1977). *Distribución del ingreso y empresas transnacionales*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.

Vernon, Raymond (1966). “International Investment and International Trade in the Product Cycle”. *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 80, n° 2, pp. 190-207.

——— (1979). “La inversión internacional y el comercio internacional en el ciclo de vida del producto”. En Rosenberg, Nathan, *Economía del cambio tecnológico*, pp. 408-427. México: Fondo de Cultura Económica.

Verspagen, Bart (1997). “Estimating international technology spillovers using technology flows matrices”. *Weltwirtschaftliches Archiv*, vol. 133, n° 2, pp. 26-24.

Veugelers, Reinhilde y Cassiman, Bruno (2001). “Foreign subsidiaries as a channel of international technology diffusion. Some direct firm level evidence from Belgium”. IESE Working Papers, n° 441.

Williamson, Oliver (1975). *Markets and hierarchies*. Nueva York: Free Press.

——— (1981). “The modern corporation: origins, evolution, attributes”. *Journal of Economic Literature*, vol. 19, n° 4, pp. 1537-1568.

Zaheer, Srilata y Manrakhan, Shalini (2001). “Concentration and dispersion in global industries: remote electronic access and the location of economic activities”. *Journal of International Business Studies*, vol. 32, n° 4, pp. 667-686.

Bibliografía recomendada

Alcácer, Juan; Cantwell, John y Piscitello, Lucia (2016). “Internationalization in the information age: A new era for places, firms, and international business networks?”. *Journal of International Business*, vol. 47, n° 5, pp. 499-512.

Archibugi, Daniele y Michie, Jonathan (1998). “Technical change, growth and trade: New departures in Institutional economics”. *Journal of Economic Surveys*, vol. 12, n° 3, pp. 313-332.

Carlsson, Bo (2006). “Internationalization of innovation systems: A survey of the literatura”. *Research Policy*, vol. 35, n° 1, pp. 56-67.

Gereffi, Gary; Humphrey, John y Sturgeon, Timothy (2005). “The governance of global value chains”. *Review of International Political Economy*, vol. 12, n° 1, pp. 78-104.

Capítulo 13

Industrias de recursos naturales como plataforma para el desarrollo de nuevas actividades innovadoras

Anabel Marín y Lilia Stubrin
CONICET-CENIT/UNSAM

Introducción

En los últimos años, en un contexto de crecimiento significativo del peso que tienen los recursos naturales (RRNN) en la economía de la mayoría de los países de América Latina, ha crecido el interés por entender y apoyar las posibilidades de diversificación productiva que abren las actividades relacionadas con dichos recursos. En este capítulo reflexionamos acerca de las nuevas oportunidades y desafíos asociados a una estrategia de crecimiento y desarrollo basado en RRNN. En particular, analizamos las nuevas posibilidades que los RRNN están abriendo para la diversificación hacia actividades intensivas en el uso de conocimiento.

La historia de los países desarrollados nos enseña que el crecimiento y la diversificación productiva van de la mano; por lo menos hasta alcanzar un cierto nivel de ingreso per cápita, cuando los países empiezan a concentrarse más en lo que mejor saben hacer, es decir, se enfocan en aquellas actividades que son más rentables (Imbs y Wacziarg, 2003). Una pregunta importante es entonces: ¿hacia qué actividades es conveniente diversificar? Hay cada vez más consenso acerca de la necesidad de diversificar hacia actividades intensivas en conocimiento, porque se entiende que estas proporcionan mayores retornos y generan mayores externalidades. Además, en las actividades intensivas en conocimiento

las posibilidades para la innovación son mayores: en la práctica se obtienen resultados de innovación más fácilmente por cada peso que se invierte (Klevorick, *et al.*, 1995).

Pero la pregunta más difícil y controversial es: ¿cómo moverse hacia las actividades de conocimiento con mayor potencial de crecimiento y externalidades? La mayoría de los países ahora desarrollados crecieron aprovechando las oportunidades que se abrieron en el pasado, relacionadas con las tecnologías que estaban en el centro de las revoluciones tecnológicas prevaecientes. Lo hizo Inglaterra en la primera Revolución industrial aprovechando las oportunidades que se abrieron con la mecanización de la industria del hilado y tejido de algodón, más el uso de los canales y de los molinos de agua (superando a Holanda, que era el país con mayor grado de desarrollo de la época). Lo hicieron Alemania y Estados Unidos en la tercera y cuarta revolución tecnológica, utilizando el impulso de crecimiento de las industrias eléctrica y química (ambas basadas en la ciencia). Y más recientemente lo hicieron los países asiáticos aprovechando las posibilidades abiertas por las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).¹

Tomando estas experiencias como ejemplo: ¿cuál es la mejor estrategia de diversificación y desarrollo entonces para los países de América Latina en el contexto actual? En este capítulo discutimos la posibilidad que las industrias de RRNN sean utilizadas como plataforma para el desarrollo de las nuevas tecnologías que estarán en el centro de la próxima revolución tecnológica, como la biotecnología y la nanotecnología (Pérez, 2010; Marín, Navas Alemán y Pérez, 2015).

Los países de América Latina han tenido históricamente una fuerte especialización en RRNN que volvió a profundizarse en las últimas décadas (Albrieu, López y Rozenwurcel, 2012). El enfoque tradicional hacia los RRNN –basado en las ideas de los pensadores estructuralistas de América Latina de la mitad del siglo pasado– ha sido utilizarlos como fuente de recursos (impuestos y divisas) para financiar otras actividades como las manufactureras, consideradas como las de mayor potencial para el uso y generación de conocimiento e innovación. Sin embargo, esta estrategia no tuvo el resultado que se esperaba en la mayoría de los países de la región: generar una industria manufacturera competitiva de nivel internacional que pudiera sostener al resto de la economía. Por lo tanto, en la actualidad la región enfrenta un gran dilema: intentar replicar la

1 Ver capítulo 4, de Pérez.

experiencia de los países asiáticos basando la estrategia en la producción manufacturera a gran escala o pensar en nuevas alternativas.

La primera opción parece poco factible, ya que el sendero de desarrollo de los países asiáticos no está disponible en la actualidad: los países de la región no tienen abundancia de mano de obra barata y el precio de las manufacturas simples con las que muchos países asiáticos conquistaron el mercado global ha declinado significativamente en los últimos años. Además, el contexto institucional ha cambiado (*i. e.*, los derechos de propiedad intelectual son mucho más restrictivos en la actualidad que hace treinta años) y los espacios abiertos en el comercio mundial en los que estos países lograron insertarse ya están ocupados. Entonces, resulta crucial para los países de América Latina preguntarse cuáles son los nuevos espacios que se están abriendo en el comercio internacional y que brinden oportunidades de diversificación hacia actividades basadas en conocimiento (Pérez, 2010; Marín, Navas-Alemán y Pérez, 2015).

El mundo hoy se encuentra transitando profundas transformaciones económicas, sociales y tecnológicas en paralelo con una nueva etapa de desarrollo y difusión de las TIC. Ello genera nuevas oportunidades, y también nuevos desafíos, para pensar una estrategia de desarrollo basado en la diversificación hacia actividades intensivas en el uso de conocimiento asociado a los RRNN. Por un lado, las tecnologías que muy probablemente estarán en el centro de la próxima revolución tecnológica –como la biotecnología, nanotecnología, bioelectrónica y nuevos materiales– están muy vinculadas con los RRNN. Los países de la región, con abundancia de RRNN y significativo conocimiento acumulado relacionado con su explotación, pueden aprovechar para desarrollar estas tecnologías y estar preparados para una nueva fase de crecimiento basado en ellas. Por otro lado, un gran desafío para la economía mundial actual es cómo alimentar una población en ascenso y sostener la producción de manufacturas intensivas en materiales. Es muy probable que el consumo de materiales asociado con el crecimiento de los países asiáticos se siga expandiendo por un tiempo. Los países de América Latina pueden aprovechar su especialización histórica en RRNN, las nuevas tecnologías y el conocimiento acumulado en relación con su explotación y el crecimiento en los mercados que seguirá por algunos años, con el fin de desarrollar otras actividades basadas en conocimiento relacionadas con los RRNN.

En este capítulo utilizaremos elementos teóricos y la evidencia empírica disponible para explorar cuáles son estas nuevas posibilidades que

se abren para desarrollar actividades de conocimiento asociadas a los RRNN y cuáles son los desafíos de esta estrategia.

El capítulo se estructura de la siguiente manera: en la siguiente sección se recorre brevemente la evolución del pensamiento acerca de la vinculación entre RRNN, innovación y crecimiento; luego se plantean cuáles son las oportunidades para generar actividades de conocimiento vinculadas a los RRNN y por último se discuten los principales desafíos de esta estrategia.

Recursos naturales, innovación y crecimiento: un repaso de la literatura

En esta sección se resume la evolución del pensamiento acerca de la relación entre RRNN, innovación y crecimiento económico. La sección se divide en dos partes: en la primera se discuten los principales argumentos y la evidencia empírica disponible respecto de la literatura sobre la “maldición de los RRNN” para el crecimiento, y la segunda se focaliza en cómo la literatura de innovación ha entendido la potencialidad de los RRNN para alentar procesos de diversificación productiva, crecimiento y desarrollo.

Crecimiento económico y recursos naturales

La visión convencional acerca de la relación entre RRNN y desarrollo puede resumirse en lo que se conoce como “la maldición de los RRNN”. El argumento principal es que las actividades basadas en RRNN tienen un potencial bajo para contribuir a procesos de crecimiento y desarrollo. Esta visión se ha sustentado tanto en argumentos de tipo económico como político-institucionales que esbozamos seguidamente.

Entre las explicaciones económicas, hay cuatro argumentos prominentes para la llamada “maldición de los recursos naturales”. El primero se relaciona con la idea de una tendencia al deterioro de los términos de intercambio de los productos primarios. En la década de 1950, los economistas de la escuela estructuralista, argumentaron que los países especializados en la exportación de RRNN tienen una tendencia a enfrentar un deterioro en sus términos de intercambio en comparación con los países especializados en otro tipo de productos no basados en RRNN (Prebisch, 1950; Singer, 1950). Ello obedece a rigideces tanto de demanda como de

oferta. Del lado de la demanda, el argumento principal es que los países exportadores de productos primarios no se benefician de aumentos en el crecimiento del ingreso mundial, o al menos no tanto como los exportadores de manufacturas, ya que los bienes basados en RRNN enfrentan una elasticidad ingreso relativamente baja. Esto significa que a medida que el ingreso per cápita se expande, la demanda de RRNN se retrae mientras que la de productos manufacturados se vuelve más dinámica. Esta tendencia conduciría inexorablemente a una ampliación de la brecha de ingresos entre los países industrializados especializados en manufacturas y aquellos especializados en RRNN.² Del lado de la oferta, se argumenta que los RRNN no se benefician en la misma medida del progreso tecnológico en comparación con las manufacturas a través de, por ejemplo, las economías externas marshallianas (Singer, 1950). Además, el escaso progreso tecnológico que afecta a los RRNN generalmente se traduce en una baja de precios que beneficia a los consumidores de los países industrializados pero no en una mayor demanda o mayores ingresos que beneficie a los productores en los países especializados en RRNN.

El segundo argumento está relacionado con la volatilidad de los precios de los productos derivados de los RRNN. Según esta visión, la fluctuación de estos precios hace que los países exportadores de productos basados en RRNN sean más propensos a sufrir cambios abruptos e inesperados en el valor de su canasta exportadora, afectando negativamente sus fundamentos macroeconómicos, volviéndolos más inestables y convirtiendo la inversión privada en una empresa arriesgada e incierta (Nurkse, 1958; Levin, 1960). La tercera explicación está relacionada con la escasa capacidad que tendrían las actividades basadas en RRNN para generar vínculos con el resto de la economía (Singer, 1950; Hirschman, 1958; Singer, 1975). Esta capacidad se ve aún más reducida cuando estos recursos son explotados por empresas multinacionales, las que tienden a repatriar los beneficios en lugar de reinvertirlos localmente. Por lo tanto, las actividades de RRNN se convierten en actividades de tipo enclave, que articulan escasamente con el resto del aparato productivo.

Los tres argumentos anteriores fueron planteados por la escuela estructuralista en la década de 1950, inspirados en el pobre desempeño en el crecimiento de los países latinoamericanos y el deterioro de los térmi-

2 Desde los años ochenta, cuando la evidencia empírica comenzó a estar disponible, los estudios empíricos muestran que desde principios del siglo xx los términos de intercambio para los productos primarios han mostrado una tendencia decreciente (Powell, 1991; Bleaney y Greenaway, 1993; Sapsford y Balasubramanyam, 1994).

nos de intercambio en la posguerra. La recomendación de política, por lo tanto, es que los países con abundantes RRNN deben alentar un proceso de cambio estructural que los aleje de este tipo de actividades y los acerque a actividades más dinámicas como las manufactureras. Este fue el sustento teórico para las políticas de industrialización por sustitución de importaciones (ISI) aplicadas en América Latina desde la década de 1950.

Un argumento adicional contra la especialización en actividades basadas en RRNN puede encontrarse en la experiencia de Países Bajos a fines de la década de 1960, cuando los descubrimientos de gas natural en ese país afectaron negativamente a la actividad manufacturera. La llamada “enfermedad holandesa” se utiliza generalmente en la literatura para referirse a una situación en la que un auge de una actividad basada en RRNN, debido a un descubrimiento de nuevas fuentes de RRNN o a un aumento de los precios de estos productos, genera una apreciación del tipo de cambio real que obstaculiza la competitividad de las exportaciones no vinculadas a estos recursos, e induce el uso de las rentas provenientes de actividades basadas en RRNN para la importación de bienes manufacturados más baratos. Como consecuencia, la economía sufre un efecto de *crowding-out* desplazando recursos desde los sectores transables hacia los no transables. Esta reasignación de recursos puede afectar la balanza comercial y la competitividad del sector manufacturero local, generando una estructura productiva menos diversificada y una posible desindustrialización.

Teóricamente, la justificación económica de la idea de la “maldición de los RRNN” ha sido muy robusta en el transcurso de las últimas décadas. Sin embargo, la evidencia empírica disponible es menos conclusiva con esta idea. Una parte de la evidencia basada en estudios comparativos entre países y casos de estudio proporcionan respaldo a las argumentaciones acerca de la idea de la existencia de una “maldición de los recursos naturales” (Auty, 1993 y 1997; Sachs y Warner, 1995 y 1999; Gylfason, Herbertsson y Zoega, 1999; Nankani, 1980; Wheeler, 1984; Gelb, 1988). Pero otro conjunto de evidencia cuestiona muchos de los argumentos analizados anteriormente en este apartado encontrando: i) evidencia contraria a la idea de una asociación negativa entre inestabilidad en los precios de exportación y crecimiento (Knudsen y Parnes, 1975; MacBean, 1966; Fosu, 1996; Dawe, 1996; Ghos y Ostry, 1994), ii) para ciertas métricas se encuentra que el efecto del deterioro de los términos de intercambio puede no ser robusto (Cuddington, 1992); y iii) que es menos probable que la enfermedad holandesa tenga lugar en países en desarrollo ya que

los recursos están típicamente desempleados y, por lo tanto, su costo de oportunidad es menor (Gelb, 1988; Fardmanesh, 1991). Además, trabajos más recientes, como el de Lederman y Maloney (2008), han cuestionado los estudios que encuentran una asociación negativa entre RRNN y crecimiento simplemente reemplazando la medida absoluta de exportaciones de RRNN como porcentaje del PBI por la medida relativa de las exportaciones netas de productos básicos intensivos en RRNN por trabajador (Sachs y Warner, 1995). En la misma línea, Arezki y Van der Ploeg (2007) sostienen que los países ricos en RRNN que están más abiertos al comercio muestran un mejor desempeño económico y Bravo-Ortega y De Gregorio (2005) demostraron que la relación entre crecimiento y abundancia de RRNN puede ser positiva si se considera el capital humano.

Desde la perspectiva político-institucional, la idea de la “maldición de los RRNN” también es discutida. Los argumentos a favor de esta idea se resumen en la falta de buen gobierno en la forma en que las rentas provenientes de los RRNN se apropian, distribuyen y utilizan en la mayoría de los países con abundancia en RRNN (por ejemplo, Tornell y Lane, 1999; Gylfason, 2004; Torvik, 2009; Isham *et al.*, 2005). De acuerdo con Ross (1999), la falta de buen gobierno puede explicarse por teorías cognitivas, societales y estatales. Las teorías cognitivas sugieren que las rentas extraordinarias provenientes de las actividades de RRNN pueden inducir una especie de miopía entre los actores públicos y privados, llevando a una euforia cortoplacista y una mentalidad de “auge y caída” entre los políticos, mientras que puede producir una mentalidad de hacerse rico rápidamente entre los actores privados. Estos efectos conducirían a una planificación económica y una disciplina fiscal laxa, junto con la imposibilidad de fomentar la creación de nuevas actividades productivas que permitan una mayor diversificación del aparato productivo (Bodin, 1967; Wallich, 1960; Levin, 1960; Nurkse, 1958; Watkins, 1963).

Las teorías societales se centran en la idea de la aparición de actores no estatales (cuyo poder político y posición económica es favorecida por el auge en la producción de RRNN) quienes están a favor de mantener el *statu quo* y obstaculizan la implementación de políticas que permitan diversificar o incentivar otras actividades productivas (Tonrell y Lane, 1999). Finalmente, se encuentran las explicaciones vinculadas con la idea de un Estado rentista (Mahdavy, 1970; Shambayati, 1994; Chaudhry, 1989; Anderson, 1987). Las rentas provenientes de los RRNN harían que los responsables políticos se vuelvan irracionalmente optimistas sobre los ingresos futuros, destinándolas fundamentalmente a mantener el *statu*

quo en lugar de utilizarlas para promover otras actividades productivas que conduzcan a vías alternativas de desarrollo (Mahdavy, 1970).

Las explicaciones anteriores en general coinciden en que la abundancia de RRNN conduce a malas instituciones. Sin embargo, otros estudios argumentan la causalidad opuesta: el marco institucional es el que determina si un país puede beneficiarse o no de las actividades basadas en RRNN (Boschini, Pettersson y Roine, 2007; Cabrales y Hunk, 2011; Hodler, 2006; Caselli y Colean II, 2006). Estos estudios se respaldan en los casos históricos de países hoy desarrollados con abundancia en RRNN como Estados Unidos, Canadá o Noruega, que han logrado un camino de crecimiento y desarrollo generando el marco institucional adecuado (Acemoglu, Johnson y Robinson, 2002; Stevens, 2005).

Recursos naturales e innovación

La literatura de innovación ha clasificado a los RRNN en general como industrias con bajo potencial para contribuir a procesos de crecimiento y desarrollo fundamentalmente por dos razones. En primer lugar, se argumenta que los RRNN son de baja intensidad tecnológica y de conocimiento y que, por lo tanto, ofrecen escasas posibilidades para el progreso técnico y el crecimiento. En segundo lugar, se argumenta que estas actividades operan en general como enclaves, con limitados vínculos con otros sectores y que, por lo tanto, ofrecen escasas oportunidades para encadenamientos y diversificación. Estas ideas se reflejan, por ejemplo, en las taxonomías industriales las cuales clasifican las actividades vinculadas a los RRNN entre las de menor dinamismo tecnológico (OCDE, 1997; Lall, 2000; Katz y Stumpo, 2001).

La siguiente frase de dos economistas de enorme influencia resume muy bien esta visión, todavía dominante: “la riqueza de los recursos naturales no necesita ser producida, sino que simplemente necesita ser extraída [...]. La generación de la riqueza de recursos naturales puede ocurrir independientemente de otros procesos económicos que tengan lugar en un país” (Humphreys, Sachs y Stiglitz, 2007: 4).³

³ “Natural resource wealth does not need to be produced. It simply needs to be extracted [...]. The generation of natural resource wealth can occur quite independently of other economic processes that take place in a country.”

Los cambios en los patrones de demanda, tecnológicos e institucionales que vienen aconteciendo en las últimas décadas han abierto nuevas posibilidades para innovar en todos los sectores, incluidos los asociados a los RRNN. Estos cambios cuestionan, al menos, la calificación de baja tecnología (o *low tech*) y enclave asociada históricamente con los RRNN y obligan a repensar la estrategia de desarrollo con base en estos recursos.

Este tipo de perspectiva, sin embargo, ignora los enormes cambios que han experimentado la economía y la tecnología en las últimas décadas, los cuales han afectado las posibilidades de innovación en todos los sectores. En el caso particular de los RRNN deberían considerarse al menos tres cambios cruciales (Pérez, 2010; Marín, Navas-Alemán y Pérez, 2015).

En primer lugar, la demanda de RRNN ha cambiado significativamente en los últimos años, incentivando y favoreciendo cada vez más la innovación en estas actividades. Por un lado se ha producido un aumento en el volumen de la demanda de RRNN (alimentos, energía, materias primas) asociado al crecimiento acelerado de algunos países asiáticos como China o India, que pareciera continuar en las próximas décadas en paralelo al crecimiento de las clases medias en esos países. Este incremento de la demanda crea incentivos para la innovación de procesos en la medida que los productores se ven forzados a buscar nuevas fuentes de materiales o incrementar la productividad de las ya existentes. Por otro lado, también ha cambiado el patrón de demanda de RRNN emergiendo una demanda hacia aquellos productos menos estandarizados, con mayores grados de variedad y de mayor calidad. Este fenómeno históricamente exclusivo de las manufacturas se está extendiendo también al ámbito de los RRNN en los que cada vez se valora más la diferenciación y la calidad. La variedad de productos basados en RRNN ofrecidos actualmente en el mercado –para fines culinarios, cosméticos, de salud y decoración– eran impensables hace dos o tres décadas cuando predominaba la estandarización y las posibilidades de diferenciación en bienes basados en RRNN eran mínimas. Además, las crecientes preocupaciones ligadas a la sostenibilidad ambiental y social presionan por patrones más sustentables de explotación de RRNN. Estos cambios en los patrones de demanda generan nuevas posibilidades de innovación y la creación de nuevos mercados de nicho (muchos de los llamados “precios Premium”), alejando la idea de que a partir de los RRNN solo pueden producirse *commodities* o productos no diferenciados.

En segundo lugar, importantes avances en las bases de conocimiento relacionadas con los RRNN han contribuido a aumentar las posibilidades de innovación también desde el lado de la oferta. Los avances en las TIC, por ejemplo, están abriendo posibilidades antes impensadas en materia de control de procesos, comunicación y adaptación; las tecnologías digitales, como las impresoras 3D, en términos de flexibilidad y adaptación; las ciencias de los nuevos materiales, en términos del entendimiento de las posibilidades de desarrollo de nuevos productos adaptados a las demandas de los consumidores; y la biotecnología en cuanto a la manipulación de esos materiales. En tercer lugar, y relacionado con los dos cambios anteriores, las grandes empresas del sector han empezado a “desverticalizar” los procesos de producción e innovación (en la medida en que los procesos de innovación se han vuelto más complejos); lo cual crea oportunidades para el desarrollo de proveedores y redes de innovación y, por consiguiente, para la diversificación y el cambio estructural.

Todos estos cambios cuestionan al menos la calificación de baja tecnología (o *low tech*) y enclave asociada históricamente con los RRNN y obligan a repensar la estrategia de desarrollo con base en estos recursos. Entonces la pregunta que subyace es: ¿cómo pensar el desarrollo basado en RRNN en este nuevo contexto? La literatura sobre desarrollo e innovación, en la medida que ha conceptualizado a los RRNN como una maldición en general, no ha generado una visión sobre este tema (Andersen *et al.*, 2015).⁴ Algunos estudios que han analizado con detalle la experiencia de los países que lograron crecer con base en RRNN, sin embargo, han establecido algunos puntos importantes (David y Wright, 1997; Smith, 2007; Torvik, 2009; Ville y Wicken, 2012).

En primer lugar, enfatizan la necesidad de adoptar un enfoque centrado en los vínculos con el objetivo de entender a los sectores no como islas, sino como partes de un sistema de producción en el cual los vínculos sectoriales y entre actores son fundamentales para la evolución del sistema y de cada uno de sus componentes.

En segundo lugar, enfatizan la importancia de atender el tipo y la calidad de los vínculos, no solamente la cantidad. Desde el punto de vista

⁴ El poco interés que ha habido en la literatura sobre innovación para estudiar y entender mejor las actividades vinculadas a los RRNN se refleja, por ejemplo, en las escasas publicaciones científicas sobre el tema: solo el 6% de los artículos publicados en revistas científicas centrados en los temas de innovación y crecimiento en el período 1994-2013 y el 9% de los artículos presentados a las Conferencias de GLOBELICS en el período 2011-2014 se han focalizado en estudiar actividades vinculadas a los RRNN (Andersen *et al.*, 2015).

productivo y de la innovación los vínculos de migración de conocimiento y los verticales resultan centrales (Andersen *et al.*, 2015; Andersen, Marín y Simensen, 2018). Los vínculos de migración de conocimiento ocurren cuando un conocimiento generado en el marco de una actividad vinculada a RRNN “migra” hacia otras áreas de aplicación no directamente vinculadas a los RRNN (Lorenzen, 2006). Este fenómeno sería un proceso de *spillover* de conocimiento de una industria hacia otra. En Noruega, por ejemplo, los desarrollos generados en la industria de la producción de petróleo y gas fueron luego aplicados en áreas como salud, aeroespacial, energías renovables y satelital (Steen y Hansen, 2013; Norwegian Oil and Gas Association, 2014). Ejemplos similares pueden encontrarse en el caso de la minería de oro en Perú (Kuramoto y Sagasti, 2006) y el desarrollo de tecnologías menos contaminantes por parte de proveedores a la minería en Australia (Smith, 2007; Wright y Czelusta, 2007).

Sin embargo, los estudios sobre *spillovers* de conocimiento se centran fundamentalmente en entender cómo el conocimiento migra de una industria manufacturera a otra, y menos en comprender mejor los *spillovers* entre manufacturas, servicios y RRNN (Castellacci, 2008; Martin, 2013). Esto último es un fenómeno que recién comienza a ser estudiado (Andersen, 2012). Por lo tanto, es necesario investigar con mayor profundidad hasta qué punto y en qué casos las industrias de RRNN pueden beneficiarse de este tipo de vínculos.

La experiencia de los países que lograron crecer con base en actividades de RRNN muestra la importancia de entender a estos sectores como parte de un sistema de producción, en el que el tipo y calidad de vínculos que se establecen con actores de otros sectores son fundamentales para la evolución del sistema y de cada uno de sus componentes. Desde el punto de vista productivo y de la innovación los vínculos de migración de conocimiento y los verticales, tanto aguas abajo como aguas arriba, resultan centrales.

Los vínculos verticales han sido analizados en mucha mayor medida. En el caso de los RRNN, tanto desde la política pública como desde la literatura, se ha prestado el mayor grado de atención a los vínculos hacia adelante (o de procesamiento de RRNN) que a los vínculos hacia atrás (desarrollo de proveedores). Esto se manifiesta en ideas del tipo: “si producimos soja, ¿por qué no agregar una etapa más y desarrollar aceite de soja?” o “si tenemos y extraemos litio, ¿por qué no hacemos baterías de litio?”. El pensamiento vinculado al fomento de encadenamientos hacia

atrás, sin embargo, es mucho menos generalizado y extendido. El mayor énfasis en los encadenamientos hacia adelante puede explicarse en gran medida por la idea generalizada de que los RRNN son fácilmente extraíbles, no se requiere de gran complejidad tecnológica para producirlos y operan como enclaves. Entonces una vez extraídos, el desafío mayor es cómo procesarlos y transformarlos en un producto de mayor valor agregado. Resonantes casos de éxitos de encadenamientos verticales hacia adelante refuerzan este pensamiento. Por citar algunos: las industrias que se han desarrollado a partir de la madera en Finlandia, como la industria química y la de papel (Ramos, 1998) o el caso de la producción de bioelectricidad, plásticos biodegradables y etanol a partir de la caña de azúcar en Brasil (Negri, 1977; Moreira y Goldemberg, 1999; Goldemberg, Nigro y Coelho, 2008).

La estrategia de generación de vínculos hacia adelante, sin embargo, se ha argumentado que presenta algunas limitaciones (Andersen, Marín y Simensen, 2018). En primer lugar, estos vínculos pueden ser una oportunidad, pero no son una necesidad; su producto no tiene una demanda asegurada como sí lo tienen los productos de los vínculos hacia atrás, y en muchos casos los desarrollos están orientados a mercados ya ocupados por grandes empresas multinacionales (por ejemplo, baterías de litio o cables de cobre), en que el acceso a los recursos no es una ventaja al menos que haya una política respecto que otorgue ventajas a los productores locales. Asimismo, este tipo de estrategia tiene mayores probabilidades de sufrir problemas de las brechas de conocimiento y acentúa o no resuelve la dependencia de la estructura económica en torno a RRNN.

La evidencia empírica muestra también que los países que han logrado un crecimiento económico sostenido en sectores basados en RRNN, como los países escandinavos, Australia o Canadá, lo han hecho en gran medida aprovechando las oportunidades abiertas para los vínculos hacia atrás (Laestadius, 1998 y 2000; Andersen *et al.*, 2015). Los sectores tradicionales y de RRNN generan demandas de conocimiento para resolver sus problemas productivos y tecnológicos, las cuales, si están bien canalizadas y se fomentan los desarrollos y vínculos adecuados, se transforman en importantes oportunidades para el desarrollo de actividades tecnológicas y de innovación en las instituciones y proveedores locales.

En los países en desarrollo, las empresas de RRNN tienden a tener inicialmente demandas locales más simples (como de servicios de limpieza, acondicionamiento y logística), pero la evolución debe estar orientada hacia la complejidad. En general, la literatura que ha estudiado este fe-

nómeno ha señalado la importancia de que existan capacidades locales para que los vínculos asociados a necesidades de conocimiento prosperen. Sin embargo, hay dos factores adicionales que tendrán que considerarse en este proceso: las competencias de los usuarios y sus necesidades de transformación. Los vínculos hacia atrás con mayores posibilidades de crecimiento serán aquellos relacionados con las necesidades de usuarios innovadores, que enfrenten necesidades complejas, en áreas de conocimiento e innovación con oportunidades tecnológicas (Andersen *et al.*, 2015). La literatura se ha centrado mayormente en las competencias de los proveedores, pero en el caso de los RRNN la importancia de los grandes usuarios no puede ser ignorada. En las economías con industrias de RRNN maduras y de fuerte peso que han sido capaces de diversificar hacia sectores de conocimiento, son estas industrias las que han influenciado la dirección de la innovación por medio de sus demandas de bienes complejos (Ramos, 1998; Kaplan, 2012).

Las demandas de conocimiento para resolver problemas productivos y tecnológicos de los sectores asociados a los RRNN pueden convertirse, como la experiencia de varios países desarrollados lo demuestra, en catalizadores de la innovación en instituciones y proveedores locales. Sin embargo, las posibilidades de generación de vínculos hacia atrás están determinadas no solo por la capacidad de dar respuesta a esas demandas, sino también por las competencias de los potenciales demandantes y usuarios de dichas demandas.

Por lo tanto, entender los procesos de transformación en las industrias maduras es tan importante como entender otros nodos del sistema de innovación. Esto lleva al replanteamiento sobre cuál es el esquema del sistema de innovación que se debe utilizar.⁵ Cuando hablamos del sistema nacional o sectorial de innovación, es común que se ponga la mayor atención en los vínculos entre el sistema científico, que genera conocimiento, y las industrias o actividades que utilizan intensivamente ese conocimiento para desarrollar bienes o servicios, por ejemplo: los proveedores de bienes intensivos en conocimiento. Sin embargo, en el caso de países con fuerte peso de sectores de RRNN y tradicionales, esos vínculos son tan importantes como los que establecen las grandes empresas en estos sectores y sus firmas proveedoras. También, dados los fuertes conflictos sociales y ambientales

5 Ver capítulo 5, de Erbes y Suárez.

que se generan alrededor de las actividades de RRNN, son importantes los vínculos entre estas empresas, las agencias reguladoras y la sociedad civil.

En la próxima sección se analizará en profundidad cuáles son en la actualidad las nuevas oportunidades para innovar en RRNN. En el análisis se combinarán elementos teóricos con la evidencia empírica más reciente sobre innovación y RRNN.

Oportunidades para innovar en recursos naturales

De acuerdo con la evidencia y a las elaboraciones teóricas disponibles, existen al menos tres áreas de oportunidad de relevancia para innovar en torno a los RRNN: i) las especificidades locales, ii) las nuevas áreas de conocimiento, y iv) la demanda por un tipo de producción sustentable (Marín, 2016).

La primera área de oportunidad está vinculada a las condiciones locales de producción, las que son específicas de cada lugar y cambiantes en el tiempo. El clima, el suelo, las plagas, los depósitos minerales, el acceso al agua y otras condiciones de ambiente son únicas y diferentes en cada lugar. Ello genera condiciones específicas de localización para la producción de RRNN, que varían aún dentro de un mismo país, haciendo que las soluciones estandarizadas para llevar adelante las actividades de RRNN en muchos casos no sean las óptimas, y que se necesite de insumos y conocimiento específicos para cada localización. Un factor adicional de la especificidad es que esta no es constante en el tiempo. La biosfera está en permanente cambio, lo que hace que la forma de producir y los insumos que se utilizan en la actualidad puedan no ser los adecuados en un futuro cercano. Esta especificidad, muy diferente a la producción manufacturera en la que las condiciones de ambiente suelen no ser determinantes y pueden ser controladas, constituye una oportunidad de entrada para proveedores que conozcan esas especificidades locales y desarrollen las capacidades para satisfacerlas.

La literatura nos enseña algunos ejemplos ilustrativos. En las zonas petroleras de Noruega, las condiciones extremas del clima favorecieron el desarrollo de proveedores para la industria petrolera *offshore* (deslocalizada), en la medida que las soluciones desarrolladas por las empresas petroleras norteamericanas que operaban en el Golfo de México no se adaptaban a las condiciones nórdicas. Los estudios han mostrado cómo estas condiciones locales específicas, junto con regulaciones de seguridad, favorecieron

el desarrollo de proveedores locales de excelencia (Ramos, 1998). En Sudáfrica, los depósitos de carbón de baja calidad con importantes impurezas favorecieron el desarrollo de proveedores locales con capacidades en el lavado de carbón que luego comenzaron a internacionalizarse utilizando estas y otras capacidades complementarias (Kaplan, 2012). En Argentina y Brasil, las diferentes condiciones agroecológicas y climáticas de las diversas regiones en las que se producen soja y maíz han sido aprovechadas como una oportunidad para el desarrollo de semillas adaptadas por parte de proveedores locales que luego se convirtieron en jugadores internacionales de peso (Marín, Stubrin y Da Silva, 2015). En Chile, la minería en altura ha incentivado el desarrollo de proveedores especializados en insumos especialmente adaptados para estas condiciones climáticas (Stubrin, 2017).

Los ejemplos anteriores ilustran cómo esta condición de especificidad de localización de los RRNN puede constituirse en una ventaja y una oportunidad para el desarrollo de innovaciones al ser aprovechada por proveedores locales o internacionales (Marín, Stubrin y Van Zwanenberg, 2014; Andersen, 2012; Iizuka y Katz, 2015; Morris, Kaplinsky y Kaplan, 2012; Stubrin, 2017). Sin embargo, esta puede convertirse también en una seria desventaja para la actividad si estas especificidades no son atendidas. La evidencia acerca de los problemas sanitarios que enfrentó la industria del salmón en los noventa en Chile sugiere que, en gran medida, estos derivaron de la aplicación de soluciones e instituciones estandarizadas desarrolladas por empresas internacionales para países como Noruega, Japón y Estados Unidos, pero que no consideraban las condiciones locales chilenas (Katz, Iizuka y Muñoz, 2011).

Se reconocen al menos tres áreas de oportunidad para innovar en torno a los RRNN: i) las especificidades ambientales y geográficas en las que se llevan a cabo las actividades de RRNN en cada lugar son diferentes y cambiantes en el tiempo, lo que genera demandas por productos y servicios no estandarizados, y la oportunidad de generar soluciones innovadoras por parte de proveedores e instituciones locales; ii) los avances en nuevas áreas de conocimiento están abriendo oportunidades para que firmas locales desarrollen procesos y productos innovadores más eficientes y más limpios para la producción de RRNN, y de esta manera ocupar nuevos segmentos de la matriz productiva e insertarse de manera más dinámica en las cadenas de valor, y iii) la necesidad imperiosa de desarrollar soluciones tecnológicas que aborden los problemas ambientales generados por las actividades de RRNN abre un abanico de posibilidades de nuevos mercados dinámicos.

La segunda área de oportunidad es la del desarrollo de nuevas soluciones basadas en las nuevas tecnologías como nanotecnología, TIC, biotecnología o nuevos materiales. Los avances en estas nuevas áreas de conocimiento están abriendo oportunidades para el desarrollo de procesos y productos más eficientes y más limpios para la producción de RRNN. Un caso paradigmático es el de la industria de software para la minería en Australia: proveedores locales supieron aprovechar el auge y difusión de las TIC para desarrollar una industria de servicios basada en estas tecnologías que rápidamente logró internacionalizarse (Scott-Kemmis, 2011 y 2013; MTSAA, 2002). Este ejemplo muestra cómo las empresas proveedoras de software australianas lograron abrir y liderar un nuevo mercado en el nivel mundial. En países en desarrollo se registran indicios del aprovechamiento de estas nuevas oportunidades tecnológicas. Por ejemplo, han surgido nuevos proveedores mineros que utilizan conocimiento biotecnológico, de nanotecnología o de TIC para el desarrollo de soluciones para la minería, la acuicultura o la agricultura en países de ingresos medios como Chile, Argentina o Perú⁶ o de ingresos bajos como Nigeria, Ghana y Angola (Morris, Kaplinsky y Kaplan, 2012). Algunos ejemplos destacados en la región son en el caso de la minería, como la empresa chilena Aguamarina, que se ha especializado en la provisión de servicios biotecnológicos para la industria proveyendo soluciones innovadoras relacionadas con el control de polvo, la biocorrosión y el tratamiento de aguas. Esta empresa creó una solución pionera en el mundo basada en bacterias y microalgas para el control de la polución. Sus desarrollos le han permitido constituirse como proveedora de empresas mineras locales e internacionales de envergadura como BPH Billiton, Codelco y Anglo American (Stubrin, 2017; Benavente y Goya, 2012). En agricultura, la empresa argentina Don Mario se constituyó en la principal proveedora de semillas de soja en Sudamérica desplazando a multinacionales como Monsanto y actores de larga historia y gran envergadura como la empresa brasilera estatal Embrapa, gracias al desarrollo de innovaciones continuas y utilizando las más avanzadas herramientas de la biología molecular (Marín, Stubrin y Da Silva Jr., 2015).

Estos ejemplos ilustran que los proveedores locales pueden obtener ventajas y aprovechar las oportunidades vinculadas al nuevo conocimiento para ingresar a sectores de la cadena de valor más dinámicos y

⁶ Ver Bravo-Ortega y Muñoz, 2015; Meller y Gana, 2014; Benavente y Goya, 2012; Stubrin, 2017; Marín, Stubrin y Da Silva Jr., 2015; Iizuka y Katz, 2015; Bamber, Fernandez-Stark y Gereffi, 2016; Pietrobelli, Marín y Olivari, 2018.

sofisticados y, consecuentemente, comenzar a ocupar nuevos segmentos o nichos dentro de la matriz productiva. Resulta crucial, por lo tanto, identificar los nuevos nichos y las áreas inexploradas de aplicación de las nuevas tecnologías.

Finalmente, existen importantes oportunidades relacionadas con la necesidad de desarrollar tecnologías amigables con el medio ambiente. El cambio climático y las preocupaciones por la sustentabilidad ya no pueden ser ignorados. Menos aún en relación con las actividades de RR-NN, que repercuten directamente sobre el medio ambiente. La demanda de soluciones tecnológicas que aborden los problemas ambientales generados por las actividades de RRNN, como las que apuntan al manejo de desperdicios o a la reducción de la contaminación de aguas y aire, será cada vez mayor. Esta demanda se verá reforzada por regulaciones sobre medio ambiente cada vez más rígidas y por los crecientes conflictos con las comunidades locales por contaminación y riesgos de la producción para la salud humana.

Por ejemplo, en Sudáfrica, la necesidad de nuevas soluciones para enfrentar desafíos relacionados a la seguridad y la salud en las minas han sido importantes incentivos para el desarrollo de soluciones innovadoras para controlar la generación de polvo, las emisiones de carbono y el manejo de relaves, entre otros (Walker y Minnitt, 2006). En Chile también se encuentran evidencias en este sentido (Bravo-Ortega y Muñoz, 2015).

Esta demanda por una producción limpia y sustentable genera importantes desafíos de innovación para los *incumbents*, quienes han realizado inversiones y acumulado capacidades de acuerdo con un paradigma diferente en el que la sustentabilidad ambiental quedaba más relegado y los recursos clave como agua y energía eran baratos y sustentables. Los nuevos entrantes, en cambio, tienen una posición privilegiada para tomar ventaja de estas nuevas demandas (Bamber, Fernandez-Stark y Gereffi, 2016).

En resumen, parece haber nuevas oportunidades para el desarrollo de conocimiento pionero y de nuevos proveedores para las actividades de los RRNN, así como para entrar en las cadenas de valor ocupando nuevos espacios. Hay una tensión, por supuesto, ya que los usuarios, clientes y, en general, las empresas multinacionales de gran porte preferirán privilegiar las soluciones modulares estandarizadas, así como mantener a los proveedores históricos y conocidos. Sin embargo, los imperativos para el cambio son de relevancia, ya que la sostenibilidad del sistema en su conjunto está en riesgo. Estamos en el momento propicio para un

nuevo ciclo de desarrollo de servicios requeridos para los RRNN, el cual puede ser aprovechado por proveedores de la región. La satisfacción de las demandas locales puede constituirse en un puntapié inicial para internacionalizarse y convertirse en proveedores de clase mundial.

Desafíos para innovar en recursos naturales

Discutimos dos grandes tipos de desafíos. Los desafíos micro, o aquellos enfrentados por las empresas, y los desafíos macro, o aquellos que se enfrentan desde el punto de vista de políticas. No hacemos una discusión exhaustiva, intentando cubrir todos los posibles desafíos, sino que nos centramos en aquellos que entendemos reciben menos atención.

Un gran desafío micro: construir capacidades tecnológicas y no tecnológicas

Una pregunta crucial es: ¿qué deben hacer los nuevos entrantes para aprovechar las oportunidades de innovación en asociación a la producción de RRNN?

La primera respuesta que se desprende de lo que hemos aprendido de la literatura sobre innovación es que estas firmas necesitan desarrollar capacidades tecnológicas (Nelson y Winter, 1982; Teece, 1994, 1996 y 2000). Este tipo de capacidades involucran los recursos que las firmas adquieren o acumulan, necesarios para gerenciar y manejar el cambio tecnológico (Bell y Pavitt, 1993 y 1995), y estas no se adquieren como un subproducto automático de las actividades de producción e inversión, sino que involucran un esfuerzo especial y procesos de aprendizaje (Lall, 1992). Algunas de las actividades que las empresas llevan a cabo para incrementar sus capacidades de generar cambios son: de investigación y desarrollo (I+D), entrenamiento del personal y desarrollo de habilidades únicas, y el desarrollo de vínculos con otros actores. Estas capacidades se verán luego reflejadas en, por ejemplo, el diseño de producto, la ingeniería de producción, los controles de calidad y la posibilidad de acceder a fuentes internas y externas de conocimiento.

En los estudios de innovación estamos acostumbrados a poner toda la atención en la acumulación de este tipo de capacidades científico-tecnológicas. Estas son sin dudas centrales para el desarrollo de empresas

innovadoras dinámicas. Sin embargo, otro conjunto de capacidades, menos estudiadas dentro de esta literatura, son también de relevancia para los nuevos entrantes en actividades de RRNN. Estas capacidades serían un conjunto de capacidades no tecnológicas, necesarias para llevar nuevos activos tecnológicos al mercado y fundamentales para explotar los activos y capacidades tecnológicas (Marín, Dantas y Obaya, 2016; Pietrobelli, Marín y Olivari, 2018). Estas capacidades son cruciales para los nuevos entrantes que han desarrollado emprendimientos basados en innovaciones de frontera para atender las necesidades locales y cambiantes de las empresas de RRNN. Para poder explotar sus desarrollos, estas empresas necesitan un conjunto de capacidades complementarias a las tecnológicas. Y las capacidades para manejar estos procesos deben evolucionar en paralelo con las capacidades estrictamente tecnológicas para que las empresas que entran en estos nuevos nichos de mercado dinámicos con innovaciones de frontera puedan crecer y evolucionar.

Estas deberán resolver cuestiones como:

- Poner un precio a un activo intangible, cuyo desempeño es difícil de saber y menos probar. Los proveedores de conocimiento, deben ser capaces de negociar, con compradores, sobre todo cuando son grandes empresas de RRNN, ese precio.
- Ejercer influencia en los procesos de toma de decisiones de la actividad de la empresa.
- Convencer a los clientes, grandes compradores o el Estado, por ejemplo, de probar cosas nuevas. Obtener espacios para experimentar.
- Tratar con temas como las normas de bioseguridad, calidad, derechos de propiedad intelectual, regulaciones ambientales, sociedad civil, etcétera.

Algunos estudios han discutido la importancia de las capacidades no tecnológicas para beneficiarse de las innovaciones. Teece (1986), por ejemplo, habla de activos complementarios, necesarios de acuerdo con su argumento, particularmente en el caso de las industrias dinámicas (Colombo, Grilli y Piva, 2006; Pavitt, 1998; Rothaermel, 2001; Teece, 1986; Teece, Pisano y Shuen, 1997; Tripsas, 1997). Rothaermel (2001) encontró, por ejemplo, que para enfrentar deficiencias en este tipo de capacidades, las firmas nuevas de biotecnología típicamente hacen acuerdos con com-

pañías existentes que tienen estas capacidades más desarrolladas en áreas como el manejo de regulaciones y el marketing en mercados organizados.

Las empresas que han desarrollado innovaciones de frontera en actividades vinculadas a los RRNN requieren de desarrollar otras capacidades complementarias a las tecnológicas para poder explotar sus activos tecnológicos en el mercado, crecer y evolucionar.

Un ejemplo puede encontrarse en el caso de la minería chilena, en que los proveedores locales que han sido capaces de desarrollar soluciones tecnológicas de frontera para el proceso minero tienen importantes capacidades científico-tecnológicas, pero encuentran los mayores obstáculos en la comercialización de los desarrollos ante la falta de activos complementarios (*i. e.*, espacios de prueba para testear sus desarrollos) y la dificultad de diseñar una estrategia comercial que les permita expandirse de manera sostenida y competitiva en mercados externos. Además, la capacidad de negociación de las mismas con las empresas mineras resulta un elemento central para el éxito de sus desarrollos innovadores (Stubrin, 2017).

En el caso de la industria de semillas en Argentina, en los estudios previos que hemos realizado, encontramos que algunas de estas capacidades fundamentales, que distinguen compañías con similar nivel de capacidades tecnológicas, son: las vinculadas a las regulaciones en bioseguridad, en que las grandes multinacionales tienen la capacidad de influenciar su armado mientras que las pequeñas muchas veces no tienen la capacidad de cumplirlas; la habilidad para cumplir con derechos de propiedad intelectual, los cuales son múltiples y complejos para semillas; la capacidad de hacer cumplir las regulaciones existentes y defender sus derechos; la capacidad de negociar la distribución de beneficios con otros actores de la cadena; la capacidad de llegar a los agricultores e incentivarlos a que prueben sus innovaciones, dimensión en la que aún una institución como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina está en desventaja con respecto a las empresas multinacionales (EMN) (Marín, Stubrin y Da Silva Jr., 2015).

Un gran desafío macro: el medio ambiente y la inclusión

Un desafío central para cualquier discusión relacionada al uso de RRNN es cómo manejar los problemas ambientales y sociales. La explotación de RRNN trae serios problemas ambientales y sociales que generan conflictos y amenazan la supervivencia de la actividad (Marín y Pérez, 2015).

Dos tipos de enfoques pueden ser identificados frente a esta problemática. Los modelos intervencionistas basados en la idea del planeamiento gerenciado exclusivamente desde arriba (o *top-down*) que se centran en las regulaciones, los cuales están siendo favorecidos por algunas instituciones internacionales con un foco exclusivo en las grandes soluciones tecnológicas (como los organismos genéticamente modificados, OGM), pueden ser de utilidad para manejar ciertos aspectos de una potencial transformación. Sin embargo, no parecen ser la única posibilidad ni la más inteligente en el nuevo contexto, ya que no están aprovechando el enorme potencial que las TIC ofrecen para movilizar a la sociedad civil y favorecer un cambio más radical de la magnitud que será necesaria.

Otro enfoque posible, es uno más *bottom up*, o desde abajo. Las TIC benefician formas más descentralizadas de producción e innovación, las cuales pueden favorecer un nuevo tipo de innovaciones más compatibles con la economía verde. Sin embargo, este no es el único potencial transformador de estas nuevas tecnologías. Las TIC están favoreciendo también una amplia difusión de información, así como el desarrollo de métodos más participativos para la generación de la misma (Wikipedia, por ejemplo); están permitiendo la interconectividad con y entre los lugares más remotos además de, entre otros, una mayor posibilidad de comunicación y participación en todos los ámbitos. Esta nueva tecnología también está siendo utilizada como herramienta para incentivar mayor transparencia en la toma de decisiones, ya que la información clave en procesos de tomas de decisiones de interés para los ciudadanos ahora puede ponerse a disposición de la mayoría de ellos.

Los que han entendido este potencial en la actualidad abogan por la necesidad de incentivar procesos de desarrollo de políticas y de transformación social, en el cual la participación de la mayoría a través de las organizaciones de la sociedad civil, es crucial para el desarrollo de regulaciones, entre ellas las ambientales. En este contexto, las diferencias en perspectivas, instituciones locales, experiencias y respuestas de múltiples ciudadanos y regiones, frente a los problemas ambientales y sociales pueden ser aprovechadas en lugar de ser reprimidas y unificadas,

en un modelo de homogeneización que no es compatible con las nuevas posibilidades de las TIC (Scoones, Leach y Newell, 2015). De esta manera se favorecerían respuestas más creativas y progresistas a los problemas ambientales (por ejemplo, los cambios en la constitución de Bolivia y Ecuador para incluir los derechos de la naturaleza en un nivel similar al de los seres humanos).

Después de todo, en los últimos años ha sido la sociedad civil la que ha diseñado la agenda de cambio que hoy es central para cualquier transición a una economía verde. Tomemos por ejemplo las cuestiones relacionadas con los riesgos de trabajo, la degradación de los recursos, el consumo de químicos, la radiación, la contaminación atmosférica, la contaminación del agua, el cambio climático, etcétera. Todos estos temas fueron abiertos por la sociedad civil y las poblaciones afectadas, no por los gobiernos ni las instituciones internacionales.

Es necesaria la participación social y de la sociedad civil para que se generen cambios importantes en las formas de explotación de los RRNN: como en los cambios de dirección que observamos en la naturaleza, una transformación social solo podrá ser alcanzada realmente a través de una dinámica de diversidad, creatividad y debate/disputa democrática.

Bibliografía

- Acemoglu, Daron; Johnson, Simon y Robinson, James A. (2002). "Reversal of fortune: Geography and institutions in the making of the modern world income distribution". *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 117, n° 4, pp. 1231-1294.
- Albrieu, Ramiro; López, Andrés y Rozenwurcel, Guillermo (coords.) (2012). *Los recursos naturales como palanca del desarrollo en América del Sur: ¿ficción o realidad?* Buenos Aires: Red Mercosur de Investigaciones Económicas.
- Andersen, Allan Dahl (2012). "Towards a new approach to natural resources and development: the role of learning, innovation and linkage dynamics". *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, vol. 5, n° 3, pp. 291-324.
- Andersen, Allan Dahl; Johnson, Bjørn Harold; Marín, Anabel; Kaplan, Dave; Stubrin, Lilia; Lundvall, Bengt-Åke y Kaplinsky, Raphael

- (2015). *Natural resources, innovation and development*. Aalborg: Aalborg University Press.
- Andersen, Allan Dahl; Marín, Anabel y Simensen, Erlend (2018). "Innovation in natural resource-based industries: a pathway to development? Introduction to special issue". *Innovation and development*, vol. 8, n° 1, pp. 1-27.
- Anderson, Lisa (1987). "The State in the Middle East and North Africa". *Comparative Politics*, vol. 20, n° 1, pp. 1-18.
- Arezki, Rabah y Ploeg, Frederick (2007). "Can the Natural Resource Curse be Turned into a Blessing? The Role of Trade Policies and Institutions". IMF Working Paper 07/55.
- Auty, Richard M. (1993). *Sustaining Development in Mineral Economies: The Resource Curse Thesis*. Londres: Routledge.
- (1997). "Natural Resource Endowment, the State and Development Strategy". *Journal of International Development*, vol. 9, n° 4, pp. 651-663.
- Bamber, Penny; Fernandez-Stark, Karina y Gereffi, Gary (2016). "Peru in the Mining Equipment Global Value Chain. Opportunities for Upgrading". Duke University, Center on Globalization, Governance and Competitiveness.
- Bell, Martin y Pavitt, Keith (1993). "Technological accumulation and industrial growth: Contrasts between developed and developing countries". *Industrial and Corporate Change*, vol. 2, n° 2, pp. 157-211.
- (1995). "The development of technological capabilities". En Irfan-ul-Haque, R. y Bell, M. N. (eds.), *Trade, technology, and international competitiveness*, pp. 69-101. Washington: The World Bank.
- Benavente, José Miguel y Goya, Daniel (2012). "Copper mining in Chile". Sectorial Report, Project Opening up Natural Resource-Based Industries for Innovation: Exploring New Pathways for Development in Latin America, IDRC.
- Bleaney, Michael y Greenaway, David (1993). "Long-Run Trends in the Relative Price of Primary Commodities and in the Terms of Trade of Developing Countries". *Oxford Economic Papers*, New Series, vol. 45, n° 3, pp. 349-363.

- Bodin, Jean (1967). *Six Books of a Commonwealth*. Abreviado y traducido por Tooley, M. J. (ed.). Nueva York: Barnes Noble.
- Boschini, Anne D.; Pettersson, Jan y Roine, Jesper (2007). "Resource curse or not: A question of appropriability". *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 109, n° 3, pp. 593-617.
- Bravo-Ortega, Claudio y De Gregorio, José (2005). "The Relative Richness of the Poor? Natural Resources, Human Capital and Economic Growth". Policy Research Working Paper, Series 3484, World Bank.
- Bravo-Ortega, Claudio y Muñoz, Leonardo (2015). "Knowledge Intensive Mining Services in Chile: Challenges and Opportunities for future development". IDB Working Paper.
- Cabrales, Antonio y Hauk, Esther (2011). "The quality of political institutions and the curse of natural resources". *The Economic Journal*, vol. 121, n° 551, pp. 58-88.
- Caselli, Francesco y Coleman II, Wilbur John (2006). "On the theory of ethnic conflict". Discussion Paper N° 5622, CEPR, Londres.
- Castellacci, Fulvio (2008). "Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation". *Research Policy*, vol. 37, n° 6-7, pp. 978-994.
- Chaudhry, Kiren Aziz (1989). "The Price of Wealth: Business and State in Labor Remittance and Oil Economies". *International Organization*, vol. 43, n° 1, pp. 101-145.
- Colombo, Massimo; Grilli, Luca y Piva, Evila (2006). "In search of complementary assets: The determinants of alliance formation of high-tech start-ups". *Research Policy*, vol. 35, n° 8, pp. 1166-1199.
- Cuddington, John T. (1992). "Long Run Trends in 26 Primary Commodity Prices". *Journal of Development Economics*, vol. 39, n° 2, pp. 207-227.
- David, Paul A. y Wright, Gavin (1997). "Increasing returns and the genesis of american resource abundance". *Industrial and Corporate Change*, vol. 6, n° 2, pp. 203-242.
- Dawe, David (1996). "A New Look at the Effects of Export Instability on Investment and Growth". *World Development*, vol. 24, n° 12.

- Fardmanesh, Mohsen (1991). "Dutch disease economics and oil syndrome: An empirical study". *World Development*, vol. 19, n° 6, pp. 711-717.
- Fosu, Augustin Kwasi (1996). "Primary Exports and Economic Growth in developing countries". *The World Economy*, vol. 19, n° 4, pp. 465-47.
- Gelb, Alan (1988). *Oil Windfalls: Blessing or Curse?* Nueva York: Oxford University Press.
- Ghosh, Atish R. y Ostry, Jonathan D. (1994). "Export Instability and the External Balance in Developing Countries". *Staff Papers (International Monetary Fund)*, vol. 41, n° 2, pp. 214-235.
- Goldemberg, José; Nigro, Francisco y Coelho, Suani (2008). "Bioenergy in the State of Sao Paulo - Present situation, perspectives, barriers and proposals". Imprensa Oficial do Estado de Sao Paulo.
- Gylfason, Thorvaldur (2004). "Natural resources and economic growth: from dependence to diversification". CEPR Discussion Paper, N° 4808.
- Gylfason, Thorvaldur; Herbertsson, Tryggvi Thor y Zoega, Gylfi (1999). "A mixed blessing: natural resources and economic growth". *Macroeconomic Dynamics*, n° 3, pp. 204-225.
- Hirschman, Albert O. (1958). *Strategy of economic development*. New Haven: Yale University Press.
- Hodler, Roland (2006). "The curse of natural resources in fractionalized countries". *European Economic Review*, vol. 50, n° 6, pp. 1367-1386.
- Iizuka, Michiko y Katz, Jorge (2015). "Globalization, Sustainability and the Role of Institutions: the case of the Chilean salmon industry". *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, vol. 106, n° 2, pp. 140-153.
- Imbs, Jean y Wacziarg, Romain (2003). "Stages of Diversification". *The American Economic Review*, vol. 93, n° 1, pp. 63-86.
- Isham, Jonathany; Pritchett, Lant; Woolcock, Michael y Busby, Gwen (2005). "The Varieties of Resource Experience: Natural Resource Export Structures and the Political Economy of Economic Growth". *The World Bank Economic Review*, vol. 19, n° 2, pp. 141-174.

- Kaplan, David (2012). "South African Mining Equipment and Specialist Services: Technological Capacity, Export Performance and Policy". *Resources Policy*, vol. 37, n° 4, pp. 425-433.
- Katz, Jorge; Iizuka, Michiko y Muñoz, Samuel (2011). *Creciendo en base a los recursos naturales, "tragedias de los comunes" y el futuro de la industria salmonera chilena*. Serie Desarrollo Productivo N° 191. Santiago de Chile: ONU, CEPAL.
- Katz, Jorge y Stumpo, Giovanni (2001). "Regímenes sectoriales, productividad y competitividad internacional". *Revista de la CEPAL*, N° 75.
- Klevorick, Alvin K.; Levin, Richard C.; Nelson, Richard y Winter, Sidney (1995). "On the Sources and Significance of Interindustry Differences in Technological Opportunities". *Research Policy*, vol. 24, n° 2, pp. 185-205.
- Knudsen, Odin y Parnes, Andrew (1975). *Trade Instability and Economic Development: An Empirical Study*. Lexington: Lexington Books.
- Kuramoto, Juana y Sagasti, Francisco (2006). *Innovation in resource-based technology clusters: investigating the lateral migration thesis. Cleaning Pollution: From Mining to Environmental Remediation*. Pretoria: Human Sciences Research Council.
- Laestadius, Steffan (1998). "The relevance of science and technology indicators: the case of pulp and paper". *Research Policy*, vol. 27, n° 4, pp. 385-395.
- (2000). "Biotechnology and the Potential for a Radical Shift of Technology in Forest Industry". *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 12, n° 2, pp. 193-212.
- Lall, Sanjaya (1992). "Technological capabilities and industrialization". *World Development*, vol. 20, n° 2, pp. 165-186.
- (2000). "The technological structure and Performance of Developing Country Manufactured Exports, 1985-98". *Oxford Development Studies*, vol. 28, n° 3, pp. 337-369.
- Lederman, Daniel y Maloney, William (2008). "In Search of the Missing Resource Curse". *Policy Research Working Paper 4766*. Washington, DC: World Bank.
- Levin, Jonathan (1960). *The Export Economies: Their Pattern of Development in Historical Perspective*. Cambridge: Harvard University Press.

- Lorentzen, Jo (2006). "Lateral migration in resource-intensive economies: technological learning and industrial policy". Human Sciences Research. Paper prepared for Globelics Africa Conference 2005.
- MacBean, Alasdair (1966). *Export Instability and Economic Development*. Londres: Geroge Allen and Unwin Ltd.
- Mahdavy, Hussein (1970). "The Patterns and Problems of Economic Development in Rentier States: The Case of Iran". En Cook, Michael (ed.), *Studies in Economic History of the Middle East*. Londres: Oxford University Press.
- Marín, Anabel (2016). "Las industrias de recursos naturales como plataforma para el desarrollo de América Latina". En Denzin, Christian y Cabrera, Carlos (eds.), *Nuevos enfoques para el desarrollo productivo, Estado, sustentabilidad y política industrial*. Ciudad de México: Fundación Friedrich Ebert (FES).
- Marín, Anabel; Dantas, Eva y Obaya, Martín (2016). "Alternative technological paths in new NR-related industries: the case of seeds in Argentina and Brazil". En revisión World Development. Disponible en: <http://www.fund-cenit.org.ar/alternative-technological-paths-in-new-nr-related-industries-the-case-of-seeds-in-argentina-and-brazil/publicacion/392/es/>.
- Marín, Anabel; Navas-Alemán, Lizbeth y Pérez, Carlota (2015). "Natural Resource Industries as a Platform for the Development of Knowledge Intensive Industries". *Tijdschrift Voor Economische, en Sociale Geografie*, vol. 106, n° 2, p. 154.
- Marín, Anabel y Pérez, Carlota (2015). "Nuevas direcciones tecnológicamente viables y sostenibles para el desarrollo de América Latina". *Revista Integración y Comercio* n° 39, pp. 31-43.
- Marín, Anabel; Stubrin, Lilia y Da Silva Jr., J. J. (2015). "Kibs Associated to Natural Based Industries: Seeds Innovation and Regional Providers of the Technology Services Embodied in Seeds in Argentina and Brazil, 2000-2014". Discussion Paper, N° IDB-DP-375. Disponible en: <http://publications.iadb.org/handle/11319/6955>.
- Marín, Anabel; Stubrin, Lilia y Van Zwanenberg, Patrick (2014). "Developing capabilities in the seed industry: which direction to follow?". SPRU Working Paper Series, N° 12.

- Martin, Ben R. (2013). "Innovation Studies: An emerging agenda". En Fagerberg, Jan; Martin, Ben y Andersen, Esben S. (eds.), *Innovation Studies. Evolution and future challenges*. Oxford: Oxford University Press.
- Meller, Patricio y Gana, Joaquín (2014). "Innovación: el caso de cobre chileno". En Meller, Patricio y Gana, Joaquín, *El cobre chileno como plataforma de innovación tecnológica*. Santiago de Chile: CIEPLAN.
- Mining Technology Services Action Agenda (MTSAA) (2002). "Technology Transfer and R&D Coordination Working Group Industry Issues". Paper at www.industry.gov.au.
- Moreira, José y Goldemberg, José (1999). "The Alcohol program". *Energy Policy*, vol. 27, n° 4, pp. 229-245.
- Morris, Mike; Kaplinsky, Raphael y Kaplan, David (2012). "One things lead to another- commodities, linkages and industrial development". *Resources Policy*, vol. 37, n° 4, pp. 408-416.
- Nankani, Gobind T. (1980). "Development problems of Nonfuel Mineral Exporting Countries". *Finance and Development*, vol. 17, n° 1, pp. 6-10.
- Negri, Barjas (1977). "Um estudo de caso da indústria nacional de equipamentos: Análise do Grupo Dedini (1920-1975)". M. Sc. Thesis, IFCH, Unicamp, Brazil.
- Nelson, Richard y Winter, Sidney (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Norwegian Oil and Gas Association (2014). *Teknologi-Overføringer* (In english: Technology Transfers). Forus: Norwegian Oil and Gas Association.
- Nurkse, Ragnar (1958). "The Quest for a Stabilization Policy in Primary Producing Countries". *Kyklos*, vol. 11, n° 2, pp. 139-140.
- OCDE, (1997). "Revision of the high technology sector and product classification" DSTI/IND/STP/SWP/NESTI (97) 1. OCDE, París.
- Pavitt, Keith (1998). "Technologies, products and organization in the innovating firm: what Adam Smith tells us and Joseph Schumpeter doesn't". *Industrial and Corporate change*, vol. 7, n° 3, pp. 433-452.

- Pérez, Carlota (2010). "Technological Revolutions and Techno-economic Paradigms". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 34, n° 1, pp. 185-202.
- Pietrobelli, Carlo; Marín, Anabel y Olivari, Jocelyn (2018). "Innovation in mining value chains: New evidence from Latin America". *Resources Policy*, vol. 58, n° C, pp. 1-10.
- Powell, Andrew (1991). "Commodity and Developing Country Terms of Trade: What Does the Long Run Show?". *The Economic Journal*, vol. 101, n° 409, pp. 1485-1496.
- Prebisch, Raúl (1950). "The economic development of Latin America and its principal problems". United Nations Department of Economic Affairs, Economic Commission for Latin America (ECLA), Nueva York.
- Ramos, Joseph (1998). "A development strategy founded on natural resource-based production clusters". *Cepal Review*, n° 66, pp. 105-129.
- Ross, Michael L. (1999). "The Political Economy of the Resource Curse". *World Politics*, vol. 51, n° 2, pp. 297-322.
- Rothaermel, Frank (2001). "Incumbent's advantage through exploiting complementary assets via interfirm cooperation". *Strategic Management Journal*, vol. 22, n° 6-7, pp. 687-699.
- Sachs, Jeffrey D. y Warner, Andrew M. (1995). "Natural Resource Abundance and Economic Growth". NBER Working Paper Series, Working Paper 5398.
- (1999). "The big push, natural resource booms and growth". *Journal of Development Economics*, vol. 59, n° 1, pp. 43-76.
- Sachs, Jeffrey; Humphreys, Macartan y Stiglitz, Joseph (eds.) (2007). *Escaping the resource curse*. Nueva York: Columbia University Press.
- Sapsford, David y Balasubramanyam Vudayagi N. (1994). "The Long-Run Behavior of the Relative Price of Primary Commodities". *World Development*, vol. 22, n° 11, pp. 1737-1745.
- Scoones, Ian; Leach, Melissa y Newell, Peter (eds.) (2015). *The politics of green transformations*. Routledge: Oxon.
- Scott-Kemmis, Don (2011). "Australian Story – The Formation of Australian Mining Technology Services and Equipment Suppliers".

Report to the Department of Industry, Innovation, Science, Research and Tertiary Education

- (2013). “How about those METS? Leveraging Australia’s mining equipment, technology and services sector”. Mining Council of Australia.
- Shambayati, Hootan (1994). “The Rentier State, Interest Groups and the Paradox of Autonomy: State and Business in Turkey and Iran”. *Comparative Politics*, vol. 26, n° 3, pp. 307-331.
- Singer, Hans W. (1950). “The Distribution of Gains between Investing and Borrowing Countries”. *The American Economic Review*, vol. 40, n° 2, pp. 473-485.
- (1975). *The Strategy of International Development: Essays in the Economics of Backwardness*. Londres: Macmillan.
- Smith, Keith (2007). “Innovation and growth in resource-based economies”. *CEDA Growth*, n° 58, pp. 50-57
- Steen, Markus y Hansen, Gard Hopsdal (2013). “Same Sea, Different Ponds: Cross-Sectorial Knowledge Spillovers in the North Sea”. *European Planning Studies*, vol. 22, n° 10, pp. 2030-2049.
- Stevens, Paul (2005). “‘Resource curse’ and how to avoid it?”. *The Journal of Energy and Development*, vol. 31, n° 1, pp. 1-20.
- Stubrin, Lilia (2017). “Innovation, learning and competence building in the mining industry. The case of knowledge intensive mining suppliers (KIMS) in Chile”. *Resources Policy*, vol. 54, pp. 167-175.
- Teece, David (1986). “Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy”. *Research Policy*, vol. 15, n° 6, pp. 285-305.
- (1994). “Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy”. *Transnational Corporations and Innovatory Activities*, vol. 15, n° 73, pp. 679-730.
- (1996). “Firm organization, industrial structure, and technological innovation”. *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 31, pp. 193-224.

- (2000). “Strategies for managing knowledge assets: the role of firm structure and industrial context”. *Long Range Planning*, vol. 33, n° 1, pp. 35-54.
- Teece, David; Pisano, Gary y Shuen, Amy (1997). “Dynamic capabilities and strategic management”. *Strategic Management Journal*, vol. 18, n° 7, pp. 509-533.
- Tornell, Aaron y Lane, Philip R. (1999). “The voracity effect”. *American Economic Review*, vol. 89, n° 1, pp. 22-46.
- Torvik, Ragnar (2009). “Why do some resource-abundant countries succeed while others do not?”. *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 25, n° 2, pp. 241-256.
- Tripsas, Mary (1997). “Unraveling the process of creative destruction: Complementary assets and incumbent survival in the typesetter industry”. *Strategic Management Journal*, vol. 18, n° 1, pp. 119-142.
- Ville, Simon Philip y Wicken, Olav (2012). “The dynamics of resource-based economic development: Evidence from Australia and Norway”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 22, n° 5.
- Walker, Marian I. y Minnitt, Richard (2006). “Understanding the dynamics and competitiveness of the South African minerals inputs cluster”. *Resources Policy*, vol. 31, n° 1, pp. 12-26.
- Wallich, Henry Christopher (1960). *Monetary problems of an Export Economy*. Cambridge: Harvard University Press.
- Watkins, Melville H. (1963). “A Staple Theory of Economic Growth”. *The Canadian Journal of Economics and Political Science*, vol. 29, n° 2, pp. 141-158.
- Wheeler, David (1984). “Sources of Stagnation in Sub-Saharan Africa”. *World Development*, vol. 12, n° 1, pp. 1-23.
- Wright, Gavin y Czelusta, Jesse (2007). “Resource-based economic growth, past and present”. En Lederman, Daniel y Maloney, William (eds.), *Natural Resources, Neither Curse Nor Destiny*. Washington: World Bank.

Bibliografía recomendada

- Andersen, Allan Dahl; Johnson, Bjørn Harold; Marín, Anabel; Kaplan, Dave; Lundvall, Bengt-Åke y Stubrin, Lilia (2015). *Globelics Thematic Review. From Natural Resource Based to Knowledge Based Economies*. Aalborg: Aalborg University Press.
- Marín, Anabel (2016). “Las industrias de recursos naturales como plataforma para el desarrollo de América Latina”. En Denzin, Christian y Cabrera, Carlos (eds.), *Nuevos enfoques para el desarrollo productivo, Estado, sustentabilidad y política industrial*. Ciudad de México: Fundación Friedrich Ebert (FES).
- Marín, Anabel y Stubrin, Lilia (2017). “Oportunidades y desafíos para convertirse en un innovador mundial en Recursos Naturales (RN)”. El caso de las empresas de semillas en Argentina”. *Desarrollo Económico*, vol. 56, n° 220, pp. 471-497.
- Pérez, Carlota (2010). “Technological dynamism and social inclusion in Latin America: a resource-based production development strategy”. *CEPAL Review*, N° 100, pp. 121-141.

Capítulo 14

Innovación, territorio y desarrollo: implicaciones analíticas y normativas del concepto de *arranjos* y sistemas productivos e innovativos locales*

*Helena Lastres, José Cassiolato, Marcelo Matos
y Marina Szapiro
Universidade Federal do Rio de Janeiro*

Introducción

La capacidad de generar, usar y difundir innovaciones es un elemento estratégico en el nuevo orden mundial. A lo largo de los años, tal reconocimiento ha estimulado importantes avances en la comprensión de la innovación con consecuentes implicancias para la política. Algunos elementos resumen los avances en el conocimiento sobre la innovación en términos de la nueva generación de políticas en la segunda década del milenio. A los fines de este capítulo, se destaca el reconocimiento de que la dinámica innovadora no se restringe a una única organización o a un único sector, estando fuertemente asociada a diferentes actividades y capacidades. Depende de las organizaciones, de sus cadenas y complejos productivos, y de los demás actores no económicos que componen los diferentes sistemas productivos, así como de los ambientes en que se insertan.

A lo largo de los últimos treinta años, la innovación pasó a formar parte y a crecer en importancia también en la agenda de políticas públi-

* Traducción: Diana Suárez.

cas.¹ El consenso acerca de su relevancia –tanto en la academia como en círculos gubernamentales y empresariales– contribuyó a hacer del tema un prestigioso símbolo de modernidad. Sin embargo, en la base de ese consenso hay confusiones y divergencias en el entendimiento del concepto de innovación que presentan significativas implicancias para las políticas.

La propia noción de desarrollo y la de la contribución que puede tener la innovación a este, también, están lejos de entendimientos uniformes. Esto también contribuye a que las políticas de innovación presenten marcadas diferencias de acuerdo con las distintas perspectivas conceptuales adoptadas. Mientras los manuales neoclásicos ignoraban el tema, las contribuciones del estructuralismo latinoamericano argumentaban que el progreso técnico tiene una función central en la explicación de las transformaciones del capitalismo y en la determinación del proceso histórico que establece las jerarquías de organizaciones, regiones y países. Para Celso Furtado (1961) desarrollo debe ser comprendido con una mirada sistémica e históricamente determinada. El mismo autor estableció una relación expresa entre el desarrollo y el cambio tecnológico y señaló que un auténtico cambio cualitativo en el caso brasileño, pero que aplica al resto de la región latinoamericana necesitaría, además de la reforma agraria, la existencia de “un centro dinámico capaz de impulsar el conjunto del sistema productivo” (Furtado, 2004: 485).

Después de la crisis de los años setenta, en Latinoamérica y en el mundo, volvieron al debate internacional las ideas neoliberales, según las cuales la cuestión del desarrollo no sería relevante ni el estado necesario. Entre otras cosas, esta agenda proponía la maximización del crecimiento a largo plazo a través de la búsqueda de la “eficiencia asignativa de corto plazo”, determinada por el precio de mercado. Aunque reconociendo las numerosas fallas, los mercados imperfectos serían preferidos a Estados imperfectos.² Tal perspectiva redujo el problema del subdesarrollo a la simple cuestión de seguir algunas recetas: corregir los precios e instalar

1 Aunque la preocupación por la creación de capacidades científicas y tecnológicas, ya forma parte de esa agenda desde los años 1950, es en la transición del milenio que el tema de la innovación adquiere unanimidad y gana papel central en la política pública de desarrollo productivo e industrial.

2 Los principales defensores de la “contrarrevolución en la teoría y la política del desarrollo” introdujeron una agenda neoliberal radical en la que “el desarrollo prácticamente desaparece como una cuestión específica [...] (restando) solo como el bienestar a ser alcanzado por la eliminación de los obstáculos al funcionamiento del mercado” (Arocena y Sutz, 2005: 16). Para detalles, ver Cassiolato y Lastres, 2017.

de manera “correcta” los derechos de propiedad, las instituciones y los modos de gobernanza y competitividad. Este modelo fue emulado y replicado en todo el mundo bajo orientación de iniciativas y ejemplos del caso angloamericano, influenciando incluso las políticas para el desarrollo productivo e innovador.

El análisis de las fallas de tales prescripciones reforzó la necesidad de profundizar el entendimiento del proceso innovador y de desarrollar un instrumental analítico y de orientación de políticas más amplio y complejo que aquellos ofrecidos por la teoría económica convencional. Estos progresos llevaron a la revisión de las formas tradicionales de apoyo practicadas y al diseño de nuevas políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI). Sin embargo, se constata que tanto en el caso latinoamericano como internacional, todavía no se han incorporado ni en el medio académico, ni en el de planificación e implementación de políticas. De ahí la importancia de revisar algunos de los avances y experiencias ya alcanzados y de discutir las implicancias de políticas correlacionadas con ello.

En esta discusión hay que reconocer que los conceptos, indicadores y modelos de política no son neutros, no pueden ser copiados y necesariamente deben ser contextualizados y anclados en los objetivos estratégicos del desarrollo de las diferentes situaciones a que se destinan. Así, el objetivo de este artículo es analizar la elaboración y uso de los nuevos enfoques teóricos y conceptuales para entender y promover los procesos de producción, innovación y desarrollo. Para ello, de modo articulado con los primeros capítulos de este libro, se retoman los principales progresos alcanzados en el entendimiento del concepto de innovación que inspiraron la creación del abordaje de *arranjos** y sistemas productivos e innovativos locales, desarrollados en Brasil por una red nacional de investigadores: la RedeSist.³ De esta manera, será posible recuperar los aprendizajes de elaborar y poner en práctica ese enfoque tanto de la esfera de investigación como de política.

El texto está organizado de la siguiente manera: en la siguiente sección se rescatan los principales ejes de evolución del concepto de innovación,

* El concepto de “arranjos” no encuentra una traducción cabal al idioma español, aunque habitualmente se traduce como “arreglos”. Este concepto remite a la aglomeración de actores e instituciones en un territorio geográficamente delimitado, en el marco del cual se desarrollan diferentes actividades, aunque el foco del desarrollo conceptual del concepto estuvo puesto en las actividades productivas y de innovación de nivel local (arranjos productivos e innovativos locales) (N. de T.).

3 En portugués: Rede de Arranjos e Sistemas Produtivos e Inovativos Locais (ver: www.redesist.ie.ufrj.br).

enfocándose en uno de sus desdoblamientos principales: el desarrollo de la visión sistémica y contextualizada, de los enfoques de sistemas nacionales y locales de innovación, con sus implicadas en las políticas; en la tercera sección se presenta una síntesis de la experiencia brasileña con el desarrollo y utilización práctica del concepto de sistemas y *arranjos* productivos e innovativos locales; y en la última sección se discuten las ventajas de las políticas contextualizadas y sistémicas de innovación, realzando las oportunidades para la elaboración de nuevos enfoques analíticos y de política para el desarrollo productivo e innovador.

Innovación: un proceso sistémico, contextual y acumulativo

A fines de los años 2010, al mismo tiempo que aumenta el reconocimiento del papel de la innovación en el desarrollo, se perfeccionan las políticas para su promoción. Sin embargo, se percibe aún tanto incomprendimientos de los elementos básicos del concepto como la predominancia de visiones restringidas y lineales de innovación. Las implicancias para la política son significativas para todos los países y territorios del mundo, especialmente aquellos que más se distancian y difieren de los que ocupan la delantera en las formulaciones conceptuales, analíticas y normativas, sobre innovación. Se enfatiza que estas formulaciones y sus orientaciones para su uso reflejan los contextos en que se generan. Y, sobre todo, que las discusiones sobre el papel de la innovación y sus políticas exigen aún mayor atención en una era que muchos titulan “del conocimiento”, no pudiéndose ignorar las *cuestiones de poder involucradas*.⁴ De ahí la relevancia de retomar algunos de los desdoblamientos principales de la evolución teórica y conceptual, buscando reafirmar los principales marcos que fundamentan el desarrollo en Brasil del concepto de *arranjos* y sistemas productivos e innovativos locales, al final de los años 1990.

Un primer punto a resaltar remite a la *distinción entre información y conocimiento*⁵ y entre conocimientos tácitos y codificables. Estos últimos, transformados en informaciones, de hecho pueden ser reproducidos, al-

⁴ Ver detalles en Lastres y Albagli, 1999; Lastres, 2007; Matos *et al.*, 2017; Cassiolato y Lastres, 2008 y 2017; Lastres y Cassiolato, 2017.

⁵ Se subraya que el área de economía de la innovación surgió exactamente defendiendo tesis opuestas a la teoría neoclásica, la cual tomaba información y conocimiento como sinónimos; y consideraba la tecnología como factor externo y una “cuasi mercancía”, que podría ser comprada o transferida.

macenados, transferidos, adquiridos o comercializados. La transformación de los conocimientos tácitos en señales o códigos y su transmisión son extremadamente difíciles, pues se asocian a procesos de aprendizaje, los cuales son totalmente dependientes de contextos y formas específicas de interacción social. Se resalta la complementariedad entre los dos tipos de conocimiento, la imprescindibilidad del primero para la decodificación del segundo y que partes expresivas de las capacidades productivas e innovadoras son tácitas y derivan del proceso de aprendizaje, haciendo, produciendo, usando e interactuando. Por lo tanto, no se originan solo en la realización o contratación de actividades de investigación y desarrollo (I+D) o de la importación de tecnologías.⁶

A esto se suma que, hasta finales de los años setenta, la innovación era vista como resultante de etapas sucesivas de investigación básica, investigación aplicada, desarrollo, producción y difusión (visión lineal de la innovación).⁷ Varios estudios pusieron en claro los problemas derivados de separar y de considerar como alternativos los dos lados de lo que pasó a ser comprendido como un mismo proceso. Se rompió definitivamente con la entonces usual visión restringida y dicotómica que colocaba como antagonicos los impulsos provenientes de la oferta o de la demanda de conocimientos (*science push* versus *demand pull*). A partir de ahí, se consolidó el entendimiento de la innovación no más como un acto puntual, aislado e independiente, sino como proceso no lineal y sistémico (Freeman, 1982).⁸

Entre otras conclusiones que acompañaron el énfasis conferido al entendimiento más amplio de la innovación, se señalan los siguientes reconocimientos. En primer lugar, que los principales atributos de los casos de éxito innovador apuntaban a los vínculos con las diversas fuentes de información tanto “internas” –realización de actividades de I+D, producción, marketing, comercialización, capacitación, contratación de recursos humanos, etcétera– como “externas a las organizaciones”, des-

6 De ahí la argumentación de que “*innovation is much more than R&D*” y el desarrollo de las contribuciones sobre los procesos de “*learning by doing, by using, by interacting*”. Para detalles ver los capítulos 1 y 8 de este libro y también Cassiolato y Lastres, 2017; Lastres *et al.*, 2014a.

7 La discusión sobre las fuentes de innovación generalmente se polarizaba entre aquellos que atribuían mayor importancia al avance del desarrollo científico (*science push*); y los que enfatizaban la relevancia de las presiones de la demanda por nuevas tecnologías (*demand pull*). Como consecuencia, las políticas para la CTI de países y organismos internacionales también pasaron a alternar el énfasis en la ampliación de la infraestructura y la oferta de nuevos conocimientos científicos y tecnológicos al estímulo y organización de la demanda por estos.

8 Ver capítulo 1 de Motta y Morero.

tacándose desde las relaciones tradicionalmente vistas como cruciales entre empresas e instituciones de enseñanza e investigación (IEP) y entre empresas de una misma cadena o complejo productivo y entre aquellos competidores, además de los propios usuarios. En segundo lugar, que la ingeniería inversa representaba el modo preponderante utilizado por la mayoría de las empresas para adquisición de conocimientos, resaltando la relevancia de las articulaciones y los flujos de conocimientos entre actores productivos e innovativos del mismo sistema productivo. En tercer lugar, se reiteró que la acumulación de capacidades internas de las organizaciones se mostraba esencial para la innovación, posibilitando tanto el perfeccionamiento de procesos, como la asimilación y el uso de conocimientos traídos desde fuera.

Estas conclusiones también confirmaron: i) la complementariedad entre innovaciones incrementales y radicales, técnicas y organizativas y sus diferentes y simultáneas fuentes; ii) que el dinamismo productivo e innovador depende no solo del desempeño de las empresas y de cómo estas interactúan entre sí y con los demás actores económicos y no económicos, sino también del contexto en que tales procesos ocurren; y iii) que la capacidad productiva e innovadora de un país o región refleja condiciones culturales e históricas propias.

Tales reconocimientos revigorizaron la conclusión de que la adquisición de equipos y tecnologías en el exterior no sustituye a los esfuerzos locales para la generación de conocimientos e innovaciones. Al contrario, incluso la compra, copia, incorporación y uso de los mismos requiere significativa capacitación previa. Se agrega que una dimensión crucial del aprendizaje se relaciona con la facultad de poner en práctica los conocimientos y las tecnologías adquiridas. Y como la capacidad de generar e internalizar nuevos conocimientos depende de ponerlos en práctica, se vuelve imprescindible la existencia de bases productivas que completen el ciclo del aprendizaje.

En las políticas, son expresivas las implicancias de la constatación de que la generación de conocimientos, su introducción y difusión en el sistema productivo exigen capacidades locales significativas; y de que la capacidad innovadora deriva del ambiente y de la confluencia específica de factores económicos, sociales, políticos, institucionales y culturales. Así, las nuevas políticas de innovación pretenden estimular ese ambiente más amplio y, específicamente, las articulaciones entre los actores de los diferentes sistemas territoriales de producción e innovación y su capa-

cidad de asimilar y utilizar conocimientos provenientes de las diversas fuentes internas y externas a los mismos.

Una dimensión particular –y fundamental– apuntada por la literatura latinoamericana profundiza esta discusión. María de la Concepción Tavares es una de varios autores que, a principios de la década de 1970, ya advertía la relevancia de entender que los países periféricos importan un tipo de tecnología concebida por las economías líderes de acuerdo con “una constelación de recursos locales totalmente diferentes de los nuestros” (Tavares, 1972). Celso Furtado avanzó en esta discusión, alertando también sobre los problemas derivados de la adopción de patrones de consumo que no encuentran contrapartida ni en la dotación de recursos ni en la estructura productiva de los países seguidores (Furtado, 1974). La principal conclusión es que la importación de tecnologías y patrones de consumo, desarrollados para atender los intereses y objetivos del desarrollo de otros contextos, conduce usualmente a la ampliación de dependencias, distorsiones y desigualdades.

Adicionalmente, se toma la *distinción entre invención e innovación* y entre los objetivos de promover la innovación y estimular nuevos descubrimientos científicos y tecnológicos en la frontera del conocimiento a través de incentivos a la I+D. Como se sabe, las actividades de I+D si se satisfacen pueden resultar en nuevas ideas e invenciones. Sin embargo, las invenciones –por importantes que sean– no siempre se transforman en innovaciones.⁹ Para fines de la discusión pretendida en este texto, se destaca, por un lado, que la casi totalidad de las políticas practicadas en el mundo se centran en las actividades de I+D y no específicamente en el proceso de innovación. Y, por otro, que el apoyo a la I+D se limita a grupos restringidos de actores (generalmente, las grandes empresas), actuantes en algunas actividades productivas, y termina siendo muy concentrado en pocas regiones del mundo. Sin embargo, si el enfoque es la promoción de procesos de innovación, las políticas deben estimular las formas de adquisición, uso y difusión de conocimientos en las estructuras productivas de cualquier bien o servicio en cualquier lugar. Incluyendo los conocimientos y actividades generalmente considerados como “fuera del radar”, relacionados a actores y empresas de menor tamaño e informales y al desarrollo social.

⁹ Una de las contribuciones clásicas en la literatura de innovación discute el porqué de que algunas invenciones rápidamente se transformen en innovaciones, otras demoren años y hasta siglos y otras jamás se concreten (Jewkes, Sawers y Stillerman, 1958).

Son igualmente expresivas las consecuencias de comprender la innovación como un proceso por el cual las organizaciones incorporan y utilizan en la producción de bienes y servicios conocimientos que les son nuevos, independientemente de que sean nuevos, o no, para sus competidores domésticos o extranjeros.¹⁰ Como sugieren Mytelka y Farinelli (2003), este entendimiento ayuda a evitar distorsiones, alentando a los políticos a adoptar una perspectiva más amplia sobre las oportunidades para el aprendizaje y la innovación por parte de emprendedores, pequeñas y medianas empresas (pymes), así como en las llamadas actividades tradicionales. Más que eso, posibilita la articulación necesaria entre la política de innovación y los objetivos del desarrollo de cualquier territorio. Lo que no sería posible en el caso de definiciones restringidas.

Un corolario de esta discusión subraya la necesidad de desarrollar radares, instrumentos analíticos y políticas más amplias y apropiadas a los contextos y objetivos en cuestión. Teniendo en cuenta que la elaboración de enfoques conceptuales y de política refleja los intereses y objetivos del desarrollo de los ambientes donde se generan, esos no pueden ser trasplantados directamente a otros territorios. Bajo el riesgo de no adecuarse ni a los actores y objetivos del desarrollo ni a las demás especificidades de los nuevos ambientes.

Se alerta, por lo tanto, acerca del riesgo de percibir que la adopción acrítica de conceptos y modelos de política lleva inexorablemente a “exclusiones invisibles” de actores, actividades y territorios que son colocados “fuera del radar” y eliminados “por definición”, tanto de las agendas de enseñanza e investigación como de política. Se acentúa que las políticas de apoyo a la I+D –y especialmente aquellas basadas en los mecanismos utilizados en las economías más avanzadas, por ejemplo, incentivos fiscales– tienden a beneficiar a grupos muy restringidos de agentes, actividades productivas y regiones del mundo, haciendo invisible a todos los demás esfuerzos productivos e innovativos, generando distorsiones y restringiendo su potencial. Adicionalmente, se refuerza el argumento de que las prioridades de los apoyos a ser realizados no deben ser pautadas por la rigidez y limitación de conceptos y modelos de política, los cuales incorporan –no siempre de modo visible– elecciones que son políticas, muchas veces revestidas de pretendida cientificidad

10 Esta definición se basa en propuestas formuladas por autores como Nelson (1993) y Mytelka (1993). Sus ventajas para los países menos desarrollados se discuten, por ejemplo, en Cassiolato, Lastres y Maciel, 2003.

al echar mano de complejos métodos cuantitativos, sin cuestionar las premisas y matrices que les dan origen.¹¹

El reconocimiento del carácter sistémico de la innovación ganó impulso en los años 1980 con las contribuciones de Freeman (1982, 1987, 1993), que, al definir el concepto de *sistema nacional de innovación*, reafirmó la visión de la innovación como proceso no lineal, acumulativo, contextual, contribuyendo a desmitificar ideas simplistas sobre las posibilidades de comprar, replicar, asimilar y usar tecnologías desarrolladas en otros contextos.

Así, se ha reforzado la relevancia de entender los procesos históricos, responsables por diferencias en las trayectorias nacionales y territoriales de desarrollo, en la evolución político-institucional, en las capacidades socioeconómicas, en las especificidades de los diferentes actores, etcétera. Y se reafirmó la influencia de los sistemas financieros, de educación y de organización del trabajo, la calidad de las relaciones y de las funciones de las instituciones en su sentido más amplio, como normas y convenciones, informales y formales. Distintos contextos, sistemas cognitivos y regulatorios, modos formales e informales de articulación y de aprendizaje fueron reconocidos como fundamentales para explicar las diferencias en la generación, uso y difusión de conocimientos y particularmente aquellos tácitos.

Esta manera, contextualizada y transectorial, de comprender las estructuras productivas e innovadoras se distingue de las visiones sectoriales estáticas, puntuales y restringidas. Se cuestiona incluso la supuesta practicidad que las visiones sectoriales más restringidas ofrecen al homogeneizar tendencias, así como las prescripciones de política. Además de las dificultades en lidiar con la creciente importancia de los conocimientos multidisciplinarios y multisectoriales y de las limitaciones por focalizar solo parte de los sistemas productivos e innovativos, la visión sectorial estricta no siempre observa las dinámicas y trayectorias históricas de los diferentes territorios en que se realizan las actividades de producción y la innovación. En términos de implicancias para la política, estas restricciones contribuyen al refuerzo de las exclusiones, lo que está acentuado por la tendencia habitual de este tipo de enfoque sectorial a favorecer a los grupos capaces de ejercer mayores presiones en cada sector.¹²

11 Ver Lastres *et al.*, 2010 y 2014a; Castro *et al.*, 2017.

12 Para detalles ver Castro *et al.*, 2017.

La noción sistémica y contextualizada de la innovación implica también una crítica a la hipótesis de alcanzar el desarrollo por medio de procesos de “catch-up” que representan una antítesis de la concepción de desarrollo del estructuralismo latinoamericano.

Celso Furtado (1961), apoyándose en la visión de Raúl Prebisch –que negaba la existencia de una tendencia inevitable de paso de una determinada etapa de desarrollo supuestamente superior–, siempre insistió en la importancia de considerar desarrollo y subdesarrollo como dos aspectos de un mismo proceso histórico, vinculado a la forma de creación y difusión de tecnologías.

Como la experiencia histórica de cada país es un proceso único y diferente de cualquier otro, el desarrollo implica una transformación cualitativa y no debe concebirse meramente como un acto de seguir y acercarse a los países líderes, aunque sea posible o deseable (Lastres, 2006; Cassiolato y Lastres, 2008).

El reconocimiento del carácter contextualizado y sistémico de la innovación generó significativos cambios en las formas de análisis y de política. Al mejorar los enfoques individuales y sectoriales, las nuevas formulaciones pasaron a incorporar el rol y la dinámica de instituciones y organizaciones privadas y públicas, de enseñanza e investigación, apoyo y financiamiento, y otros actores y elementos que, en el nivel nacional, influyen en la adquisición, el uso y la difusión de innovaciones. Acompañando tales desarrollos, se han propuesto las ideas de los sistemas subnacionales y supranacionales (Freeman, 1999) y de los *arranjos* y sistemas locales productivos e innovativos (Cassiolato y Lastres, 1999).

La visión sistémica y territorial pasó a poblar los nuevos referentes analíticos y de políticas en la transición del milenio. Los estudios y proposiciones de política pasaron a reconocer las especificidades de cada sistema nacional y territorial de innovación, así como a movilizar las articulaciones entre actores. Y se mostró muy oportuna, contrariamente a lo pregonado por la agenda neoliberal, el énfasis puesto en la relevancia de una acción activa de los Estados, especialmente en tiempos de crisis y cambios de paradigma (Freeman, 1987; Mazzucato, 2013), para orientar las políticas de innovación hacia objetivos específicos.¹³ Sin embargo, no se puede ignorar que la preocupación por entender el papel del Estado y en dirigir la política de CyT hacia los objetivos del desarrollo –articulando

13 Como las “*mission-oriented innovation policies*” de Mazzucato y Penna, 2016.

las dimensiones social, económica y política– siempre estuvo presente en diferentes corrientes del pensamiento.

En América Latina, se pueden encontrar diversos ejemplos en las contribuciones seminales de especialistas de la región en los años setenta: “Bases para una estrategia de desarrollo científico-tecnológico en América Latina” (Sabato, 2011). En el caso del papel del Estado, se destacan especialmente las contribuciones del propio Jorge Sabato, con su famoso triángulo de articulaciones entre los sistemas científico-tecnológico y productivo y el Estado. Más que eso, en la recopilación en referencia, se encuentran varias otras percepciones bastante avanzadas sobre el papel del Estado, en los países periféricos, donde las cuestiones relativas a la soberanía y a la propia capacidad de implementar proyectos de desarrollo se muestran específicas y mucho más complejas.¹⁴

Las referencias a la necesidad de articular las políticas de cyT ya podían ser encontradas tanto en los esfuerzos de diagnóstico, como en lo alertado por el propio Herrera (2011): “las deficiencias cuantitativas de los sistemas de I+D de América Latina, sin embargo, son menos graves que su desconexión con la sociedad a la que pertenecen” (2011: 152) y por Sunkel: “la investigación científica y tecnológica no puede ser una empresa divorciada de decisiones más fundamentales sobre la naturaleza misma del proceso de desarrollo” (2011: 129). En cuanto a las recomendaciones:

... el objetivo de la política de desarrollo tecnológico debe ser dado en términos económicos, sociales y políticos en función del estilo de sociedad que se quiera desarrollar. En ningún momento puede aceptarse que el objetivo sea el “aumento de la capacidad de innovación nacional”. Solo en un país absolutamente liberal en economía esas metas amplias e indiscriminadas tendrían sentido (Moreno, 2011: 385).¹⁵

14 Entre otros, ejemplos elocuentes se pueden encontrar en las contribuciones de Amílcar Herrera, el cual abogaba por la necesidad de realizar profundas modificaciones en la estructura social, económica y política de los países de la región, iniciando una “completa reestructuración del Estado, para dotarlo de la fuerza y de la autoridad que debe tener en el proceso que exige la nacionalización y el control de los elementos estratégicos del desarrollo” (2011: 165).

15 Félix Moreno es uno de los autores que, desde los años setenta, reiteraba que “la preocupación por la tecnología como variable neutra, significa o una gran ingenuidad intelectual o una clara aceptación de un estilo ‘leseferiano’ de crecimiento, con ‘modernización’ reducida y marginalidad creciente”. Así como criticaba los esfuerzos de la mayoría de los países latinoamericanos calificados como “marcadamente liberales”, por no pretender poner al servicio de las inmensas clases marginadas ese “prometeo desencadenado”: la tecnología (2011: 382).

Más que eso, cabe reiterar que también desde los años sesenta y setenta —como observado por diversos autores latinoamericanos y caribeños— la visión sistémica ampliaba la comprensión de la dinámica industrial y tecnológica y el alcance de las políticas para su movilización. Esta visión implicaba incluso reconocer y actuar sobre los condicionantes del marco macroeconómico, político, institucional y financiero específico de los diferentes países y de la relación de cada país con el sistema mundial (Furtado, 1961 y 1998). Se dio un énfasis fundamental a la observación de que de ese contexto macro derivaban “políticas implícitas”, capaces de dificultar e incluso anular las políticas explícitas específicas (Herrera, 2011).¹⁶

Sagasti, Ferrer, Coutinho, Erber y Katz son ejemplos de autores que profundizaron las contribuciones de Prebisch, Furtado y Herrera, y focalizaron en el contexto de los países latinoamericanos en las décadas de 1970 a 1990, mostraron cómo, lejos de ser neutras, las políticas de los países latinoamericanos, de cambio y de interés impactan directamente el cálculo microeconómico y, por lo tanto, las estrategias de inversión. Describieron cómo las economías sujetas a altas tasas de interés penalizan a sus empresas nacionales, ya que los sistemas macroeconómicos reflejan macroconducciones que condicionan y determinan las decisiones que forman patrones de financiamiento, gobierno corporativo, comercio exterior, competencia y cambios técnicos.

El aspecto esencial en esta discusión se refiere al papel central de la innovación para la competitividad dinámica y sostenible, que contrasta con las ventajas competitivas, que Fajnzylber (1988) llamó espurias, pues estaban basadas en: bajos costos de la mano de obra y precarización de las condiciones de trabajo; explotación de recursos naturales sin una perspectiva de sustentabilidad; y la manipulación de las tasas de cambio y de interés.

Erber (2004), al buscar explicar el bajo desempeño tecnológico e innovador brasileño, señaló los limitados efectos de las políticas específicas de ciencia y tecnología frente a otras políticas, que de modo mucho más relevante acababan por influenciar e incluso inhibir las estrategias tecnológicas y de innovación de las empresas. Coutinho (2005) también

16 “La primera es la ‘política oficial’; es la que se expresa en leyes, reglamentos y estatutos... en los planes de desarrollo, en las declaraciones gubernamentales, etcétera [...] La segunda, aunque es la que realmente determina el papel de la sociedad, es mucho más difícil de identificar, porque carece de estructuración formal; en esencia expresa la demanda científica y tecnológica del ‘proyecto nacional vigente en cada país’”. Se destaca el entendimiento de que puede o no haber “explícita”, pero siempre existe una política “implícita” (Herrera, 2011: 162).

elaboró este entendimiento comparando el desempeño de empresas operando en “regímenes macroeconómicos malignos y benignos”. De ahí su énfasis en que es necesario que las estrategias de desarrollo tengan como objetivo una articulación mutuamente reforzadora entre la política macroeconómica y la política industrial y tecnológica y en la meta de sostener la capacidad productiva e innovadora, impidiendo importaciones desleales, *dumping* y otras barreras discriminatorias.

En sus trabajos sobre convenciones de desarrollo, Erber (2011) amplió y profundizó tales reflexiones, interpretando y registrando su experiencia, como director del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) de Brasil y uno de los principales responsables por la definición e implementación de la política de desarrollo industrial y tecnológico en el período de 2003 a 2008. Profundizó la discusión sobre cómo se percibió el papel del desarrollo industrial y tecnológico, de acuerdo con diferentes perspectivas y coalición de fuerzas en el período. Llamó la atención sobre la necesidad de entender, además de las condiciones económico-financieras, las sociales, políticas, institucionales y administrativas en el análisis de las reales posibilidades de implementación de las estrategias de desarrollo. Señaló que diferentes “convenciones de desarrollo” orientaban el diseño y la implementación de los proyectos nacionales, que reflejaban la composición del poder económico y político prevalente en la sociedad.

Para el autor, a partir de 2004, la estrategia de desarrollo del gobierno brasileño “más inclusiva desde el punto de vista económico y social” fue interpretada de forma diferenciada, generando dos convenciones distintas: la primera, “institucionalista restringida de corte neoclásico”, y la segunda, “neodesenvolvimentista, con inspiración keynesiana”. A pesar de que ambas reconocen la importancia de la innovación, la predominante –“institucionalista”– se caracterizaba por una visión de sociedad competitiva, “cuya eficiencia sería garantizada por el funcionamiento del mercado”, priorizaba la apertura internacional y la “importación de tecnologías más productivas” (Erber, 2011: 37).¹⁷ Su contribución enfatizó, sobre todo, que –por bien elaborado que esté el diseño de una política– hay que observar tanto la existencia de orientaciones implícitas como las reales posibilidades de su ejecución. El corolario de esta línea de ar-

¹⁷ Según Erber, a pesar de reconocer la importancia del Estado para el fomento de la innovación, los adeptos a esa convención tenían “una clara preferencia por el modelo principal agente, en el cual el gobierno fija las directrices de política y los agentes ejecutan tales directrices y rinden cuentas por su ejecución” (2011: 37-39).

gumentos apunta a la limitación y pequeña utilidad de las propuestas y modelos de política que ignoren tales consideraciones.

A pesar de la profundidad y alta relevancia de esos conocimientos –que ocupan un espacio destacado en el pensamiento latinoamericano sobre políticas para el desarrollo, desde el inicio de los años setenta– el mismo no se verificó en términos internacionales. Al discutir tal cuestión, Katz (2008) es uno de los autores que recuerda que la relación entre el comportamiento de variables macroeconómicas y la dinámica de los sistemas productivos e innovativos constituyen un capítulo de la teoría económica internacional aún por ser mejor desarrollado. Es también curioso notar cómo modismos, en general extranjeros, ignoran tales conocimientos y proponen, como absolutas novedades, algunos argumentos desarrollados y discutidos en América Latina desde la mitad del siglo pasado: como aquellos relativos a la relevancia del papel del Estado, de establecer misiones para las políticas de CyT y de entender las diferentes maneras de inserción en las cadenas globales de valor y sus inherentes divisiones internacionales del trabajo.

La experiencia brasileña en el desarrollo del concepto de sistemas y arranjos productivos e innovativos locales

Combinando las contribuciones sobre desarrollo de la escuela estructuralista latinoamericana con la visión neoschumpeteriana de sistemas de innovación, el concepto de *arranjos* y sistemas productivos e innovativos locales fue creado por la RedeSist en Brasil a finales de la década de 1990.¹⁸ Tal esfuerzo tuvo por objeto incorporar los avances en el entendimiento de la innovación y su papel para el desarrollo y así ofrecer una nueva manera de mirar, pensar y hacer política con capacidad de focalizar actores y actividades productivas e innovadoras, con distintas dinámicas y trayectorias, desde las más intensivas en conocimientos, hasta las que utilizan conocimientos endógenos o tradicionales, de diferentes portes y funciones, originarios de los sectores primario, secundario y terciario, operando local, nacional o internacionalmente. Se pretendió, así, atender al imperativo de abarcar toda estructura productiva, formal e informal, y de ampliar y potenciar las acciones de

¹⁸ Para mayores detalles ver Cassiolato y Lastres, 1999 y 2008; Cassiolato, Matos y Lastres, 2008; Matos, Borin y Cassiolato, 2015; Matos *et al.*, 2017; Szapiro *et al.*, 2017.

políticas, reorientándolas hacia el territorio y las interacciones entre conjuntos de actores.

La RedeSist es una red de investigación interdisciplinaria, formalizada desde 1997, con sede en el Instituto de Economía de la Universidad Federal de Río de Janeiro, que cuenta con la participación de varias universidades e institutos de investigación en Brasil, además de mantener alianzas con otras instituciones de la sociedad, América Latina, África, Europa y Asia.

Durante veinte años se creó un nuevo referencial conceptual y analítico que fue perfeccionado, constituyéndose en un cuerpo orgánico de conocimiento en continua evolución.

Más de un centenar de estudios empíricos han consolidado una visión amplia de las experiencias de desarrollo y políticas. La red también fue ampliada, contando con especialistas de diversas áreas del conocimiento, además de una red de socios e interlocutores a escala latinoamericana y global, a través de las redes LALICS y GLOBELICS.

Desde el inicio de la implementación de la agenda de investigación de la RedeSist, quedó clara la necesidad de evaluar las posibilidades concretas de movilizar capacitaciones productivas e innovadoras, teniendo en vista la elevada diversidad y heterogeneidad territorial brasileña (Szapiro *et al.*, 2017). El énfasis en el territorio que alberga el núcleo central de cada sistema llevó al desarrollo del concepto, más ampliamente difundido en Brasil, de *arranjos* productivos locales (APL). Con ello, se ha reforzado el reconocimiento de que las dinámicas productivas e innovadoras son diferenciadas, temporal y espacialmente; reflejan el carácter localizado de la asimilación y del uso de conocimientos y capacitaciones; y requieren políticas específicas para su desarrollo.

Arranjos productivos locales (APL)

Los APL representan esencialmente un marco de referencia, a partir del cual es posible captar y comprender mejor los procesos de generación, difusión y uso de conocimientos y la dinámica productiva e innovadora, proporcionando una relevante herramienta para orientar el desarrollo.

El concepto remite a la visión sistémica de la innovación y al carácter localizado de los procesos innovadores.

Conforme a la definición original de RedeSist, los APL abarcan conjuntos de actores económicos, políticos y sociales y sus interacciones, incluyendo: empresas productoras de bienes y servicios finales y suministradoras de materias primas, equipos y otros insumos; distribuidoras y comercializadoras; trabajadores y consumidores; organizaciones orientadas a la formación y entrenamiento de recursos humanos, información, investigación, desarrollo e ingeniería; apoyo, regulación y financiación; cooperativas, asociaciones, sindicatos y demás órganos de representación.

Se reafirma que los APL son un enfoque más avanzado y adecuado que nociones como *clusters*, sectores, complejos y cadenas productivas o de valor.*

* Cassiolato y Lastres, 1999; Cassiolato, Lastres y Maciel, 2003; Lastres, Cassiolato y Matos, 2006; Szapiro *et al.*, 2017.

En esta línea es que subrayamos que el enfoque de los APL contribuye a la superación de problemas tratados por enfoques tradicionales, que colocan fuera del radar partes importantes de la capacidad productiva e innovadora de diversos países y regiones del mundo.¹⁹ En particular, que el mejor entendimiento de la dinámica de un determinado *arranjo* –y la proposición de sugerencias de cómo promoverlo– requiere no solo conocer sus especificidades, sino también su peso y papel dentro de las cadenas productivas, sectores y territorios, así como de las economías regionales e internacionales en las que se inscriben. Otras ventajas destacadas en diversos documentos de trabajo de la RedeSist, destacan que el concepto de APL:²⁰

- Representa una unidad práctica de investigación que establece un puente entre el territorio, las esferas micro, meso y macro y las actividades económicas, sociales y políticas, las cuales tampoco se restringen a los cortes clásicos espaciales, como los niveles municipales y estatales.

19 Se observa como especialmente estratégico comprender que la elección de las prioridades para estudio y principalmente, para apoyo debe guiar no por las restricciones y rigidez de los conceptos, modelos y parámetros que definen y hacen visibles las estructuras productivas e innovadoras, sino por las elecciones políticas que orientan el desarrollo de los diferentes territorios. Esta conclusión, aparentemente obvia, debe ser tomada seriamente en consideración.

20 Ver Cassiolato y Lastres, 1999; Cassiolato, Lastres y Maciel, 2003; Lastres, Cassiolato y Matos, 2006; Szapiro *et al.*, 2017.

- Pone el foco en grupos de diferentes agentes (empresas, organizaciones de I+D, educación, capacitación, promoción, regulación, financiamiento, representación, etcétera) y actividades conexas.
- Abarca el espacio en que se crean las capacidades productivas e innovadoras, fluyen los conocimientos tácitos y en el que inciden las políticas.
- Proporciona a las empresas, agencias de promoción y demás actores una visión integral sobre la realidad con que se enfrentan, auxiliando la definición de estrategias adecuadas.

Desde el punto de vista normativo, el término APL fue rápidamente diseminado en las esferas de docencia e investigación, así como también fue incorporado, desde 2003, oficialmente como objeto de políticas por diversas agencias gubernamentales y no gubernamentales actuantes en el ámbito federal, nacional y local. Los resultados de las prácticas de investigación y de apoyo a los APL en Brasil llevaron a importantes aprendizajes tanto en términos de la agenda de enseñanza e investigación, como de políticas, y se pueden encontrar en Matos *et al.*, 2017; Matos, Borin y Cassiolato, 2015; Apolinário y Silva, 2010; Ramos Campos *et al.*, 2010; Lastres, Cassiolato y Matos, 2006; Lastres *et al.*, 2010, 2012, 2014a y 2014b; Cassiolato, Lastres y Stallivieri, 2008.

Se agrega que la experiencia brasileña de políticas para los APL ha sido considerada por expertos nacionales e internacionales como la principal novedad y la más relevante iniciativa de política industrial en América Latina en las últimas décadas (Peres, 2011). Torre y Zimmerman (2015) apuntan que el enfoque de APL es una propuesta para la comprensión del desarrollo productivo territorial que ha alcanzado notable éxito, tanto en la literatura académica como en los centros de decisión y de políticas de promoción.²¹

Ya Mazzucato y Pena (2016) discuten cómo en Brasil, la descentralización, la visión sistémica y la promoción de las articulaciones han ocupado un espacio importante en las políticas nacionales de desarrollo

21 Tal como se presenta en el artículo publicado en *Revue D'Economie Industrielle em 2015*, en el que se presenta una reseña sobre la literatura mundial relevante sobre el tema: "Podemos señalar [...] categorías particulares de sistemas localizados que [...] han tenido un éxito notable en la literatura académica, cerca de los tomadores de decisiones públicas: [...] APLs o arranjos productivos locales (Cassiolato y Lastres, 2003)" (Torre y Zimmerman, 2015: 25).

industrial y de ciencia, tecnología e innovación (CTI).²² Además, señalan que las estructuras productivas, generalmente dejadas de lado por los principales programas, son apoyadas por la política de APL. Y destacan que estas políticas, al pretender apoyar diferentes APL dispersos por el territorio nacional, especialmente en regiones menos favorecidas, constituyen un eje para la descentralización de la producción.

El conjunto de análisis realizados por la RedeSist sobre los resultados de las políticas de apoyo a los APL, citadas arriba, confirmó tales conclusiones y dejó ver otras igualmente importantes. Por un lado, tales resultados revelaron que la diseminación del concepto de APL en Brasil contribuyó, de hecho, a romper la invisibilidad e incluir –en muchos casos por primera vez en la historia del país– en la agenda de política a actores, actividades y regiones, ignorados y víctimas de la “exclusión invisible”, dándoles realce y prioridad. De ahí el argumento de que al enfatizar la relevancia de estructuras productivas de cualquier dimensión, formales e informales, el enfoque de APL representó un verdadero “pasaporte” para la incorporación en la agenda de política de tales segmentos. Por otro lado, los análisis también apuntaron diversos problemas en el uso de este abordaje, destacándose:

- 1) La comprensión aún superficial de sus términos constituyentes: sistema, *arranjo*, innovación y local.
- 2) Los efectos negativos de la “mimetización desterritorializada” de conceptos, indicadores y metodologías de investigación y de política obsoletas, además de inadecuados, pues desarrollados para otros contextos.
- 3) Que las condiciones financieras preestablecidas para el fomento acababan restringiendo (e incluso anulando) los objetivos previstos en el diseño de las políticas, incluso aquellas más afinadas con el concepto original de APL y con los requerimientos del desarrollo nacional y local.²³

²² Los autores resaltan que “*in particular, policies to promote technological and industrial development have recognized that the agglomeration of firms and the benefits generated by their collective interactions can contribute to sustainable competitive advantage. The concept of [...] LIPS [...] (in Portuguese Arranjos Produtivos Locais) or APLs, plays an important role in national development policy and STI policy*” (p. 28).

²³ Cabe notar que en Brasil incluso los bancos públicos de apoyo al desarrollo cumplen las condiciones y normas para la promoción y financiación del Acuerdo de Basilea.

Para solucionar los problemas del primer caso en mucho puede contribuir el mejor entendimiento de la innovación como proceso acumulativo, no lineal, sistémico y contextualizado, tal como se discute en los primeros capítulos de ese libro, así como al inicio de ese texto. Lo mismo no puede decirse en cuanto al segundo y tercer caso, que la literatura internacional necesita urgentemente atender. Aquí, sin embargo, son muy valiosas las contribuciones desde hace años desarrolladas en Brasil y en América Latina, tal como se ha resaltado.

Se enfatiza sobre todo la urgencia en abordar los desafíos que se plantean a la posibilidad de implementar políticas para el desarrollo productivo (para innovación, para APL, etcétera) e incluso para el desarrollo como un todo. Sin eso, de muy poco valen los esfuerzos para diseñar cualquier iniciativa, por más adecuada y sofisticada que sea. El desafío principal es superar la falta de planificación a largo plazo y ausencia de un proyecto nacional de desarrollo capaz de orientar las acciones específicas para el apoyo de la producción y la innovación. Se apunta incluso que tal ausencia debe ser entendida como aparente, pues los resultados de nuestros análisis reafirman la existencia de vigorosas orientaciones no escritas, pero muy vívidas, influenciando las acciones implementadas. Se destaca la predominancia de la lógica financiera y del *catch-up*.

Así, el segundo conjunto de desafíos remite a la necesidad de revisar y alterar las actuales condiciones y reglas para promoción y financiamiento del desarrollo. A pesar de su difícil visibilidad, estas funcionan como una amplia y poderosa política implícita que impide el apoyo a agentes, actividades y territorios más carentes y que no cuentan con alternativas de fomento, sino por parte del Estado. Se critica en especial la subordinación a la lógica financiera cortoplacista que busca la reducción de riesgos y la maximización de los retornos financieros de las inversiones, en detrimento de los objetivos del desarrollo, y que impacta de modo significativo la dinámica productiva e innovadora, así como las políticas para su movilización. Desafío asociado deriva de la consolidación de sistemas de monitoreo y evaluación de desempeño comprometidos, exclusivamente, con la sostenibilidad financiera de los emprendedores y de los emprendimientos. De ahí la urgencia en actuar sobre las “convenciones financieristas neoliberales”, los “regímenes malignos” y los procesos de “criminalización del apoyo al desarrollo”, que desde hace años vienen restringiendo la propia posibilidad de implementar cualquier proyecto soberano de desarrollo (Sagasti, 1978; Ferrer, 1997; Katz, 2000

y 2005; Coutinho, 2005 y 2008; Erber, 2004 y 2008; Lastres *et al.*, 2016; Matos *et al.*, 2017).

En el tercer grupo, se enfatiza el objetivo de enfrentar uno de los mayores desafíos planteados a los países y regiones periféricos: la tendencia a copiar los modelos de política de los países considerados más desarrollados y la hegemonía de un conocimiento abstracto impuesto como superior y universal y que desconsidera e incluso inviabiliza la existencia de otras formas de saberes. Así, en el esfuerzo de pensar el desarrollo del territorio brasileño, como un todo y no solo parte de él, se reitera la importancia de: i) superar la importación de conceptos, indicadores y modelos desterritorializados de pensar y orientar el desarrollo; ii) desmitificar el carácter supuestamente neutro y universal de los objetivos y de las políticas públicas y privadas de desarrollo nacional, regional y local; y iii) avanzar en la contextualización de los contenidos de conocimiento, articulando ciencia, tecnología e innovación a los saberes y haceres.²⁴

Se subraya la importancia de la mirada, de las acciones y de los conocimientos propios y contextualizados. Así, el concepto y los objetivos del desarrollo deben ser pensados de modo integrado con una visión de futuro y el foco puesto en la atención de las necesidades esenciales de la población. Se agrega que la implementación de políticas inclusivas y sostenibles exige la revisión de los actuales sistemas de monitoreo y evaluación de políticas comprometidos con el volumen y la rapidez de los desembolsos realizados y con indicadores de desempeño que reflejen los intereses y contextos de los países considerados más desarrollados. Y, así, acaban automáticamente reforzando desigualdades y distorsiones.

Se plantea, por lo tanto y por encima de todo, la premura del desarrollo de sistemas de apoyo, monitoreo y evaluación participativas y coherentes con los objetivos centrales de las políticas brasileñas, bajo el riesgo de que no logremos realizar los cambios y ajustes necesarios y continuar entendiendo como supuestas paradojas los escasos resultados de todo el arsenal de promoción conferido a la innovación y los APL. Se agrega la oportunidad de ampliar las políticas más allá de la invención y, así, alcanzar actores, de diferentes tamaños, movilizandolos en diversos sectores y actividades productivas, en las cinco regiones del país.

Entender y actuar sobre estos procesos resulta fundamental. Sobre todo para superar los análisis y las políticas que, al descontextualizar y fragmentar su foco, pierden la oportunidad tanto de captar las especifi-

24 Ver Lastres *et al.*, 2016; Matos *et al.*, 2017.

ciudades de los diferentes sistemas productivos e innovativos brasileños como de descortinar nuevos y adecuados horizontes para la innovación y el desarrollo.

Desafíos para el perfeccionamiento de los enfoques analíticos y de política para el desarrollo productivo e innovador

En América Latina, y en todo el mundo, urge pensar el desarrollo de forma amplia, desvelar oportunidades y definir políticas para el desarrollo sostenible, social y ambientalmente, atendiendo a los requerimientos de los diferentes territorios. El agotamiento del patrón social-técnico-productivo y financiero, aún vigente, constituye uno de los principales elementos que caracterizan las crisis del inicio del siglo XXI. Se observa que, en períodos de transición de paradigmas, se proponen muchas alternativas, especialmente desde aquellos países y organizaciones que ocupan posiciones de hegemonía en el patrón que es desafiado. Así, desde hace años, se ha señalado el conjunto de oportunidades relacionadas con los desarrollos del *big data*, internet de las cosas, industria 4.0, *smart cities*, industrias creativas, circuitos cortos, monedas alternativas, ciudades humanas y sostenibles.

Evidentemente, no se puede ignorar que tales elecciones reflejan los intereses y las oportunidades de los contextos en que se generan. De ahí el realce a la relevancia de evaluar la posibilidad de que las nuevas olas de tecnologías y cambios asociados efectivamente contribuyan a proyectos de desarrollo en América Latina. Como nos muestran las lecciones del pasado, la imitación acrítica y descontextualizada de esas elecciones puede llevar a resultados positivos solo para reducidas partes de la sociedad y territorio brasileños, creando nuevas y más complejas dependencias, distancias y desigualdades. Se suma a esa reflexión, la expectativa de que, en fases de alternancia de paradigmas, las regiones menos influenciadas y comprometidas con el patrón socioeconómico y financiero hegemónico asuman el liderazgo en identificar nuevos horizontes para el desarrollo y en formular e implementar las nuevas políticas para tal.

Para alcanzar el desarrollo cohesivo, dinámico y sostenible, son necesarios nuevos referenciales de política que enfoquen la identificación y promoción de las potencialidades y oportunidades del desarrollo nacional y local, con visión de futuro. Aquí se reitera uno de los principales argumentos de este artículo: la comprensión del desarrollo y de la inno-

vación como procesos contextualizados, específicos y sistémicos son significativos en términos de las implicaciones de políticas. Se subrayan las oportunidades de movilizar articulaciones y sinergias, con el objetivo de ampliar la utilización y la difusión de conocimientos en las estructuras productivas; y de diseñar e implementar políticas apropiadas, coordinadas nacionalmente y en las escalas regional, estatal y local, involucrando y comprometiendo actores que operan en esos diferentes niveles. Por encima de todo se enfatiza que las políticas de promoción al desarrollo productivo e innovador necesitan todavía desentrañar las oportunidades derivadas del apoyo a actividades que contribuyen al desarrollo social y político-institucional. Se resalta en especial la importancia de la adopción y el uso de enfoques que no coloquen tales objetivos como opuestos y restrinjan de antemano las oportunidades de implementar políticas.

Hemos visto que, desde hace décadas, diferentes autores han enfatizado claramente el imperativo de contextualizar las políticas de CTI en los países del Sur, correlacionándolas con sus recursos, capacidades y especificidades. Destacan particularmente el objetivo de generar soluciones que ayuden a resolver los graves problemas de desigualdades que se observan en la gran mayoría de los países menos desarrollados en lugar de permitir que dichas políticas contribuyan a reforzarlas. Recuerdan que desde el inicio del milenio, las agencias internacionales vienen explícitamente señalando la necesidad de incorporar el desarrollo e inclusión social en las agendas mundiales de CTI.²⁵

Son muy amplias las consecuencias de la adopción de políticas que integren y articulen los objetivos del desarrollo y valoren y aprovechen mejor las ventajas ofrecidas por el mercado interno de los respectivos países. Especialmente aquellas que privilegien el desarrollo de los sistemas productivos e innovativos relacionados con el aumento de la calidad en la provisión de alimentos, salud, educación, vivienda, saneamiento, agua y energía, tratamiento de residuos, cultura y otros servicios públicos esenciales. Estos movilizan diversos conocimientos, vastas cadenas de productores y proveedores de bienes y servicios, e involucran desde grandes corporaciones hasta expresivos contingentes de micro y pequeñas empresas formales e informales. Además, abarca una amplia gama de capacitaciones existentes en todo el territorio, involucrando la producción de bienes y servicios encontrados en el territorio: de alimentos, uniformes escolares y otras confecciones, mobiliario, equipos, sistemas

25 Ver Arocena y Sutz, 2005; Couto, Scerri y Maharajh, 2014.

y tecnologías de información y comunicaciones y diferentes servicios.²⁶ Por ocupar espacio central en el proceso de evolución humana se los denomina “sistemas productivos movilizadores del desarrollo y portadores de futuro”.²⁷ Se observa además que el apoyo a los mismos constituyen casos ejemplares para la utilización del poder adquisitivo de los gobiernos federal, estatales y municipales.

De ahí la relevancia de entender el papel de tales servicios, no solo en la mejora de las condiciones y calidad de vida, sino también en su potencial dinamizador de sistemas enteros de producción, innovación y consumo. La contribución de estos servicios a los esfuerzos de reducción de las desigualdades regionales, que pueden contribuir en gran medida a la inclusión, el adentramiento de actividades productivas y la generación de empleo y renta, incluso en las regiones más pobres. Se agrega que la dinámica específica del segmento de los servicios públicos esenciales permite y exige la diseminación intensa de las capacitaciones e innovaciones exitosas, a diferencia de otros casos en que rige la lógica competitiva y de apropiación privada y uso restringido y protegido de las conquistas y conocimientos.

Estas conclusiones refuerzan las oportunidades para el desarrollo y el uso de conceptos, indicadores y modelos propios, sistémicos y contextualizados. Se muestra imperativo que estos modelos: reconozcan, permitan y promuevan la acogida de demandas de los diferentes territorios en toda su diversidad; visen el apoyo al conjunto de los actores y a la interacción y cooperación en proyectos colectivos e interdependientes; tengan en su centro el objetivo de movilizar la capacidad de adquirir y usar conocimientos, innovaciones y prácticas avanzadas y sostenibles de producción de bienes y servicios; para el desarrollo integrado, enraizado, inclusivo y sostenible; y asociar las prioridades del desarrollo nacional, regional, estatal y local desde una perspectiva a largo plazo.

En países caracterizados por una elevada diversidad económica, social, cultural y ambiental, como los latinoamericanos, se manifiestan aún más claras las ventajas de las políticas espacializadas, coordinadas en las distintas escalas y capaces de contemplar las distintas realidades regionales. El avance democrático refuerza estas ventajas y exige el desarrollo de mecanismos de coordinación y descentralización de las po-

26 Para detalles de los estudios sobre sistemas brasileños de innovación en salud, ver Gadelha *et al.*, 2012; y aquellos coordinados por la RedeSist, en que se comparan casos brasileños e internacionales, resumidos en Cassiolato y Soares, 2015.

27 Ver Lastres *et al.*, 2010, 2012, 2014b y 2016; Cassiolato y Lastres, 2017; Matos *et al.*, 2017.

líticas, movilización de liderazgos e institucionalidades representativas, cooperación y establecimiento de compromisos locales para la implementación de pactos de desarrollo territorial.

En esta línea se subraya que el enfoque regional no se refiere solo a la resolución de un supuesto problema, sino a la gran oportunidad de movilizar y aprovechar la diversidad presente en el interior de los países. Son amplias las consecuencias tanto de la adopción de políticas capaces de incorporar la riqueza de los conocimientos acumulados sobre innovación en el mundo y en Latinoamérica, como de explotar mejor las ventajas ofrecidas por la valorización y aprovechamiento de la sociobiodiversidad y del mercado interno. Un destaque especial cabe a aquellas que privilegien el desarrollo de las capacidades productivas e innovadoras relacionadas con el aumento de la calidad de la provisión de los públicos esenciales (Lastres *et al.*, 2014b y 2016; Cassiolato y Lastres, 2017).

Se resalta el valor de dos finalidades estratégicas. La primera remite a la creación de un importante contingente de demanda de equipos y todo tipo de insumos asociados a los servicios públicos en las regiones menos desarrolladas de los países. Se reitera que la garantía de demanda se constituye en el más efectivo estímulo al desarrollo industrial y tecnológico y que los gobiernos, en sus amplias y diferentes escalas, cuentan con un poderoso instrumento: su poder adquisitivo. Así, la consecuencia de una política en esa dirección puede descortinar nuevos y apropiados horizontes para el desarrollo productivo e innovador. Por otro lado, al objetivar reducir las desigualdades y las fugas del desarrollo, teniendo como foco la integración, la cohesión social y territorial y la disminución de la heterogeneidad de la estructura productiva e innovadora nacional, el enraizamiento de las capacidades, así como la sostenibilidad socioambiental.

Además de inaugurar nuevos y adecuados espacios para el desarrollo brasileño y de ampliar significativamente la agenda de apoyo a los APL, tales esfuerzos presentan potencial para resolver algunas de sus más graves distorsiones y más apremiantes amenazas: la desindustrialización y la escalada de las importaciones de manufacturas, tecnologías y demás bienes y servicios. Son aun vitales para introducir de un modo positivo los distintos países de la llamada Era del Conocimiento, avanzando en conquistas en el plano social, democrático y político-institucional, revigorizándolas con soluciones participativas y creativas, orientadas al desarrollo inclusivo, cohesivo y sustentable. El objetivo asociado es contribuir a dar a las nuevas eras de la evolución humana la debida ampli-

tud, con el aporte de experiencias, prácticas de políticas y conocimientos generados en las regiones tropicales, especialmente la latinoamericana.

Se apunta finalmente al papel de los profesores, investigadores, planificadores e implementadores de política y la importancia de elegir y usar conceptos, indicadores y modelos sistémicos y contextualizados que: ayuden a mitigar los desequilibrios sociales y regionales; asocien desarrollo económico, político, social y territorial; y que apoyen el aprendizaje y la creación de capacidades productivas e innovadoras, resaltando la necesidad de movilizar procesos participativos y propuestas locales.

Bibliografía

- Apolinário, Valdênia y Da Silva, Maria Lussieu (orgs.) (2010). *Análise de Políticas para Arranjos Produtivos Locais em Estados do Nordeste e Amazônia Legal*. Natal: Editora da UFRN.
- Arocena, Rodrigo y Sutz, Judith (2005). “Conhecimento, inovação e aprendizado: sistemas e políticas no Norte e no Sul”. En Lastres, Helena M. M.; Cassiolato, José E. y Arroio, Ana (orgs.), *Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento*. Río de Janeiro: UFRJ e Contraponto. Disponible en: www.redesist.ie.ufrj.br.
- Cassiolato, José E. y Lastres, Helena M. M. (eds.) (1999). *Globalização e inovação localizada: experiências de sistemas locais no Mercosul*. Brasília: MCT/IBICT.
- (2008). “Discussing innovation and development: converging points between the Latin American School and the Innovation Systems perspective?”. *Globelics Working Paper Series, Working Paper N° 2008-02*.
- (2017). “Políticas de Inovação e Desenvolvimento”. En Coutinho, Diogo R.; Foss, Maria Carolina y Mouallem, Pedro Salomon B. (eds.), *Inovação no Brasil: avanços e desafios jurídicos e institucionais*. San Pablo: Blucher.
- Cassiolato, José E.; Lastres, Helena M. M. y Maciel, María Lucía (eds.) (2003). *Systems of Innovation and Development Evidence from Brazil*. Cheltenham: Edward Elgar.

- Cassiolato, José E.; Lastres, Helena M. M. y Stallivieri, Fabio (orgs.) (2008). *Arranjos produtivos locais: uma alternativa para o desenvolvimento. Experiências de políticas*, vol. 2. Rio de Janeiro: E-papers.
- Cassiolato, José E.; Matos, Marcelo P. y Lastres, Helena M. M. (orgs.) (2008). *Arranjos Produtivos Locais uma alternativa para o desenvolvimento: Criatividade e Cultura*, vol. 1. Rio de Janeiro: E-papers.
- Cassiolato, José E. y Soares, Maria C. C. (2015). *Health Innovation Systems, Equity and Development*. Rio de Janeiro: E-papers.
- Cassiolato, José E.; Lastres, Helena y Maciel, María Lucía (2003). *Systems of Innovation and Development: Evidence from Brazil*, p. 645. Cheltenham: Edward Elgar.
- Castro, Sergio; Lastres, Helena M. M.; Lemos, Cristina y Koeller, Priscila (2017). “Aprendizados com políticas para APLs e sua conexão com as políticas de desenvolvimento regional, produtivo e inovativo”. En Matos, Marcelo P.; Cassiolato, José E.; Lastres, Helena M. M.; Lemos, Cristina y Szapiro, Marina (orgs.) (2017). *Arranjos Produtivos Locais: Referencial, experiências e políticas em 20 anos da RedeSist*. Rio de Janeiro: E-papers.
- CEPAL (2010). *Time for equality: closing gaps, opening trails*. Santiago de Chile: ECLAC-ONU.
- Chesnais, Françoise y Sauviat, Catherine (2003). “The financing of innovation-related investment in the contemporary global finance-dominated accumulation regime”. En Cassiolato, José E.; Lastres, Helena M. M. y Maciel, María Lucía (eds.), *Systems of Innovation and Development Evidence from Brazil*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Coutinho, Luciano G. (2005). “Regimes macroeconômicos e estratégias de negócios: uma política industrial alternativa para o Brasil no século XXI”. En Lastres, Helena M. M.; Cassiolato, José E. y Arroio, Ana (orgs.), *Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento*. Rio de Janeiro: UFRJ-Contraponto.
- (2008). “Novas políticas para promoção de arranjos produtivos locais e a atuação do BNDES”. En Cassiolato, José E.; Lastres, Helena M. M. y Stallivieri, Fabio (orgs.), *Arranjos produtivos locais: uma alternativa para o desenvolvimento. Experiências de políticas*, vol. 2. Rio de Janeiro: E-papers.

- Couto Soares, Maria Clara; Scerri, Mario y Maharajh, Rasigan (eds.) (2014). *BRICS and Development Challenges: Inequality and National Innovation Systems*. Nueva Delhi: Routledge.
- Erber, Fabio (2004). "Innovationn and the development convention in Brazil". *Revista Brasileira de Inovação*, vol. 3, n° 1.
- (2008). "Eficiência coletiva em arranjos produtivos locais industriais: comentando o conceito". *Revista Nova Economia*, vol. 18, n° 1, pp. 11-32.
- (2011). "As convenções de desenvolvimento do governo Lula: um ensaio de economia política". *Revista de Economía Política*, vol. 31, n° 1, pp. 31-65.
- Fajnzylber, Fernando (1988). "Competitividad internacional: evolución y lecciones". *Revista de la CEPAL*, n° 36.
- Ferrer, Aldo (1997). *Hechos y ficciones de la globalización: Argentina y el Mercosur en el sistema internacional*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Freeman, Christopher (1982). "Technological infrastructure and international competitiveness". OCDE ad hoc group on science, technology and competitiveness.
- (1987). *Technology policy and economic performance – lessons from Japan*. Londres: Frances Pinter.
- (1993). "The Economics of Technical Change. A critical survey article". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 18, n° 5, pp. 463-514.
- (1999). "Innovation systems: city-state, national, continental and subnational". En Cassiolato, José E. y Lastres, Helena M. M. (eds.), *Globalização e inovação localizada: experiências de sistemas locais no Mercosul*. Brasília: MCT/IBICT.
- (2003) "A hard landing for the 'New Economy'? Information technology and the United States national system of innovation". En Cassiolato, José E.; Lastres, Helena M. M. y Maciel, María Lucía (eds.), *Systems of Innovation and Development Evidence from Brazil*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Furtado, Celso (1961). *Desenvolvimento e Subdesenvolvimento*. Río de Janeiro: Fundo de Cultura.

- (1993). *Mito do Desenvolvimento Econômico*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- (1998). *O capitalismo global*. San Pablo: Paz e Terra.
- (2004). “Os desafios da nova geração”. *Jornal dos Economistas*, nº 179.
- Gadelha, Carlos A. G. (coord.) (2012). *A dinâmica do sistema produtivo da saúde: inovação e complexo econômico-industrial*. Rio de Janeiro: Fiocruz.
- Guimarães, Vicente; Peixoto, Flávio; Cassiolato, José E. y Lastres, Helena M. M. (2006). “Convergências e complementaridades da corrente neo-schumpeteriana com o pensamento estruturalista de Celso Furtado”. En Saboia, Joao y Cardim, Fernando J. (orgs.), *Celso Furtado e o século XXI*. Rio de Janeiro: Manole.
- Herrera, Amílcar (2011 [1975]). “Los determinantes sociales de la política científica en América Latina: política de científica explícita y política científica implícita”. En Sabato, Jorge (comp.), *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia, tecnología, desarrollo, dependencia*. Buenos Aires: Paidós.
- Jewkes, John; Sawers, David y Stillerman, Richard (1958). *The Sources of Invention*. Londres: Macmillan.
- Katz, Jorge (2000). “Globalización, reformas estructurales y sistemas innovativos”. *CEPAL Serie Desarrollo Productivo*, Nº 75.
- (2005). “O novo modelo econômico latino-americano: aspectos de eficiência e equidade que colocam em questão a sua sustentabilidade”. En Lastres, Helena M. M.; Cassiolato, José E. y Arroio, Ana (orgs.), *Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento*. Rio de Janeiro: UFJR e Contraponto.
- (2008). “Una nueva visita a la teoría del desarrollo económico”. Comisión Económica para América Latina y Caribe (CEPAL), Colección Documentos de Proyectos. Naciones Unidas, CEPAL.
- Lastres, Helena M. M. (2006). “Systems of innovation: is it all true?”. IV Globelics Conference India, Kerala. Disponible en: www.redesist.ie.ufrj.br.
- (2007). “Invisibilidade, injustiça cognitiva e outros desafios à compreensão da economia do conhecimento”. En Maciel, María

Lucía y Albagli, Sarita (orgs.), *Informação e Desenvolvimento: conhecimento, inovação e apropriação social*. Brasília Unesco/IBICT.

- Lastres, Helena M. M. y Albagli, Sarita (1999). “Informação e conhecimento: chaves para o terceiro milenio”. En Lastres, Helena M. M. y Albagli, Sarita (orgs.), *Informação e globalização na era do conhecimento*. Río de Janeiro: Campus. Disponible en: www.redesist.ie.ufrj.br.
- Lastres, Helena M. M. y Cassiolato, José E. (2005). “Innovation systems and local productive arrangements: new strategies to promote the generation, acquisition and diffusion of knowledge”. *Innovation: Management, Policy & Practice*, vol. 7, n° 2, pp. 172-187.
- (2017). “Development and innovation: learning from the legacies of Freeman and Furtado”. *Innovation and Development*, vol. 7, n° 2, pp. 271-286.
- Lastres, Helena M. M.; Cassiolato, José E. y Arroio, Ana (2005). “Sistemas de inovação e desenvolvimento: mitos e realidades da economia do conhecimento”. En Lastres, Helena M. M.; Cassiolato, José E. y Arroio, Ana (orgs.), *Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento*. Río de Janeiro: UFRJ/Contraponto.
- Lastres, Helena M. M.; Cassiolato, José E.; Laplane, Gabriela y Sarti, Fernando (orgs.) (2016). *O Futuro do Desenvolvimento: ensaios em homenagem a Luciano Coutinho*. Campinas: Editora da Unicamp.
- Lastres, Helena M. M.; Cassiolato, José E. y Matos, Marcelo (2006). “Desafios do uso do enfoque em arranjos e sistemas produtivos e inovativos locais no Brasil”. En Lastres, Helena M. M. y Cassiolato, José E. (orgs.), *Estratégias para o desenvolvimento: um enfoque sobre arranjos produtivos locais do Norte, Nordeste e Centro-Oeste brasileiros*. Río de Janeiro: E-papers.
- Lastres, Helena; Garcez, Cristiane; Lemos, Cristina; Barbosa, Eduardo y Magalhães, Walsey (2014a). “Innovation, Production and Innovation Systems and the BNDES’ Contribution”. En Crespi, Gustavo y Dutrénit, Gabriela (orgs.), *Science, Technology and Innovation Policies for Development*. Washington: Springer.
- Lastres, Helena M. M.; Lemos, Cristina; Falcón, María Lucía; Andrade, José Eduardo; Magalhães, Walsey y Machado, Marcelo (2014b). “O

apoio ao desenvolvimento regional: a experiência do BNDES e oportunidades para avanços”. *Revista do BNDES*, nº 42.

- Lastres, Helena M. M.; Lemos, Cristina; Kaplan, Eduardo; Garcez, Cristiane y Magalhães, Walsey (2010). “O apoio ao desenvolvimento regional e aos arranjos produtivos locais”. En Além, Ana Cláudia y Giambiagi, Fabio (orgs.), *O BNDES em um Brasil em transição*, pp. 435-449. Rio de Janeiro: BNDES.
- Lastres, Helena M. M.; Pietrobelli, Carlo; Caporali, Renato; Couto, Maria Clara y Matos, Marcelo (orgs.) (2012). *A nova geração de políticas de desenvolvimento produtivo: sustentabilidade social e ambiental*. Brasília: Editora da CNI.
- Matos, Marcelo G. P.; Borin, Elaine y Cassiolato, José E. (orgs.) (2015). *Uma década de evolução dos arranjos produtivos locais*. Rio de Janeiro: E-papers.
- Matos, Marcelo P.; Cassiolato, José E.; Lastres, Helena M. M.; Lemos, Cristina y Szapiro, Marina (orgs.) (2017). *Arranjos Produtivos Locais: Referencial, experiências e políticas em 20 anos da RedeSist*. Rio de Janeiro: E-papers.
- Mazzucato, Mariana (2013). *The Entrepreneurial State: Debunking the Public Vs. Private Myth in Risk and Innovation*. Londres: Anthem Press.
- Mazzucato, Mariana y Penna, Caetano (2016). *The Brazilian Innovation System: a mission oriented policy proposal*. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília: CGEE.
- Moreno, Félix (2011). “Modelo para un sistema de producción, selección y transferencia de tecnología”. En Sabato, Jorge (comp.), *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia, tecnología, desarrollo, dependencia*. Buenos Aires: Paidós.
- Mytelka, Lynn K. (1993). “A role for innovation networking in the other two-thirds”. *Futures*, vol. 25, nº 6, pp. 694-712.
- Mytelka, Lynn K. y Farinelli, Fulvia (2003). “Local Clusters, Innovation Systems and Sustained Competitiveness”. En Cassiolato, José; Lastres, Helena y Maciel, María Lucía (eds.), *Systems of Innovation and Development Evidence from Brazil*. Cheltenham: Edward Elgar.

- Nelson, Richard (1993). *National Innovation Systems: a comparative analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Peres, Wilson (2011). “Industrial Policies in Latin America”. Working Paper N° 48, World Institute for Development Economics Research.
- Prebisch, Raúl (1949). “O desenvolvimento econômico da América Latina e alguns de seus problemas principais”. CEPAL.
- Ramos Campos, Renato; Stallivieri, Fabio; Vargas, Marco Antônio y Matos, Marcelo (orgs.) (2010). *Políticas Estaduais para Arranjos Produtivos Locais no Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil*. Rio de Janeiro: E-papers.
- Sabato, Jorge (comp.) (2011 [1975]). *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia, tecnología, desarrollo, dependencia*. Buenos Aires: Paidós.
- Sagasti, Francisco (1978). “Science and Technology for Development: Main Comparative Report of the Science and Technology Policy Instruments”. Project (STPI), IDRC, 57. Ottawa.
- Schumpeter, Joseph Alois (1942). *Capitalism, socialism and democracy*. Nueva York: Harper.
- Sunkel, Osvaldo (2011 [1975]). “La universidad latinoamericana ante el avance científico y técnico; algunas reflexiones”. En Sabato, Jorge (comp.), *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia, tecnología, desarrollo, dependencia*. Buenos Aires: Paidós.
- Szapiro, Marina; Lemos, Cristina; Lastres, Helena M. M.; Cassiolato, José E. y Vargas, Marco (2017). “Panorama histórico da RedeSist e fundamentação teórica da abordagem de APL”. En Matos, Marcelo P.; Cassiolato, José E.; Lastres, Helena M. M.; Lemos, Cristina y Szapiro, Marina (orgs.) (2017). *Arranjos Produtivos Locais: Referencial, experiências e políticas em 20 anos da RedeSist*. Rio de Janeiro: E-papers.
- Tavares, Maria da Conceição C. (1972). *Da substituição de importações ao capitalismo financeiro: ensaios sobre economia brasileira*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Torre, André y Zimmermann, Jean-Benoît (2015). “Des clusters aux écosystèmes industriels locaux”. *Revue d'Économie Industrielle*, n° 52, pp. 13-38, 2015.

Bibliografía recomendada

- Cassiolato, José; Lastres, Helena y Maciel, María Lucía (eds.) (2003). *Systems of Innovation and Development Evidence from Brazil*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Lastres, Helena y Cassiolato, José (2017). “Development and innovation: learning from the legacies of Freeman and Furtado”. *Innovation and Development*, vol. 7, n° 2, pp. 271-286.
- Matos, Marcelo P.; Cassiolato, José E.; Lastres, Helena M. M.; Lemos, Cristina y Szapiro, Marina (orgs.) (2017). *Arranjos Produtivos Locais: Referencial, experiências e políticas em 20 anos da RedeSist*. Río de Janeiro: E-papers.

Sección III

Algunos ejes del debate sobre innovación y desarrollo

Capítulo 15

Las políticas orientadas por misiones: el debate en los países centrales y su aplicación en el contexto de países en desarrollo

Pablo Lavarello, Mariana Minervini,
Verónica Robert y Darío Vázquez
UNSAM-CEUR-CONICET

Introducción

A partir de un abordaje histórico e institucional, en este capítulo mostramos que desde distintos ámbitos vinculados al diseño y aplicación de políticas tecnológicas, se asiste a un proceso de revalorización de las políticas orientadas por misiones (o *mission-oriented policies*). Las políticas orientadas por misiones tuvieron su período de auge durante la segunda posguerra y se vincularon habitualmente a objetivos de soberanía o defensa nacional, sin embargo, más recientemente, comenzaron a ser consideradas como una perspectiva efectiva para movilizar instrumentos y programas que encuentren soluciones tecnológicas a los grandes desafíos sociales del nuevo milenio (*grand societal challenges*), mucho menos vinculados al terreno militar (European Commission, 2011; Mazzucato, 2014; Mowery, 2012; Foray, Mowery y Nelson, 2012; UNCTAD, 2017; Karo y Lember, 2016; Coenen, Hansen y Rekers, 2015).

Las políticas *mission-oriented* buscan, por definición, soluciones tecnológicas a problemas o desafíos de importancia primaria social, a través de grandes proyectos estratégicos. Entre sus principales características, se destaca la obtención de subproductos que ayuden a mejorar las capa-

ciudades técnicas en diferentes industrias con potencial de influir sobre la competitividad de toda la estructura productiva de los países de aplicación (una vez difundida la innovación a los sectores ajenos a la misión).

Sin embargo, esos subproductos no eran deliberadamente buscados, sino que tenían una naturaleza casual en el contexto de procesos de experimentación orientados a cumplir con la misión objetivo (generalmente vinculada a la defensa nacional). Por esto, desde principios de la década del ochenta, las políticas *mission-oriented* comenzaron a ser criticadas por su escasa generación de *spillovers* hacia el resto de la estructura productiva. En este marco, las recomendaciones de política tecnológica e industrial viraron hacia el desarrollo de sistemas nacionales de innovación a través de políticas *diffusion-oriented*. Estos sistemas, que intentaban replicar experiencias como la japonesa, se basaban en el fomento de actividades de investigación y desarrollo (I+D) en los sectores tecnológicamente más dinámicos. Su objetivo era incrementar las capacidades de innovación en esos sectores, sin poner necesariamente el foco sobre proyectos estratégicos centrales, con el objetivo de generar una política tecnológica que combinaba una visión estratégica orientada a disputar mercados de alto contenido tecnológico con una instrumentación más transversal y participativa, que involucraba no solo a unas pocas agencias públicas y grandes empresas sino a una parte mucho más amplia del entramado productivo.

Durante las décadas de 1990 y 2000, en pleno auge de las políticas del Consenso de Washington y de los modelos de “crecimiento endógeno”, la perspectiva *diffusion-oriented* fue interpretada como el abocamiento de la política tecnológica a la resolución de fallas de mercado, lo que destaca únicamente los aspectos institucionales que posibilitan los *spillovers* y conlleva un énfasis mucho mayor en intervenciones horizontales y de oferta, de por sí poco propensas a lograr un cambio estructural. Esta interpretación, caracterizada como el enfoque de fallas de mercado (o políticas *market failure-oriented*), pasó a ser el paradigma dominante desde entonces en el área de la política tecnológica.¹

A partir del “*revival*” reciente de las misiones surgen nuevos interrogantes: ¿por qué se vuelven a impulsar las políticas *mission-oriented*? ¿De qué manera los nuevos desafíos inciden sobre el diseño y la organización de las nuevas misiones? ¿Qué efectividad puede esperarse de estas nuevas misiones, dado el bajo potencial de *spillovers* de las misiones impulsadas

1 Ver capítulo 6, de Dutrénit y Puchet.

en el pasado? ¿Qué importancia tiene esta discusión para los países en desarrollo (y, en particular, para los iberoamericanos)?

El presente capítulo se propone dar respuestas a estos interrogantes. Para ello, en la siguiente sección se revisan las limitaciones del enfoque *market failure-oriented* como paradigma de política tecnológica. En la tercera, se realiza una conceptualización de las políticas *mission-oriented* y *diffusion-oriented* y los canales de transmisión que tienen cada una. En la cuarta sección, se realiza una revisión histórica de las políticas *mission-oriented*. A continuación, se orienta esta discusión para la política tecnológica de países en desarrollo. Por último se discuten algunos desafíos.

Las limitaciones del enfoque de políticas basado en fallas de mercado

El enfoque estándar o neoclásico que prevalece en la teoría económica actual parte de entender la economía dentro de un estado de equilibrio y propone intervenciones mínimas para no perturbar dicho equilibrio. Dentro de este enfoque teórico los instrumentos de política tecnológica e industrial son minimizados, o casi ausentes y, en caso de existir, están circunscriptos a la resolución de fallas de mercado. Para evitar desvirtuar los precios que emergen de las interacciones de los mercados, el único margen de maniobra que se le asigna al Estado es esencialmente uno de corrector o “facilitador” y el tipo de políticas a las que puede acudir son políticas horizontales. En este contexto, el Estado es atenuado en la tarea de impulsar un cambio estructural que desafíe el principio de ventajas comparativas (Lavarello, 2015).

Sin embargo, en la práctica, las políticas industriales y tecnológicas se constituyen más como una regla que como una excepción. Por un lado, porque es una herramienta clave de los Estados nacionales para construir competitividad sistémica, que potencie procesos de desarrollo económico y, por el otro, porque el discurso de las fallas de mercado es más conducente a la justificación de la intervención pública que a un principio rector para la identificación de ámbitos de acción, cuestión que se encuentra ampliamente justificada en la continua generación de fallas de mercado que se crean dentro de una economía capitalista (Cimoli *et al.*, 2006).

En este contexto, no es trivial que a lo largo de la historia abunden los ejemplos que van desde la promoción a industrias nacientes (Hamilton, 1790; List, 1841), hasta las nuevas políticas orientadas a la difusión

de nuevas tecnologías en la industria manufacturera alemana, con el objetivo de expandir su competitividad,² pasando por las grandes misiones que articularon políticas científicas, tecnológicas e industriales durante la década del sesenta.

En síntesis, el enfoque de fallas de mercado ha resultado más una restricción al fomento de las políticas industriales en países en desarrollo que una barrera real a la implementación de las mismas en países desarrollados. Sin embargo, todavía hoy está presente en el discurso oficial de los organismos internacionales³ y llega a discusiones académicas sobre política industrial, incluso impulsadas por autores heterodoxos (Pietrobelli y Staritz, 2013).

En este contexto, en el actual capítulo no nos restringimos al debate habitual sobre las políticas y las fallas de mercado. Por el contrario, reconociendo que la política industrial tiene un lugar en la agenda pública de países desarrollados y que requiere un mayor espacio en países en desarrollo, pasamos a debatir tipos de políticas industriales y tecnológicas en términos de su orientación por misiones o por difusión.

Aportes teórico-conceptuales a las políticas de cyt e industriales

Las políticas orientadas por misiones

Las políticas *mission-oriented* buscan nuevas soluciones tecnológicas a problemas específicos enmarcados en la resolución de grandes desafíos sociales (*grand challenges*), a través de proyectos estratégicos llevados a cabo por agencias estatales en conjunto con una cantidad limitada de grandes empresas y organizaciones públicas de I+D (Ergas, 1987; Chiang, 1991a; Cantner y Pyka, 2001; Foray, Mowery y Nelson, 2012; Mazzucato y Penna, 2016).

En este sentido, las misiones apuntan a desarrollar tecnologías avanzadas (*cutting-edge technologies*) circunscriptas a los objetivos puntuales buscados. Esto implica que, al menos en una primera instancia, la selectividad de las políticas es alta y el rango de sectores involucrados es acotado. Pero, en instancias posteriores, es posible la obtención de sub-

² A través de centros de desarrollo como los Institutos Fraunhofer.

³ Por ejemplo, ver Crespi, Fernández-Arias y Stein, 2014; Lin y Monga, 2010.

productos o *spin-off*,⁴ que son un tipo particular de *spillover* y pueden mejorar las capacidades técnicas de toda la estructura productiva en los países donde las misiones se llevan a cabo.

Al poner el foco en lograr innovaciones radicales, las misiones han sido caracterizadas por la presencia de un fuerte sesgo *science-push*,⁵ que claramente identificaba a los proyectos de la segunda posguerra, pero que ha sido paulatinamente transformado en los últimos treinta años.

Con respecto al rol de las instituciones, las políticas *mission-oriented* se han caracterizado históricamente por el rol central que han dado al Estado, considerado como el único actor con la habilidad de reunir los recursos y de influir sobre los eventos en razón de fomentar el desarrollo tecnológico y la innovación (Bozeman, 2000). Esta idea, sintetizada originalmente bajo la noción de “Estado desarrollista” (Wade, 2010; Chang, 2010; Amsden, 1997), adquirió mayor notoriedad en los últimos años bajo el concepto de “Estado emprendedor” (Mazzucato, 2013 y 2015). Un Estado emprendedor es aquel que planifica, que posee capacidades para realizar inversiones y fundamentalmente que puede asumir los riesgos asociados a la búsqueda de nuevos conocimientos y desarrollos tecnológicos que trasciendan las barreras del conocimiento actual y la configuración actual de los mercados. Por ello, el Estado emprendedor asume un rol exploratorio y otorga continuidad a los proyectos con financiamiento a largo plazo, en que los actores privados no muestran incentivos a la I+D (Mazzucato, 2013 y 2014; Mazzucato y Penna, 2016).

Esta conceptualización del Estado pierde de vista dos elementos que también afectan el desempeño de las políticas. El primero refiere a las posibles tensiones que presenta un Estado emprendedor con otros actores económicos. Y el segundo, a tensiones internas dentro del propio Estado en la organización de la política tecnológica.

El primero de esos aspectos ha sido muy estudiado por autores latinoamericanos como Amílcar Herrera, Jorge Sabato u Oscar Varsavsky. De hecho, Sabato y Botana (1968) refieren a la importancia de las relaciones dentro del triángulo conformado por las empresas, el gobierno y el sistema científico.⁶ Asimismo, autores como Aldo Ferrer (2014) y Osvaldo Sunkel (1986) abordaron el mismo tema desde la tradición teórica

⁴ Un *spin-off* es un desprendimiento tecnológico de la misión principal que es adaptable o aplicable sobre sectores ajenos a la misión (Chiang, 1991b; Cowan y Foray, 1995).

⁵ Ver capítulo 1, de Motta y Morero.

⁶ Ver capítulo 6, de Dutrénit y Puchet.

estructuralista, poniendo el foco en las relaciones entre el Estado y las empresas multinacionales.⁷

En cuanto al segundo, Block y Keller (2011) consideran que dentro del Estado hay tensiones immanentes, porque lejos de funcionar orgánicamente, puede conceptualizarse como una red descentralizada de distintos tipos de agencias que impulsan la innovación, con distintos objetivos, intereses, poder de *lobby* y posibilidades de ejecución de sus proyectos. Esto es especialmente así en el caso estadounidense, en que la política tecnológica ha sido históricamente impulsada por distintas agencias relativamente autónomas con elevado poder de financiamiento y movilización de recursos.

Por último, en lo que refiere a la organización de las políticas, las misiones poseen un marcado sesgo *top-down* en la toma de decisiones, en el que suelen predominar las intervenciones verticales, definidas hacia sectores (e incluso firmas) específicos (Cantner y Pyka, 2001). Según Chiang (1991b), en las políticas *mission-oriented*, las agencias estatales no solo son los principales decisores, sino también los principales usuarios de las políticas. Sin embargo, si bien en las misiones predominan los casos en que el Estado es tanto decisor como usuario, esta no es una condición que se verifique en todos los casos. Así, Nelson y Langlois (1983) distinguen tres modalidades: i) desarrollo tecnológico en áreas en que el Estado está fuertemente involucrado (v. gr. DARPA, internet); ii) desarrollo de tecnologías de propósito general (v. gr. biotecnología en Estados Unidos); iii) desarrollo de tecnologías “orientadas al cliente” (v. gr. misiones agrícolas en Estados Unidos). En los últimos dos casos, la cantidad de usuarios excede a las agencias financiadoras y ejecutoras.

Las políticas orientadas por la difusión

En su trabajo pionero, Ergas (1987) define las políticas *diffusion-oriented* como aquellas que buscan proporcionar “una amplia capacidad para ajustarse al cambio tecnológico a toda la estructura industrial” (1987: 28). Este fin lo consiguen a partir de “la provisión de bienes públicos vinculados a la innovación: en especial, en los campos de educación, estandarización de producto e investigación cooperativa” (1987: 28). Esta conceptuali-

7 Ver capítulo 12, de Álvarez, Marín y Albis.

zación llevó a dos interpretaciones diferentes acerca de la perspectiva *diffusion-oriented*.

Por un lado, algunos autores pusieron el foco sobre la provisión de bienes públicos y vincularon el enfoque directamente con la resolución de fallas de mercado (Stoneman y Diederer, 1994; Bartzokas y Teubal, 2002). Por otro, hay quienes entendieron la primera parte de la definición de Ergas como la más relevante e interpretaron las políticas *diffusion-oriented* como aquellas que buscan favorecer el aprendizaje tecnológico acelerado en una gran cantidad de sectores, en pos de convertir a los mismos en seguidores inteligentes (*smart followers*) de los grandes avances tecnológicos introducidos por las potencias económicas (Chiang, 1991a; Cantner y Pyka, 2001). En este caso, predomina una visión estratégica que orienta la política a sectores específicos y expande las acciones de políticas más allá de la solución de fallas de mercado.

En este trabajo, entendemos la perspectiva *diffusion-oriented* como la representada por la segunda definición, que apunta a fomentar “la adquisición, difusión y asimilación de tecnología en la industria” (Chiang, 1991a). Esto implica multiplicar las oportunidades tecnológicas e incrementar las capacidades de innovación de un conjunto amplio de sectores de la economía nacional. A diferencia de las políticas *mission-oriented*, las políticas orientadas a la difusión abarcan un espectro más amplio de tecnologías en fases avanzadas del ciclo de innovación, es decir, en aquellas instancias en que predominan las innovaciones incrementales (Chiang, 1991a).

Con el objetivo de cerrar la brecha tecnológica, se apunta a alimentar el desarrollo de innovaciones como resultado de la mayor difusión de conocimiento, no solo porque los procesos de aprendizaje son acumulativos y se aceleran con la experiencia (*learning by doing*) (Arrow, 1962) y el uso de nuevas técnicas y artefactos (*learning by using*) (Rosenberg, 1982), sino también porque las interacciones entre productores y usuarios de tecnologías juegan un rol clave en los procesos de desarrollo y adaptación de las mismas (*learning by interacting*) (Lundvall, 1985; Von Hippel, 1994). Así, la perspectiva *diffusion-oriented* se ocupa de promover vínculos formales e informales entre los distintos actores económicos, bajo dos criterios estratégicos: funcionamiento sistémico y selectividad. El primero se encuentra vinculado con el concepto de sistemas nacionales de innovación (Freeman, 1987 y 1995; Lundvall, 1992 y 2007), que intenta describir las diferentes relaciones interorganizacionales e interinstitucionales que caracterizan a los procesos de innovación exi-

tosos.^{8 9} La perspectiva sistémica se entrelaza con la característica destacada por Chiang (1991b) sobre los programas orientados a la difusión: “las organizaciones responsables de los programas *diffusion-oriented* no son los principales usuarios finales de los resultados de sus programas. En cambio, sus programas están destinados a contribuir a numerosos usuarios potenciales externos” (1991b: 1, traducción propia). El segundo se refiere directamente al hecho de que los procesos colectivos de aprendizaje apuntan a la convergencia entre tecnologías transversales y, por lo tanto, ponen el foco en determinados sectores estratégicos (Lundvall y Borrás, 2005). Entre dichos sectores dinámicos, que aceleran la difusión intersectorial de tecnología, se cuentan los sectores manufactureros, en especial los vinculados a la industria de bienes de capital, las TIC y otras tecnologías de propósito general (Lavarello y Sarabia, 2016).

En síntesis, las políticas orientadas a la difusión intentan generar un marco institucional que estimula la interacción entre diferentes actores en un sistema con el objetivo de lograr mayor competitividad. Por lo tanto, tienden a fomentar la educación y capacitación, la cooperación y transferencia tecnológica, y la estandarización de producto (Ergas, 1987). Asimismo, se caracterizan por la presencia de un Estado promotor o “flexible”, que acompaña y estimula estos procesos de difusión de conocimiento vinculando a las esferas pública y privada, lo que otorga mayor participación en el diseño de políticas pese a que la dirección estratégica continúe siendo *top-down*. El proceso deliberativo que precede a las políticas es *bottom-up*, es decir, implica un consenso generalizado con los actores que son beneficiarios de las políticas en torno a los objetivos, la repartición de los riesgos y costos, y la apropiabilidad de los resultados. Como el objetivo es disminuir la brecha tecnológica, las tecnologías a promover no emergen de un desafío social específico, sino de un análisis prospectivo sobre los mercados tecnológicos de frontera (Freeman, 2004).

A diferencia de las misiones, las políticas *diffusion-oriented* involucran a múltiples instituciones en el proceso de organización de las políticas. A este modelo, Bozeman (2000) lo llama “tecnológico cooperativo”, pues en él identifica roles activos de todos los actores en torno a los programas de innovación, y la centralidad no está puesta en el Estado, sino en la cooperación:

8 Ver capítulo 5, de Erbes y Suárez.

9 En particular, el caso de Japón era el que inspiraba a la literatura sobre sistemas nacionales de innovación en su crítica al modelo lineal de innovación (Freeman, 2004 y 1987).

El paradigma tecnológico cooperativo es un término que intenta contener un conjunto de valores que hacen énfasis en la cooperación entre sectores (Larsen y Wigand, 1987; Wigand y Frankwick, 1989) –industria, gobierno y universidad– y la cooperación entre firmas rivales en el desarrollo de tecnologías pre-competitivas e “infratecnologías” (Bozeman, 2000; traducción propia).

Es importante destacar que, si bien este modelo cooperativo se corresponde con las políticas *diffusion-oriented*, las nuevas misiones han intentado internalizarlo en función de mejorar sus resultados en relación con la generación de *spillovers*. Así, por ejemplo, surge el concepto de *bloque de competencias*, que determina una red heterogénea de actores que forma parte de los procesos de innovación impulsados por el Estado, cuyo grado de completitud “determina la funcionalidad del bloque entero” (Eliasson, 2017). También la noción de Estado emprendedor recoge el hecho de que las agencias gubernamentales deben desarrollar capacidades de absorción o formas de aprendizaje institucional que les permitan mejorar su rol en la generación de un entorno innovador, y que esto debe lograrse a partir de las asociaciones público-privadas (Mazzucato y Penna, 2016).

Por último, justamente, debemos referirnos a los *spillovers*, ya que son el elemento central tomado en cuenta por las políticas orientadas a la difusión en comparación con las misiones. En estas, como consecuencia de fijarse objetivos principales de carácter extraeconómico, los *spillovers* han sido históricamente de ocurrencia casual, porque han estado más allá del alcance de los programas y han sido simplemente subproductos de los mismos (Chiang, 1991b). En contraste, las políticas *diffusion-oriented* buscan *spillovers* de manera explícita y su obtención es planificada estratégicamente en los programas, por ejemplo, a partir de fomentar las relaciones proveedor-usuario de tecnologías y la fertilización cruzada. En este sentido, en los países que han llevado a cabo políticas *diffusion-oriented* exitosas, las instituciones puente que conectan el conocimiento científico-tecnológico con las industrias han adquirido un rol fundamental en la prestación de servicios tecnológicos transversales a empresas vinculados a avances realizados por universidades e instituciones de ciencia básica.

Los canales de las políticas orientadas por misión para la generación de externalidades tecnológicas

Como veremos en la próxima sección, las misiones han recibido muchas críticas en torno a su capacidad para generar *spillovers*, lo que nos lleva a la necesidad de estudiar las diferentes maneras que estas tienen para fomentarlos.

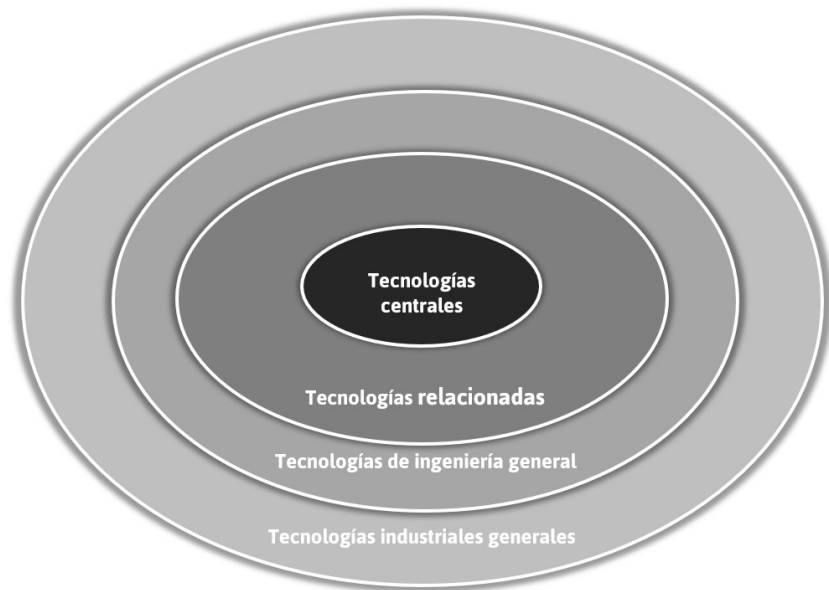
Los *spillovers* son externalidades originadas en la difusión del conocimiento (dado su carácter indivisible y no rival), que implican una divergencia entre la capacidad de un agente de generar un conocimiento y su capacidad de apropiarlo. Estas externalidades tecnológicas se presentan cuando las innovaciones llevadas a cabo por una empresa incrementan la productividad de otras empresas sin plena compensación para la primera (Marshall, 1890; Glaeser *et al.*, 1992).

Al preguntarnos por las posibilidades que poseen las misiones para generar *spillovers*, resulta imperioso tener en cuenta su relación con la política tecnológica en un marco de difusión del conocimiento. Según Metcalfe (1994), la política tecnológica en este marco debería considerar dos cuestiones fundamentales: i) que las posibilidades de innovación de las firmas no deben darse por sentadas, sino que es necesario mejorar y ampliar esas posibilidades; y ii) que cada tecnología tiene una dinámica diferente de acumulación de conocimiento, por lo que debería privilegiarse el desarrollo de ciertas tecnologías por sobre otras.

Sobre el primer punto, Eliasson (2010 y 2017) destaca que las firmas de tecnología avanzada involucradas en misiones generan *spillovers* bajo la forma de una nube de tecnologías (*cloud of technologies*). De la tecnología núcleo, se desprenden conocimientos que derivan en tecnologías relacionadas pertenecientes al sector o campo de actividad de la misión. Una segunda oleada de *spillovers* se asocia a “tecnologías de ingeniería general”, que incluyen los nuevos conocimientos generados que mejoran productos o procesos en diferentes sectores. Por último, todos los *spillovers* directos (v. gr., una tecnología nueva) e indirectos (v. gr., la movilización de trabajadores) de la misión hacia otros sectores industriales conforman las “tecnologías industriales generales” (ver figura 1). Una distinción importante que realiza Eliasson es la diferenciación entre el *spillover* como nuevo conocimiento generado de difícil apropiación por parte del actor que lo genera, y el “valor económico creado para la sociedad”, que es específicamente la parte del conocimiento derramado que otras firmas nacionales puedan llegar a capturar y comercializar exitosamente (Eliasson, 2010). En este sentido, dicho autor

pone el foco sobre las capacidades de absorción de las firmas nacionales (originadas o no a partir de la misión) para poder apropiar y aprovechar parte del conocimiento útil de amplia aplicación que las misiones generan.

Figura 1. La nube de tecnologías relacionadas a misiones



Fuente: Eliasson, 2010, traducción propia.

Basadas en este esquema, las misiones han difundido conocimiento bajo diferentes formas a lo largo de la historia. Como se anticipó previamente, la forma clásica en las misiones militares de posguerra era el *spin-off*. Estos desprendimientos tecnológicos de la misión generan nuevos mercados (nuevas firmas, nuevas líneas de producción, etcétera). Como se dijo en la subsección anterior, las misiones, si bien no desconocían la posibilidad de obtener *spin-off*, no la consideraban entre sus objetivos principales, sino que se abocaban plenamente a conseguir resultados que satisficieran los objetivos extraeconómicos que se proponían. El *spin-off*, en cuanto se trataba de la aplicación comercial de tecnologías derivadas de la misión principal, era un subproducto de la misión, y por lo tanto tenía una naturaleza casual (Chiang, 1991b). En este sentido, se alentaba a las agencias a fomentar

la difusión hacia el ámbito civil, de manera que la estructura productiva pudiera ganar competitividad, pero bajo la forma de una política industrial implícita. En términos de Eliasson (2010), las firmas de la misión estaban “rodeadas por una nube de nuevas tecnologías que ellas (habían) generado como parte de sus negocios corrientes, que sin la menor intención derramaron en forma gratuita hacia otras firmas en industrias relacionadas, y que pudieron apropiarse para ellas mismas únicamente de manera limitada” (2010: 34-35, traducción propia). Por lo tanto, se ponía el foco sobre las tecnologías núcleo y las relacionadas, mientras que las de ingeniería e industriales no eran estimuladas sino que dependían plenamente de la capacidad de absorción de otras firmas para poder capturar y comercializar esos posibles derrames.¹⁰

A partir de la década de 1990, las misiones militares buscan específicamente tecnologías de uso dual, es decir, aquellas que son preconcebidas para su aplicación tanto en el campo militar como en el civil, y tecnologías de propósito general, pensadas para su aplicación en una gran variedad de sectores industriales (Ruttan, 2006a). Para ello, han tenido que lidiar con las trabas que imponía el secreto militar (ver siguiente sección). En este sentido, misiones que estuvieran dedicadas a resolver otros *grand challenges* tendrían como ventaja intrínseca una mayor facilidad para orientar los proyectos a generar una nube de tecnologías lo más amplia posible, así como a lograr que dicha nube se traduzca en un mayor valor económico (en el sentido de Eliasson) para la sociedad. Un ejemplo lo aporta el mismo Eliasson cuando destaca la capacidad de las misiones de generar ámbitos de conocimiento sofisticado y complejo que luego permiten una difusión del mismo a partir de la movilidad de los trabajadores involucrados. Así, considera a las firmas vinculadas a las misiones como “universidades técnicas” que forman y capacitan trabajadores no solo con foco en conocimiento codificado sino también en formas de conocimiento tácito (*learning by doing, learning by using, learning by interacting*).

Sobre el segundo punto, vinculado a las tecnologías, el panorama es por sí mismo más claro. Las políticas *mission-oriented* apuntan, en la actualidad, al desarrollo de determinadas tecnologías que, si bien vinculadas en primera instancia a la resolución de problemas sociales, buscan resolver un rezago tecnológico y encontrar la manera de generar *spillovers*. Por lo tanto, priorizan determinadas tecnologías por sobre otras. Desde el punto de vista económico, esto asume que la nube de tecnologías que determina-

10 Ver capítulo 3, de Natera.

dos sectores generan es más amplia que la de otras. Las dos preguntas clave son si todas las misiones generan *spillovers*, y cuáles son los *challenges* que generan mayores y mejores *spillovers*. La literatura no se ha pronunciado de manera concluyente sobre ninguna de estas dos cuestiones. Mientras Mazzucato y Penna (2016) consideran que las políticas *mission-oriented* son capaces de movilizar una gran variedad de sectores y que es esperable un efecto cualitativo de las mismas sobre la estructura productiva, Ruttan (2006b) ha establecido una preferencia sobre la industria biotecnológica para salud humana por sobre los *challenges* de tipo militar.

Las políticas por misión a lo largo de la historia y su reciente revitalización: de los *spin-offs* en misiones de defensa a los potenciales *spillovers* en misiones de salud

Las políticas orientadas por misiones tienen larga data. Como destacan Lundvall y Borrás (2005), es posible encontrar antecedentes lejanos de políticas *mission-oriented* en la producción de cañones de hierro en la primera mitad del siglo XVI en Inglaterra. Sin embargo, su auge se verifica claramente durante la segunda mitad del siglo XX en los países centrales. El contexto internacional caracterizado por la Guerra Fría fortalecía los argumentos que colocaban como prioridad a la inversión en la industria de la defensa, con un objetivo de seguridad nacional (Freeman, 2004; Ergas, 1987; Ruttan, 2006a y 2006b). En este sentido, el caso paradigmático fue el de Estados Unidos, donde el elevado gasto en defensa generaba un ámbito propicio para la consecución de innovaciones radicales.¹¹ Así, florecieron casos exitosos de *spin-off* como las primeras versiones de semiconductores (transistores y circuitos integrados), computadoras (primer modelo plenamente electrónico), reactores para energía nuclear (de agua pesada y agua presurizada), aviones comerciales (Boeing 707), plataformas de telecomunicaciones (internet), entre otros (Chiang, 1991b; Ruttan, 2006a y 2006b; Mazzucato y Penna, 2017).

Bajo los mismos preceptos que ubicaban a la defensa nacional como objetivo, otros países centrales incurrieron en políticas orientadas por misiones, entre los que se destacaron Francia, el Reino Unido y la Unión Soviética

¹¹ En sistemas sociales con un sesgo ideológico profundo contra la intervención estatal (como el sistema estadounidense), las políticas *mission-oriented* abrían la posibilidad de promover la investigación y desarrollo en tecnologías de frontera sin tener que justificar su viabilidad económica en términos de costo-beneficio (Freeman, 2004; Dosi, 1991; Chiang, 1991b; Ruttan, 2006a, 2006b).

(Ergas, 1987; Freeman, 2004 [1982]). Asimismo, la búsqueda de autonomía tecnológica en contextos pacíficos impulsó a varios países latinoamericanos a organizar políticas *mission-oriented* en sus procesos de industrialización sustitutiva siguiendo las pautas del modelo lineal de innovación,¹² como en el caso de la energía nuclear en Argentina o las industrias aeronáuticas e informática en Brasil (Adler, 1987; Hurtado, 2012; Mazzucato y Penna, 2016). Justamente, la definición de misiones de Henry Ergas en su texto pionero como “gran ciencia desplegada para enfrentar grandes problemas” (Ergas, 1987: 16, traducción propia) dejaba al descubierto que la característica saliente de las misiones era su organización en función del modelo lineal de innovación, por el que se priorizaba, bajo un esquema *science-push*, el cumplimiento de los objetivos militares a partir de la investigación científica. En este sentido, en el marco de proyectos que implicaban a grandes empresas (públicas o privadas) del sector de la defensa y un fuerte apoyo en términos de financiamiento desde agencias estatales (tanto para subsidios a la I+D como a través de programas de compra pública), los *spin-off* civiles eran subproductos de las investigaciones que no eran planificados de manera sistemática. Si bien había misiones destinadas a resolver otros desafíos sociales (vinculadas a energía, salud humana o agricultura), el desafío social que aglutinaba a la mayor parte de las políticas tecnológicas era la soberanía nacional en el área militar, y los desarrollos tecnológicos para el ámbito civil estaban en un segundo plano.

Desde la década de los ochenta, los cambios en el contexto internacional motivaron distintas críticas hacia las políticas *mission-oriented*. Entre dichos cambios se cuentan dos fundamentales. En primer lugar, la pérdida de competitividad relativa de los países *mission-oriented vis à vis* los *diffusion-oriented*, que había comenzado en los años setenta. Por ejemplo, Estados Unidos fue transitoriamente desplazado por Japón en el rubro de los semiconductores (Chiang, 1991b), mientras que otros países (como Francia, el Reino Unido y la Unión Soviética) mostraban crecientes dificultades para mostrar incrementos de la productividad derivados de sus gastos en defensa (Ergas, 1987; Freeman, 2004). En segundo lugar, la decadencia geopolítica de la Unión Soviética, que puso en cuestionamiento la legitimidad de la gran masa presupuestaria asignada anualmente al Departamento de Defensa estadounidense (Ruttan, 2006a).

La caída relativa en mercados de alta tecnología llevó a los países centrales a replantearse sus políticas de cyT. Los críticos del paradigma *mission-*

12 Ver capítulo Motta y Morero.

oriented consideraban que estas políticas tenían diferentes fallas relacionadas que retrasaban las posibilidades de investigación y aplicación en el ámbito comercial civil (Ergas, 1987; Chiang, 1991a y 1991b; Ruttan, 2006a):

- En primer lugar, los desarrollos tecnológicos en el campo militar tenían una lenta y escasa difusión hacia su aplicación comercial en la industria civil (incluso diversas tecnologías de uso militar tienen poca o nula capacidad de uso civil, v. gr. tecnología *stealth*);
- En segundo lugar, se destinaban elevados recursos en función del desarrollo de *cutting-edge technologies*, que no lograban acelerar la generación de externalidades basadas en el conocimiento con respecto a las innovaciones incrementales de otros sistemas;
- En tercer lugar, se generaban mercados protegidos para un puñado de empresas ligadas al complejo militar-industrial y se producía un encorsetamiento del conocimiento en línea con el secreto militar, lo que llevaba a una brecha de productividad entre las empresas tecnológicas líderes y el resto de la industria.

De esta forma, las misiones se convertían en compartimentos estancos (Chesnais, 1990), que no lograban generar suficientes *spillovers* hacia el resto de la estructura productiva. Si bien la I+D vinculada a la defensa era en muchos casos efectiva, no podía asegurarse lo mismo respecto de su “eficiencia”, ya que países como Japón o Alemania lograban estar en la frontera tecnológica con inversiones en innovación y desarrollo con respecto al PBI mucho menores.

En consecuencia, la literatura a partir de entonces se ubicó mayoritariamente en favor de las políticas orientadas a la difusión, lo que llevó a incorporar aspectos de esta visión estratégica en muchos países. En general, las críticas a las misiones llevaron a cambios en dos planos diferentes. Por un lado, en el plano de las políticas, en Estados Unidos el predominio del complejo militar-industrial en términos de financiamiento y *lobby* implicó la continuidad del enfoque *mission-oriented* pero con un intento explícito de mejorar la lógica de funcionamiento de las misiones para acelerar los flujos de conocimiento entre los sectores militar y civil. Así, se intentó promover la generación de tecnologías de uso dual (es decir, concebidas específicamente para su uso en ambos sectores) y de propósito general (Ruttan, 2006a; Chiang, 1991b).

Por otro lado, en el plano teórico e ideológico, en plena etapa de auge del neoliberalismo y de los modelos de crecimiento endógeno (Romer,

1986; Lucas, 1988), la recomendación en torno a las políticas por difusión se vio afectada por la predominancia del paradigma de equilibrio en los debates *mainstream* de política económica. Esto llevó a que se impusiera el enfoque *market failure-oriented* como principal marco de referencia de políticas tecnológicas en los organismos internacionales y en el ambiente académico (Balassa, 1981; World Bank, 1993; Stiglitz, 1996; World Bank, 1997; Martin y Scott, 1998; entre otros). Esta perspectiva, más allá de saberse poco eficaz para modificar las trayectorias tecnológicas de los países, fue progresivamente aceptada como principal marco de referencia para las políticas industriales y tecnológicas (a partir de allí denominadas “políticas de desarrollo productivo”).

En ese contexto, comenzaron a surgir nuevas preocupaciones sociales, como el cuidado del medio ambiente, y nuevas propuestas de política que procuraban sistemas de innovación híbridos, que combinaran tanto misiones como instrumentos orientados a la difusión (Freeman, 1996; Lundvall y Borrás, 2005). Sin embargo, no fue recién hasta finales de la década de 2000 que se comenzaron a plantear serias críticas a las políticas orientadas a la resolución de fallas de mercado. Si bien esto estuvo asociado directamente con la crisis económica internacional de 2007-2008, los desafíos sociales (*grand challenges*) se multiplicaron y se hicieron más complejos. En el ámbito político, la Declaración de Lund en 2009 sentó las bases para que varios autores comiencen a plantear la necesidad de una vuelta a las políticas *mission-oriented*, en pos de dar respuesta a dichos desafíos (Swedish EU Presidency, 2009; European Commission, 2011; Mazzucato, 2014; Mowery, 2013; Foray, Mowery y Nelson, 2012; UNCTAD, 2017; Karo y Lember, 2016; Coenen, Hansen y Rekers, 2015). El argumento principal es que estos desafíos, que requieren nuevas tecnologías para su solución, no pueden ser resueltos por políticas guiadas por el mercado, ya que el sector privado no posee los incentivos, los recursos ni las capacidades necesarias para dar respuesta a los *grand challenges*. Por lo tanto, nuevamente se reconoce la necesidad de la intervención del Estado en políticas tecnológicas, enfatizando su rol fundamental para la creación de nuevos mercados (Mazzucato, 2013 y 2015; Ruttan, 2006a y 2006b).¹³

¹³ Otro argumento que llevó a la reivindicación de las misiones en Estados Unidos surgió en pos de combatir las consecuencias de la externalización y la deslocalización productivas. Pisano y Shih (2009) reconocen las capacidades o *industrial commons* de las empresas del complejo militar: su pérdida o debilitamiento llevaría a resignar conocimientos tácitos clave ligados al proceso productivo, que justifican la ventaja competitiva de Estados Unidos en esos mercados.

Pero, como fue dicho previamente, la “vuelta a las misiones” no fue exactamente un retorno a la investigación militar, sino un cambio con respecto a las viejas misiones ligadas a la soberanía nacional. La propuesta *mission-oriented* toma en la actualidad un carácter más amplio, y abarca la posibilidad de resolver diferentes tipos de desafíos sociales por intermedio de grandes programas de política pública. Así, es posible encontrar misiones dedicadas a promover un desarrollo sustentable con el medio ambiente y un uso extendido de energías renovables (Mowery, Nelson y Martin, 2010; NRC, 2012; Block, 2008), a la lucha contra enfermedades específicas y al cuidado de la salud (Sampat, 2012; NRC, 2012; Mazzucato, 2013; Block, 2008; UNCTAD, 2017), a morigerar los efectos envejecimiento poblacional y derrotar al desempleo juvenil (European Commission, 2011; Coenen, Hansen y Rekers, 2015), a combatir las hambrunas, a mejorar la productividad agrícola y la seguridad alimentaria (Wright, 2012), entre otras.

Por otra parte, las nuevas misiones no implican solo distintos objetivos o campos de conocimiento, sino una redefinición de sus principales características. La nueva perspectiva es más participativa y abierta, tanto en términos de dirección como de organización y financiamiento, e involucra aspectos fuertemente ligados a los sistemas *diffusion-oriented* (cuadro 1).

Cuadro 1. Características de las viejas y nuevas misiones tecnológicas

	Viejas misiones: defensa, energía nuclear, y actividades aeroespaciales	Nuevas misiones: desafíos sociales ambientales y de salud pública
Límites y definición de la misión	La misión es definida en términos del número de logros técnicos, con poca noción de su viabilidad económica.	La misión es definida en relación con la búsqueda de soluciones técnicas económicamente viables para problemas sociales particulares.
Actores que definen los objetivos de la misión	Los objetivos y la dirección del desarrollo tecnológico son definidos <i>ex ante</i> por un pequeño grupo de expertos de la agencia estatal.	La dirección del cambio técnico, si bien definida por el Estado, es afectada por un rango amplio de actores que incluyen firmas privadas y grupos de consumidores. Incluye un análisis de prospectiva tecnológica.
Actores que llevan a cabo la misión	La participación se limita a un pequeño grupo de firmas.	Se promueve la participación de un número amplio de firmas e institutos de I+D (consorcios público-privados).
Difusión	La difusión de los resultados por fuera del núcleo de participantes es de importancia secundaria (no es impulsada activamente).	La difusión de los resultados es un objetivo central y es activamente alentado.

Fuente: elaboración propia basada en Mazzucato y Penna (2016) y Soete y Arundel (1993).

En la actualidad tres tipos de *societal challenges* sobresalen en el nivel mundial con relación a las políticas *mission-oriented*: las misiones vinculadas a la defensa nacional, las relacionadas con la salud humana y las orientadas a cuestiones energéticas y del medio ambiente (incluyendo cambio climático). En cuanto al potencial de las nuevas misiones, Ruttan (2006b) ha manifestado que es esperable una mayor capacidad de las misiones de salud ligadas al nuevo paradigma biotecnológico para la generación de tecnologías de propósito general, en comparación con el de las misiones de defensa que caracterizaron a la segunda mitad del siglo pasado. En la misma línea, Mazzucato y Penna (2016) destacan que los desafíos sociales a resolver son más amplios que una acotada cantidad de sectores, por lo que las nuevas misiones deben involucrar a una gran variedad de sectores, con mayor o menor potencialidad para desarrollar vinculaciones a lo largo de la estructura productiva. Estos son elementos especialmente importantes a tener en cuenta para la política tecnológica en países subdesarrollados, en que diversos autores han recomendado políticas orientadas por misiones con objetivos de integración social y productiva en que, por ejemplo, las misiones puedan servir como marco para impulsar proyectos de innovación frugal o social (Arocena y Sutz, 2012; Hanlin y Sutz, 2012; Cozzens y Kaplinsky, 2009; UNCTAD, 2017).

Teniendo en cuenta estos debates, en este trabajo se analizarán dos casos de misiones con objetivos de salud humana en países periféricos, con el objetivo de analizar su efectividad, ventajas y posibles conflictos que su aplicación pueda suscitar. Sin embargo, es menester antes diferenciar con mayor claridad las políticas orientadas por misiones respecto de otras orientaciones estratégicas de política, lo que realizaremos a continuación.

Importancia de las políticas por misión en la política tecnológica de países en desarrollo

En el caso de los países en desarrollo la historia de las políticas por misión y por difusión tiene su propia historia. Para empezar, este modo de catalogar las políticas no ha ocupado un rol central en los trabajos académicos sobre CTI ni hace su aparición sino hasta muy recientemente. Por el contrario, predominaron los enfoques que distinguían entre políticas horizontales y verticales. En particular, en el contexto de implementación de reformas estructurales que buscaron desarticular las políticas

industriales del modelo sustitutivo de importaciones, y solo avalaban políticas no selectivas.

Sin embargo, puede identificarse una tradición de políticas por misión en países en desarrollo, aunque cabe decir, las misiones de los países en desarrollo son de una naturaleza diferente de las de los países desarrollados. Mientras que en estos últimos, las políticas por misión tienen la capacidad de definir las nuevas direcciones sectoriales de las innovaciones frente a los nuevos paradigmas tecnológicos, asociadas a sus mayores grados de libertad en la definición de los estándares técnicos y de propiedad intelectual, las misiones de los países en desarrollo se basan en procesos de *catching up* y aprendizaje tecnológico en el marco de trayectorias tecnológicas ya definidas en los países desarrollados (Abeles *et al.*, 2018).

Aunque bajo diferentes denominaciones, el abordaje por misión en países en desarrollo estuvo asociado tanto a objetivos de defensa como a la resolución de distintos tipos de desafíos asociados al estrangulamiento interno y externo en los procesos de desarrollo (energía, industrialización de la agricultura, divisas). Estas experiencias asumieron un carácter idiosincrático que posibilitaron procesos de aprendizaje locales a partir de la ingeniería reversa que, en algunos casos, permitieron modificar el perfil de especialización de los países. Este es el caso, entre otros, de la industria aeroespacial en Brasil y del complejo nuclear en Argentina, que sentó las bases de la producción de tecnología compleja en diversas aplicaciones (Versino, 2006; Thomas, Versino y Lalouf, 2008; Versino, 2014; Versino y Russo, 2010).

En la región latinoamericana pueden identificarse incipientes y aco-tadas de estrategias por “misiones” orientadas socialmente, que varían desde soluciones basadas en tecnologías ampliamente difundidas para resolver problemas sociales mayores,¹⁴ hasta soluciones de alta tecnología para problemas de salud pública de prioridad nacional. Un manejo estratégico del financiamiento público hacia bienes y servicios sociales no solo posibilita morigerar los “efectos no deseados” de la industrialización, sino que constituye un eje articulador de nuevas trayectorias tecnológicas (Lavarello, 2009a y 2009b). Este es el caso de los desarrollos recientes basados en biotecnología aplicada a salud humana, que comentamos a modo de ejemplo a continuación.

¹⁴ Este es el caso de las operaciones de cataratas a fin de reducir su alta incidencia en la ceguera en los países de la región.

Biotecnología aplicada a salud humana como políticas por misión en América Latina

Las oportunidades para el desarrollo de innovaciones sociales asociadas a la biotecnología podrían ser relevantes para varios países de la región, ya que la difusión del paradigma de la biotecnología y otras tecnologías conexas aún se encuentra en un estado embrionario. Las dificultades en los países desarrollados para crear un conjunto coherente de instituciones de mercado y no mercantiles abren posibilidades de entrada a aquellos países que logren articular los nuevos paradigmas con cambios en la esfera socioinstitucional. No obstante, si bien las biotecnologías son una de las causas de la ampliación de las brechas entre CYT e inclusión social, también pueden constituir una solución para reducir las. En particular, las aplicaciones del nuevo paradigma de la biotecnología en las actividades de salud no solo permitirían resolver problemas sociales, sino que también serían una fuente de conocimientos de la región en ciencias de la salud. Las ciencias de la salud están relativamente desarrolladas en estos países en comparación con otras disciplinas (Sutz y Arocena, 2006; RICYT, 2009).¹⁵

Con grados de éxito muy diferentes, en Argentina y Brasil existieron en su momento líneas de investigación orientadas al desarrollo de insulina recombinante, o nuevas vacunas para las denominadas enfermedades de poco interés para el mercado (“*neglected*”) o subinvestigadas (“*under-researched*”), como el chagas o la malaria (Kreimer y Corvalan, 2009). Según la estimación de “médicos sin fronteras” entre 1975 y 1999 solo quince nuevas drogas se desarrollaron para enfermedades tropicales, mientras se generaron 179 nuevas drogas para enfermedades cardiovasculares (Sutz y Arocena, 2006).

En países como Argentina y Uruguay existe una base relevante de legitimidad para avanzar en estrategias de desarrollo tecnológico que apunten salud, dada su memoria histórica marcada por la presencia durante la posguerra de sistemas de seguridad social y de empleo generalizados por gobiernos populares que impulsaron la inclusión para toda la población (aún hoy relativamente importantes *vis à vis* el resto de los países

15 Las ciencias de la salud se encuentran entre las principales disciplinas en número de investigadores. En 2006, las ciencias de la salud representaban el 13,3% de los investigadores en Argentina, 18% en Brasil, 15,6% en Colombia, Chile 14,6%, México 12,6%, Portugal 15,1%. Por su parte, la biología es la disciplina mejor representada en términos de publicaciones en Argentina y México, y es muy importante en Brasil.

de la región). Cuba, desde su experiencia socialista, logró conciliar una importante sinergia entre innovación en alta tecnología en biotecnologías e inclusión social (García Fernández y Chassagnes Izquierdo, 2003).

Las necesidades sociales como detonadoras de una estrategia por misión: desde la vacuna contra la influenza tipo B a la emergencia del sector biofarmacéutico cubano

La política tecnológica orientada por misión que sentó las bases de la industria biofarmacéutica cubana partió de la visión y el apoyo temprano y sistemático del gobierno de la Revolución, desde los años setenta, a la generación de oportunidades tecnológicas. Articulado en el denominado “frente biológico”, esta estrategia por misión se conformó con un conjunto de laboratorios y treinta y ocho empresas asociadas, que han recibido un apoyo financiero sistemático del Estado aún en momentos económicos adversos (Reid-Henry, 2003).

Esta trayectoria, iniciada a principios de la década de los ochenta en el Centro de Estudios de Antígenos Sintéticos de la Facultad de Química de la Universidad de la Habana, comenzó con la formación de científicos cubanos en el extranjero adoptando las mejores prácticas en síntesis de carbohidratos. De regreso a su país, iniciaron la búsqueda de moléculas de interés para trabajar diversas enfermedades que afectaban a la población de su país, como la lepra. La convergencia de este hecho científico con una campaña nacional para erradicar esta enfermedad contagiosa en el país y con la difusión simultánea de técnicas de diagnóstico llevó a principios de los años noventa a que la lepra dejara de ser endémica en Cuba.

Esta trayectoria abrió nuevas oportunidades de otros desarrollos como el caso de la vacuna de la influenza tipo B (causa de meningitis, neumonía y otras afecciones). El desarrollo de una vacuna conjugada en los países desarrollados resultó una solución a estas enfermedades, sin embargo, su costo superaba ampliamente las posibilidades presupuestarias de un país en desarrollo. Esto motivó la búsqueda de nuevas vacunas conjugadas, orientando la investigación hacia el desarrollo de nuevos procesos de producción, a partir de síntesis de antígenos, que a mediados de los años noventa lograron reproducir sintéticamente la vacuna, pero aún con un costo elevado. A partir de la colaboración de científicos canadienses en cinco años se logró un procedimiento de producción menos costoso, y en el año 1999 se inició la instalación de una planta para su producción en 2004. En noviembre de 2003 se anunció el logro de la vacuna y se obtuvo el registro ese mismo mes. En diciembre obtuvieron el registro de la nueva planta y en enero de 2004 se la comenzó a fabricar. Actualmente, la vacuna forma parte de una

pentavalente, está incluida en las vacunas provistas por la UNICEF y la planta ha obtenido la aprobación de la OMS.

Esta trayectoria hacia el desarrollo de vacunas se ha profundizado con la creación, por ejemplo, de vacunas contra el dengue, y vacunas preventivas y terapéuticas contra el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA) (Thorsteinsdóttir et al., 2014).

Fuente: Síntesis de Gutman y Lavarello, 2017.

Transferencia de tecnología a partir de la compra gubernamental: el caso de las vacunas contra la gripe A (H1N1) en Argentina

Hasta inicios de los años 2000, el gobierno argentino adquiría vacunas a través de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y en algunos casos a empresas locales sin exigencia alguna de desarrollo de capacidades nacionales. A partir de inicios de los 2000, se impulsa desde el Estado una ampliación en el calendario de vacunas para la totalidad de la población, que aumentan de ocho vacunas en 1999 a diecinueve en 2014. Este proceso dio un salto cualitativo en términos de generación de capacidades en el año 2009, cuando se produjo la epidemia de gripe A.

En ese contexto, los principales proveedores internacionales eran empresas multinacionales con capacidades para la producción de vacunas. Frente a la alternativa de importar la vacuna para lograr un aprovisionamiento rápido, se impulsó una nueva modalidad que consistía en un acuerdo entre el gobierno, la empresa internacional y una empresa local para la transferencia de la tecnología.

Con este fin se llamó a una licitación para la compra exclusiva por el gobierno argentino de la vacuna por diez años a cambio de condiciones de acceso y generación de capacidades locales. Para ello se requería un precio igual al establecido por la OPS, la prioridad de aprovisionamiento si había pandemia y la transferencia de capacidades en el llenado, formulación y producción del antígeno. Como resultado del proceso licitatorio se constituyó en 2010 un consorcio (*joint venture*) denominado Sinergium-Biotech compuesto por: un laboratorio farmacéutico nacional (ELEA) y una *start up* (PharmADN), ambos propiedad del grupo Chemo, en asociación con la Universidad Nacional de Quilmes y diferentes instituciones públicas. El grupo Chemo tenía experiencia previa en biológicos en el marco de vacunas de sanidad animal (por su participación en la empresa Biogénesis Bagó). Como contraparte internacional, participó la empresa multinacional líder tecnológica en la producción de vacunas (Novartis), que ha logrado explotar la tecnología del

país de origen en el extranjero apropiando renta de innovación mediante el acceso exclusivo por diez años (los últimos cinco compartidos con la empresa local), además de lograr vender un producto en contra-estación (el período de vacunación en el Norte no coincide con el del Sur).

A partir de estas condiciones se estableció un cronograma de transferencia que se iniciaba en el año 2010 y finalizaría en el año 2020 con la producción del antígeno en Argentina. Durante esos años, a medida que se avanzara en la generación de las capacidades locales se importaría el producto completo, el producto formulado y el antígeno hasta lograr la autosuficiencia nacional. Un requisito crucial en este proceso fue la condición de garantizar el acceso a la mejor tecnología disponible mientras estuviera vigente el contrato de transferencia, lo que implicó en distintas oportunidades la renegociación de las condiciones de transferencia (v. gr., cuando Novartis lanzó en 2015 una nueva técnica de producción del antígeno basada en métodos recombinantes).

Fuente: Síntesis de Lavarello y Minervini (2015).

Sin embargo, a pesar de estas experiencias, el desarrollo de una industria farmacéutica en la región se encuentra condicionado por la configuración institucional de estos sistemas y por la incapacidad de articular una política industrial con la respuesta a las demandas sociales (Lavarello, 2009a y 2009b). El mercado de medicamentos es uno de los que más crece en el nivel mundial, siendo Estados Unidos el principal demandante mundial con cerca del 50% del mercado. América Latina y el Caribe representan el 8% del mercado de medicamentos. A escala mundial, aumenta la participación de los productos genéricos con un crecimiento medio anual del 11% en unidades. En América Latina, la producción de genéricos está desaprovechada, ya que alcanza solo un 10% de sus posibilidades (Tobar, 2006). La mayoría de los países de la región incorporó normativas en los últimos años para promover la prescripción por denominación común en el sector público, pero solo algunos países lo hicieron en el sector privado (entre ellos, Argentina).¹⁶

Por otra parte, a partir del año 2011 comenzaron a vencer las patentes de varios de los medicamentos biotecnológicos, por lo que abrió la oportunidad para la entrada en los mercados internacionales de “bioge-

¹⁶ Se implementó la Ley 25649 de prescripción de medicamentos por su nombre genérico. Si bien representa un importante avance, adolece aún de limitaciones de control y una buena cantidad de medicamentos cuentan con una o dos marcas dando lugar a posibles acuerdos colusivos de precios entre las firmas.

néricos” o “biosimilares” por parte de las industrias de los países de la región (Lavarello, Gutman y Sztulwark, 2017). En este marco es de relevancia analizar casos exitosos de estrategias basadas en misiones para el sistema de salud.

Esta es una oportunidad importante de inserción internacional a partir de productos de alta tecnología, con una preeminencia de intercambios y cooperación tecnológica Sur-Sur.

Algunos desafíos para la política por misión en países latinoamericanos

Los casos presentados en la sección anterior nos muestran algunos elementos de interés a la hora de pensar políticas por misión desde países en desarrollo. En el caso argentino, vemos que el sistema nacional de innovación se ve fortalecido a partir de la experiencia en vacunas contra la gripe, en la medida en que se logra la seguridad sanitaria frente a pandemias a partir de la autonomía en la producción local de tecnología. Autonomía que es sustentable en la medida que permite el aprendizaje y asegurar una cercanía a las mejores prácticas tecnológicas internacionales (Lavarello y Minervini, 2015). En este caso, el acceso a las oportunidades tecnológicas internacionales no se basó en la participación de investigadores en redes científicas internacionales sino en contratos de transferencia entre empresas locales y empresas extranjeras, como requisito para la compra gubernamental.

No obstante, esta estrategia no se encuentra exenta de desafíos. ¿En qué medida el proceso de transferencia tecnológica posibilita un *upgrading* solo de la firma individual, sin fortalecer las capacidades tecnológicas de todo el sector? Por su parte, los riesgos de comportamiento rentista en ausencia de una clara estrategia de acceso a los medicamentos por parte del Estado nacional puede debilitar este tipo de estrategias abriendo la puerta a esquemas basados en el mercado, como los prevalecientes hasta inicio de los años 2000.

Por su parte, el caso cubano, se basó en la capacidad de un sistema nacional de innovación de aprovechar las oportunidades científicas y tecnológicas de nivel internacional a partir de la formación de científicos en el extranjero y transformarlas en soluciones para problemas sociales locales (Lavarello, 2009a y 2009b; Gutman y Lavarello, 2017). Todo ello en un contexto regulatorio peculiar, que protege la innovación en los mer-

cados externos a partir de una orientación estratégica de la propiedad intelectual, al tiempo que se genera un espacio de cooperación informal entre los laboratorios nacionales (cubanos) no mediado por relaciones de derechos de propiedad (Gutman y Lavarello, 2017).

En este contexto, una lección de ambas experiencias es que las políticas por misiones deben ir acompañadas de procesos de cambio estructural, con políticas que consoliden estas misiones a la vez que articulan con otras áreas o sectores posibles adoptantes del conocimiento generado en la misión.

Por lo tanto, la política de cyT requiere luego políticas industriales que favorezcan procesos de aprendizaje acelerado mediante la conformación de un “complejo de salud” que involucre no solo a las industrias farmacéuticas –como lo son los fármacos y medicamentos, las vacunas, los hemoderivados y los reactivos de diagnóstico– sino también un conjunto de actividades de base mecánica, electrónica y de nuevos materiales tales como las industrias de equipos mecánicos, electrónicos, prótesis, construcción hospitalaria y servicios. Esto posibilitaría procesos de diversificación que incluyen aplicaciones de otras tecnologías de punta con desarrollo en la región, como es el caso de la energía nuclear o saelital.

La implementación de una estrategia por misión requiere repensar la configuración institucional de los sistemas nacionales de innovación. El rol del Estado en este tipo de sistemas resulta clave, tanto en la financiación como en la articulación de demandas masivas inexistentes, posibilitando retroalimentaciones entre la mayor demanda y los cambios en la estructura productiva. Las políticas de cyT de frontera deben ir acompañadas del reforzamiento de los laboratorios de I+D y de fabricación de medicamentos, cumpliendo las normas de buenas prácticas, de acuerdo con una planificación estratégica de necesidades y de un desarrollo de uso más racional en función de la misma.

Bibliografía

- Abeles, Martín; Cimoli, Mario y Lavarello, Pablo (eds.) (2017). *Manufactura y cambio estructural: aportes para pensar la política industrial en la Argentina*. Libros de la CEPAL, N° 149. Santiago: CEPAL.
- Adler, Emanuel (1987). *The power of ideology: the quest for technological autonomy in Argentina and Brazil*, Serie Studies in International

Political Economy, vol. 16. Berkeley: University of California Press.

- Amsden, Alice (1997). "Editorial: Bringing Production Back in. Understanding Government's Economic Role in Late Industrialization". *World Development*, vol. 25, n° 4, pp. 469-480.
- Arocena, Rodrigo y Sutz, Judith (2012). "Research and innovation policies for social inclusion: An opportunity for developing countries". *Innovation and Development*, vol. 2, n° 1, pp. 147-158.
- Arrow, Kenneth J. (1962). "The economic implications of learning by doing". *The Review of Economic Studies*, vol. 29, n° 3, pp. 155-173. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/10.2307/2295952>.
- Balassa, Bela A. (1981). *The process of industrial development and alternative development strategies*. Princeton: International Finance Section, Department of Economics, Princeton University.
- Bartzokas, Anthony y Teubal, Morris (2002). "A framework for policy oriented innovation studies in industrialising countries". *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 11, n° 4-5, pp. 477-496.
- Block, Fred (2008). "Swimming against the current: The rise of a hidden developmental state in the United States". *Politics & Society*, vol. 36, n° 2, pp. 169-206.
- Block, Fred y Keller, Matthew R. (2011). *State of innovation*. Boulder y Londres: Paradigm Publishers.
- Bozeman, Barry (2000). "Technology transfer and public policy: a review of research and theory". *Research Policy*, vol. 29, n° 4-5, pp. 627-655.
- Cantner, Uwe y Pyka, Andreas (2001). "Classifying technological policy from an evolutionary perspective". *Research Policy*, vol. 30, n° 5, pp. 759-775.
- Chang, Ha-Joon (2010). "How to do a developmental state: political, organisational and human resource requirements for the developmental state". En Edigheji, Omano (ed.), *Constructing a Democratic Developmental State in South Africa – Potentials and Challenges*, pp. 82-96. Ciudad del Cabo: Human Science Research Council Press.

- Chesnais, François (1990). *Compétitivité internationale et dépenses militaires*. París: Économica.
- Chiang, Jong-Tsong (1991a). "From 'mission-oriented' to 'diffusion-oriented' paradigm: the new trend of U.S. industrial technology policy". *Technovation*, vol. 11, n° 6, pp. 339-356.
- (1991b). "Technological spin-off: Its mechanisms and national contexts". *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 41, n° 4, pp. 365-390.
- Cimoli, Mario; Dosi, Giovanni; Nelson, Richard y Stiglitz, Joseph (2006). "Institutions and Policies Shaping Industrial Development: An Introductory Note". LEM Working Paper Series, vol. 2.
- Cimoli, Mario; Primi, Annalisa y Rovira, Sebastián (2008). "The political economy of equity in health, technological capabilities and development some reflections from the Latin American perspective". Mimeo.
- Coenen, Lars; Hansen, Teis y Rekers, Josephine V. (2015). "Innovation Policy for Grand Challenges. An Economic Geography Perspective". *Geography Compass*, vol. 9, n° 9, pp. 483-496.
- Cowan, Robin y Foray, David (1995). "Quandaries in the economics of dual technologies and spillovers from military to civilian research and development". *Research Policy*, vol. 24, n° 6, pp. 851-868.
- Cozzens, Susan E. y Kaplinsky, Raphael (2009). "Innovation, poverty and inequality: cause, coincidence, or co-evolution?". En Lundvall, Bengt-Åke; Joseph, K. J.; Chaminade, Cristina y Vang, Jan (eds.), *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: Building Domestic Capabilities in a Global Setting*, pp. 57-82. Cheltenham: Edward Elgar.
- Crespi, Gustavo; Fernández-Arias, Eduardo y Stein, Ernesto (2014). *¿Cómo repensar el desarrollo productivo? Políticas e instituciones sólidas para la transformación económica*. Washington: Inter-American Development Bank.
- Dosi, Giovanni (1991). "The research on innovation diffusion: An assessment". En Nakicenovic, Nebojsa y Grubler, Arnulf (eds.), *Diffusion of technologies and social behavior*, pp. 179-208. Berlín-Heidelberg: Springer.

- Eliasson, Gunnar (2010). *Advanced public procurement as industrial policy: The Aircraft Industry as a Technical University*, Serie Economics of Science, Technology and Innovation, vol. 34. Nueva York-Londres: Springer.
- (2017). *Visible Costs and Invisible Benefits. Military procurement as innovation policy*, Serie Economics of Science, Technology and Innovation. Nueva York-Londres: Springer.
- Ergas, Henry (1987). “Does technology policy matter?”. En Guile, Bruce R. y Brooks, Harvey (eds.), *Technology and Global Industry: Companies and Nations in the World Economy*, pp. 191-245. Washington, DC: The National Academies Press.
- European Commission (2011). *Green Paper—From Challenges to Opportunities: Towards a Common Strategic Framework for EU Research and Innovation Funding*. Bruselas: European Commission.
- Ferrer, Aldo (2014 [1974]). *Tecnología y política económica en América Latina*. Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes.
- Foray, David; Mowery, David C. y Nelson, Richard R. (2012). “Public R&D and social challenges: What lessons from mission R&D programs?”. *Research Policy*, vol. 41, n° 10, pp. 1697-1702.
- Freeman, Christopher (1987). *Technology policy and economic policy: 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.
- (1996). “The greening of technology and models of innovation”. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 53, n° 1, pp. 27-39.
- (2004 [1982]). “Technological infrastructure and international competitiveness”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 13, n° 3, pp. 541-569.
- García Fernández, Francisco y Chassagnes Izquierdo, Oscar (2003). “Políticas de Innovación en Cuba: una revisión de las políticas aplicadas en el desarrollo de la industria biotecnológica asociada a la salud”. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, n° 6, mayo-junio.

- Glaeser, Edward L.; Kallal, Hedi D.; Scheinkman, José A. y Shleifer, Andrei (1992). "Growth in cities". *Journal of Political Economy*, vol. 100, n° 6, pp. 1126-1152.
- Gutman, Graciela y Lavarello, Pablo (2008). "Biotechnology and Development: Preliminary Findings from Argentina, Brazil and Chile". Schumpeter Society Conference: The Southern Conference. J. A. Schumpeter Society, Río de Janeiro.
- (2017). "El sector biofarmacéutico: desafíos de política para una industria basada en la ciencia". En Abeles, Martín; Cimoli, Mario y Lavarello, Pablo José (eds.), *Manufactura y cambio estructural: aportes para pensar la política industrial en la Argentina*, Libros de la CEPAL n°149, pp. 243-281. Santiago de Chile: CEPAL.
- Hamilton, Alexander (1790). "Report on Manufactures". Alexander Hamilton Papers. Filadelfia: Library of Congress.
- Hanlin, Rebecca, y Sutz, Judith (2012). "Where are the flags of our fathers? Rethinking linkages between social policies and innovation policies". En Muchie, Mammo y Baskaran, Angathevar (eds.), *Challenges of African Transformation. Exploring through innovation approach*. Pretoria: Africa Institute of South & IERI.
- Hurtado, Diego (2012). "Cultura tecnológico-política sectorial en contexto semiperiférico: el desarrollo nuclear en la Argentina (1945-1994)". *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, vol. 7, n° 21, pp. 163-192.
- Karo, Erkki y Lember, Veiko (2016). "Emergence of societal challenges-based innovation policies in market-based innovation systems: lessons from Estonia". *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, vol. 11, n° 1-3, pp. 126-147.
- Kreimer, Pablo y Corvalán, Dora (2009). "Veinte años no es nada: conocimiento científico, Producción de medicamentos y necesidades sociales". *Desarrollo Económico*, vol. 49, n° 193, pp. 123-149.
- Lavarello, Pablo (2009a). "Innovación e inclusión social". Ponencia presentada en el seminario "Desafíos, espacios y oportunidades para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe", CEPAL-Inwent-GTZ, Santiago de Chile, 31 de agosto y 1 de septiembre.

- (2009b). “Innovación tecnológica e inclusión social en América Latina: distintas visiones sobre las trayectorias de desarrollo posibles”. *Entrelíneas de la Política Económica*, n° 3, a. 3.
- Lavarello, Pablo; Gutman, Graciela E. y Cajal Grossi, Julia (2006). “La biotecnología y las industrias de ingredientes alimentarios en Argentina”. *Journal of Technology Management & Innovation*, vol. 1, n° 3, pp. 121-130.
- Lavarello, Pablo y Minervini, Mariana (2015). “El rol de la compra pública en la sustitución de importaciones de biológicos en Argentina”. Documento preparado para el Proyecto PICT 2034. Estrategias empresariales frente a la revolución biotecnológica: el caso de la industria biofarmacéutica en Argentina, Buenos Aires, inédito.
- Lavarello, Pablo y Sarabia, Marianela (2016). “La política industrial en la Argentina durante la década de 2000”. Estudios y Perspectivas – Oficina de la CEPAL en Buenos Aires.
- Lin, Justin Yifu y Monga, Celestin (2010). “Growth identification and facilitation: the role of the state in the dynamics of structural change”. Policy Research Working Paper 5313, The World Bank.
- List, Friedrich (1979 [1841]). *Sistema de nacional de economía política*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lucas, Robert (1988). “On the Mechanics of Economic Development”. *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, n° 1, pp. 3-42.
- Lundvall, Bengt-Åke (1985). *Product innovation and user-producer interaction*. Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.
- (1992). *National systems of innovation: An analytical framework*. Londres: Pinter.
- (2007). “National innovation systems-analytical concept and development tool”. *Industry and Innovation*, vol. 14, n° 1, pp. 95-119.
- Lundvall, Bengt-Åke y Borrás, Susana (2005). “Science, technology, and innovation policy”. En En Fagerberg, Jan; Mowery, David C. y Nelson, Richard R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, pp. 599-631. Oxford: Oxford University Press.
- Mancini, Matías y Lavarello, Pablo (2013). “Heterogeneidad estructural: origen y evolución del concepto frente a los nuevos desafíos en

el contexto de la mundialización del capital”. *Entrelíneas de la Política Económica*, a. 6, n° 37.

- Martin, Stephen y Scott, John T. (1998). “Market failures and the Design of Innovation Policy”. Report prepared for the Working Group on Technology and Innovation Policy. Division of Science and Technology, OCDE.
- Mazzucato, Mariana (2013). *The Entrepreneurial State: Debunking the Public Vs. Private Myth in Risk and Innovation*. Londres: Anthem Press.
- (2014). “A mission-oriented approach to building the entrepreneurial state”. Innovate UK: Technology Strategy Board, November 2014.
- (2015). “Building the Entrepreneurial State: A New Framework for Envisioning and Evaluating a Mission-oriented Public Sector”. Levy Economics Institute of Bard College Working Paper N° 824.
- (2017). “Mission-Oriented Innovation Policy. Challenges and opportunities”. Action and Research Centre, UCL Institute for Innovation and Public Purpose.
- Mazzucato, Mariana y Penna, Caetano (2016). *The Brazilian Innovation System: a mission oriented policy proposal*. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília: CGEE.
- Metcalfe, Stan J. (1994). “Evolutionary economics and technology policy”. *The Economic Journal*, vol. 104, n° 425, pp. 931-944.
- Mowery, David C. (2009). “What does economic theory tell us about mission-oriented R&D?”. En Foray, Dominique (ed.), *The New Economics of Technology Policy*, cap. 12. Cheltenham: Edward Elgar
- (2012). “Defense-related R&D as a model for “Grand Challenges” technology policies”. *Research Policy*, vol. 41, n° 10, pp. 1703-1715.
- Mowery, David C.; Nelson, Richard R. y Martin, Ben R. (2010). “Technology policy and global warming: Why new policy models are needed (or why putting new wine in old bottles won’t work)”. *Research Policy*, vol. 39, n° 8, pp. 1011-1023.
- National Research Council (NRC) (2012). *Rising to the challenge: US innovation policy for the global economy*. Washington: National Academies Press.

- Nelson, Richard R. y Langlois, Richard N. (1983). "Industrial innovation policy: Lessons from American history". *Science*, vol. 219, n° 4586, pp. 814-818.
- Pietrobelli, Carlo y Staritz, Cornelia (2013). *Challenges for global value chain interventions in Latin America*. Washington: Inter-American Development Bank.
- Pisano, Gary y Shih, Willy C. (2009). "Restoring american competitiveness". *Harvard Business Review*, vol. 87, n° 7-8, pp. 114-125.
- Reid-Henry, Simon (2003), "Under the microscope. Fieldwork practice and Cuba's biotechnology industry: a re-exive affair?". *Singapore Journal of Tropical Geography*, vol. 24, n° 2, pp. 184-197.
- Romer, Paul M. (1986). "Increasing returns and long-run growth". *Journal of Political Economy*, vol. 94, n° 5, pp. 1002-1037.
- Rosenberg, Nathan (1982). *Inside the black box: technology and economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ruttan, Vernon Wesley (2006a). *Is War Necessary for Economic Growth? Military Procurement and Technology Development*. Nueva York: Oxford University Press.
- (2006b). "Is War Necessary for Economic Growth?". *Clemons Lecture*. Minnesota: Saint Johns University, Collegeville.
- Sabato, Jorge y Botana, Natalio (1968). "La Ciencia y la Tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. Estudio prospectivo sobre América Latina y el orden mundial en la década del 1990". Presentado en The World Order Models Conference, Bellagio, Italia.
- Sampat, Bhaven N. (2012). "Mission-oriented biomedical research at the NIH". *Research Policy*, vol. 41, n° 10, pp. 1729-1741.
- Soete, Luc y Arundel, Anthony (eds.) (1993). *An integrated approach to european innovation and technology diffusion policy: a Maastricht memorandum*. Luxemburgo: Europäische Kommission / Abteilung für Verbreitung der Wissenschaftlichen und Technischen Kenntnisse.
- Srinivas, Smita (2016). "Healthy Industries and Unhealthy Populations: Lessons from Indian Problem-Solving". En Mackintosh, Maureen; Banda, Geoffrey; Tibandebage, Paula y Wamae, Watu

(eds.), *Making Medicines in Africa*, pp. 183-199. Londres: Palgrave Macmillan.

- Stiglitz, Joseph E. (1996). "Some lessons from the East Asian miracle". *The World Bank Research Observer*, vol. 11, n° 2, pp. 151-177.
- Stoneman, Paul y Diederer, Paul (1994). "Technology diffusion and public policy". *The Economic Journal*, vol. 104, n° 425, pp. 918-930.
- Sunkel, Osvaldo (1986). "Las empresas transnacionales en el capitalismo actual: algunos viejos y nuevos temas de reflexión". *Estudios Internacionales*, vol. 19, n° 74, pp. 159-169.
- Swedish EU Presidency (2009). "The Lund Declaration: Europe must focus on the grand challenges of our time". Swedish EU Presidency.
- Thomas, Hernán; Versino, Mariana y Lalouf, Alberto (2008). "Invap: una empresa nuclear y espacial argentina". En Thomas, Hernán; Santos, Guillermo y Fressoli, Mariano (comps.), *Innovar en Argentina. Seis trayectorias empresariales basadas en estrategias intensivas en conocimiento*. Carapachay: Lenguaje Claro.
- Thorsteinsdóttir, Halla; Quach, Uyen; Daar, Abdallah y Singer Peter (2014). "Conclusions: promoting biotechnology innovation in developing countries". *Nature Biotechnology*, vol. 22.
- Tobar, Federico (2006). "Mercado de medicamentos en América Latina. Mitos y realidades". *Boletín Fármacos*, vol.9, n° 5.
- UNCTAD (2017). *New Innovation Approaches to Support the Implementation of the Sustainable Development Goals*. Ginebra: Naciones Unidas.
- Versino, Mariana (2006). *Análise socio-técnica de processos de produção de tecnologias intensivas em conhecimento em países subdesenvolvidos. A trajetória de uma empresa nuclear e espacial argentina (1970-2005)*. Campinas: UNICAMP.
- (2014). "Trayectorias de empresas productoras de 'bienes complejos' en el ámbito latinoamericano: los casos de INVAP S.E. y EMBRAER S.A.". En *Anuario del Centro de Estudios Económicos de la Empresa y el Desarrollo*, Facultad de Ciencias Económicas, UBA, a. VI.
- (2017). "Trayectorias de empresas productoras de 'bienes complejos' en el ámbito latinoamericano: los casos de INVAP S.E. y EMBRAER S.A.". *Anuario CEEED*, n° 6.

- Versino, Mariana y Russo, Cintia (2010). “Estado, tecnología y territorio: el desarrollo de bienes complejos en países periféricos”. *Revista de Estudios Regionales y Mercado de Trabajo*, n° 6, pp. 283-302.
- Von Hippel, Erik (1994). “‘Sticky information’ and the locus of problem solving: implications for innovation”. *Management Science*, vol. 40, n° 4, pp. 429-439.
- Wade, Robert (1990). *Governing the market: Economic theory and the role of government in East Asian industrialization*. Princeton: Princeton University Press.
- World Bank (1993). *The East Asian miracle: Economic growth and public policy* (Vol. 1). Washington: World Bank Publications.
- (1997). *World Development Report 1997: The state in a changing world*. Oxford: Oxford University Press.
- Wright, Brian D. (2012). “Grand missions of agricultural innovation”. *Research Policy*, vol. 41, n° 10, pp. 1716-1728.

Bibliografía recomendada

- Abeles, Martín; Cimoli, Mario y Lavarello, Pablo (eds.) (2017). *Manufactura y cambio estructural: aportes para pensar la política industrial en la Argentina*. Libros de la CEPAL, N° 149. Santiago de Chile: CEPAL.
- Ergas, Henry (1987). “Does technology policy matter?”. En Guile, Bruce R. y Brooks, Harvey (eds.), *Technology and Global Industry: Companies and Nations in the World Economy*, pp. 191-245. Washington, DC: The National Academies Press.
- Chiang, Jong-Tsong (1991a). “From ‘mission-oriented’ to ‘diffusion-oriented’ paradigm: the new trend of U.S. industrial technology policy”. *Technovation*, vol. 11, n° 6, pp. 339-356.
- Mazzucato, Mariana y Penna, Caetano (2016). *The Brazilian Innovation System: a mission oriented policy proposal*. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília: CGEE.
- UNCTAD (2017). *New Innovation Approaches to Support the Implementation of the Sustainable Development Goals*. Ginebra: Naciones Unidas.

Capítulo 16

Crecer a partir de recursos naturales. Aspectos macro y microeconómicos, temas regulatorios y el nuevo debate sobre “derechos ambientales”. Teoría y políticas públicas*

Jorge Katz
Universidad Católica de Chile

Teorías del desarrollo y su adecuación al caso del crecimiento basado en recursos naturales

Dos grandes escuelas de pensamiento teórico han ido tomando forma a través del tiempo para explicar los determinantes del crecimiento económico.

Por un lado, los autores de formación neoclásica han desarrollado una narrativa en la que la “mano invisible” del mercado construye el sendero de crecimiento de largo plazo por el que se desplaza la economía. La “firma representativa” de sir J. Hicks es el agente central del relato. Esta opera con perfecta información, tiene expectativas racionales, adquiere servicios de capital y trabajo en mercados perfectos de factores en que paga la productividad marginal de los mismos, maximiza beneficios y no ve afectada su conducta por incertidumbre

* Una primera versión de este trabajo fue presentada en el seminario “Innovación, teoría, prácticas y desafíos para Iberoamérica”, llevado a cabo en la Universidad Nacional de General Sarmiento, del 4 al 6 de diciembre de 2017. Se agradecen los comentarios y sugerencias recibidas en dicha oportunidad de parte de los participantes en dicho encuentro. También se agradecen detallados comentarios a esa versión de José Miguel Benavente.

o por incompleta comprensión del futuro. El modelo carece de instituciones –más allá del mercado como tal– y lo que se describe es un escenario genérico y atemporal, válido en distintos países o momentos del tiempo, en que la economía avanza a lo largo de un sendero de puntos que son óptimos de Pareto, es decir, que reflejan el mejor uso posible de los recursos de que dispone, dados los gustos de los consumidores y las tecnologías a que tiene acceso. La autoridad pública solo debe preocuparse por asegurar derechos de propiedad y reglas de competencia, resolver fallas de mercado –cuando estas ocurren– que impiden que las señales de precios operen eficientemente. El Estado solo cumple un papel subsidiario y la soberanía del consumidor es la que decide el sendero de equilibrio por el que transita la economía. La distribución del ingreso y la estructura del PBI son las que resultan del equilibrio general en que opera el sistema. En sir J. Hicks, la teorización de los años 1940 se refiere a una economía cerrada, pero más recientemente Mundell-Fleming extienden el modelo al caso de una economía abierta al comercio internacional. Es en ese contexto analítico en que Robert Solow (1956) pone, en la década de 1950, la piedra fundacional de lo que posteriormente y tras las aportaciones de Paul Romer, Robert Lucas y, más recientemente, Philippe Aghion, Daron Acemoglu y otros se transformara en la moderna teoría del crecimiento que hoy se enseña en las principales facultades de economía en el mundo. En la presentación original de Solow, el cambio tecnológico es exógeno y cae como “*maná*” del cielo haciendo que la acumulación de factores y un “residuo” que –a falta de algo mejor llamamos *productividad total de factores*, PTF– expliquen el crecimiento de largo plazo de la economía. Aportes posteriores de Kenneth Arrow y varios de los autores previamente mencionados permitieron “endogeneizar” el progreso tecnológico y comprender que el conocimiento es un bien “no rival” en el que el uso por parte de un individuo no impide que otro individuo también lo use, por lo que el mismo es imperfectamente apropiable y no puede ser un bien Pareto óptimo.

Junto a esta narrativa ha ido surgiendo otra, de raíz estructuralista, que intenta explicar por qué una economía crece y se torna más productiva y sofisticada a través del tiempo a partir de la “selección natural” darwiniana, que se complementa a lo largo del camino con la idea schumpeteriana de la “creación destructiva” como generador último de la competencia entre los agentes del mercado. Para estos autores el verdadero motor de crecimiento de una economía es su ritmo

de innovación –el reemplazo de lo que hoy existe por lo nuevo, sea esto nuevos productos, nuevos procesos o nuevos modos de organización de la producción– y no la competencia de precios, como en el modelo neoclásico. En este marco analítico el sistema nunca alcanza el estado estacionario de equilibrio, sino que “lo nuevo” va perpetuamente desplazando a “lo viejo” en una sucesión recurrente de episodios de creación destructiva que se originan en la pulsión creativa del ser humano, que lleva a que este constantemente esté en la búsqueda de mejores maneras de satisfacer sus necesidades, dando ello pie a la evolución de la especie y a las mejoras de productividad. Aquí la firma no es un autómatas que cumple irreflexivamente una receta determinada por fuerzas exógenas, sino que tiene “vida propia” expresada en una estructura, una estrategia y un *stock* de capacidades técnicas propias, distintas unas de otras, aun en el interior de una misma rama de actividad productiva.¹ Cada firma transita por caminos diferentes de los de sus competidores, no hay agente representativo ni perfecta información, no hay expectativas racionales ni completa comprensión del futuro y la firma toma decisiones bajo condiciones de incertidumbre. Por el contrario, hay racionalidad acotada, contratos incompletos, heurísticas de búsqueda basadas en ensayo y error, en aprendizaje y en éxito y fracaso. Hay ganadores y perdedores, hay selección natural y esta es la que va generando cambios estructurales en la economía. Este relato tiene una clara impronta biológica, visible en el hecho de que las rutinas de la firma –su manera propia e idiosincrásica de hacer las cosas, sus “genes” diríamos– determinan como esta se relaciona con su medio siguiendo heurísticas de comportamiento adaptativo, que algunas veces salen bien y otras veces no, poniendo en riesgo la sobrevivencia de la empresa. La firma “construye” sus propias rutinas de comportamiento de manera evolutiva, aprende de su pasado. La historia “cuenta” y también cuenta el marco institucional –país y localidad específicos– en que la misma se desempeña.²

Esta diferencia entre una descripción “genérica” y “universal” –como en el modelo neoclásico– y lo “histórico-institucional” y “localidad específico”, que subyace bajo el modelo evolucionista, ha persistido a lo largo de la historia de nuestra disciplina, desde la fábrica de alfileres de Adam Smith al equilibrio general de Walras, pasando por

1 Ver capítulo 2, de Nelson.

2 Ver capítulo 1, de Motta y Morero.

el historicismo alemán y el institucionalismo norteamericano de los años treinta y cuarenta. La tensión entre ambas formas de mirar la realidad persiste aun contemporáneamente.

Más allá de ello, sin embargo, es importante observar que ninguna de estas dos agendas de investigación nos brinda una caja adecuada de herramientas para comprender el tema del crecimiento cuando este está basado en la explotación de recursos naturales. Producir soja, salmones, cobre o gas natural no es lo mismo que producir zapatos o automóviles. La especificidad de lo biológico, genético y medioambiental de la tierra agrícola, de los bosques naturales (o plantados), de las minas de cobre o de las reservas gasíferas o cuencas acuíferas y el estrecho vínculo que estos guardan con el equilibrio ecológico y ambiental de la localidad donde se explota el recurso hace que no podamos pensar en una función de producción “genérica” y “universal” como normalmente hacemos en el marco del pensamiento neoclásico, sino que debemos prestar especial atención a la ecología y medio ambiente, a la “capacidad de carga” del recurso, y a la varianza entre localidad y localidad, cuando hablamos de explotar un recurso natural. Las firmas que lo explotan son todas muy distintas, aun cuando producen el mismo *commodity*. Una fábrica de zapatos es una fábrica de zapatos independientemente del lugar en que se localice, no debe preocuparse mayormente por lo medioambiental o ecológico, por cuidar la biodiversidad o su impacto sobre el cambio climático. No podemos decir lo mismo si se trata de producir soja en distintas regiones de Argentina, o salmones en Puerto Aysen o Magallanes, en Chile. Aquí lo ecológico y medioambiental “cuentan” y condicionan severamente no solo las tecnologías con que la firma debe encarar la producción y su modelo de organización del trabajo, sino también el impacto medioambiental y la sustentabilidad de medio y largo plazo del recurso y la respuesta que el mismo habrá de dar a los distintos modelos de comportamiento de la firma. Todo esto también afecta de manera crucial a la comunidad en cuya vecindad se ha de localizar la planta. No solo la localización y la capacidad de carga del recurso “cuentan”, sino que también lo hace la mutación biológico-genética que experimenta en el tiempo a raíz de inundaciones, sequías, cambio climático, plagas y demás. En otros términos, estamos frente a un “blanco móvil” que va mutando en el tiempo, tanto por cambios que nos impone la naturaleza como por las formas que adopta la intervención del ser humano afectando la respuesta del medio biológico.

Todo esto nos lleva a pensar que el modelo de crecer en base a la explotación de recursos naturales necesariamente debe ser distinto del que nos propone la teoría recibida de la producción, en que escasamente se hace referencia a lo ecológico o ambiental, o al papel de la comunidad vecina a la explotación del recurso.

Por motivos distintos tanto el mundo neoclásico como el evolucionista no nos brindan un cuerpo útil de teoría que nos ayude a explorar escenarios como los previamente caracterizados, en que el crecimiento está basado en la explotación de un recurso natural y debemos enfrentar muchas preguntas que el pensamiento más tradicional no se plantea.

En el campo neoclásico uno de los supuestos básicos del modelo es que los bienes que se tranzan son bienes privados puros, es decir, tienen bien definidos los derechos de propiedad y, por consiguiente, las señales de precios son suficientes para llevar el modelo al equilibrio. Solo se justifica que el Estado intervenga cuando hay fallas de mercado que hacen que esto no ocurra. Aquí la respuesta de política pública es crear una nueva institución –un impuesto, por ejemplo, penalizando a la empresa que emite humo y contamina el aire– o un subsidio, cuando por razones de imperfecta apropiabilidad de los beneficios la firma gasta en creación de conocimientos menos de lo que sería el óptimo social. Son respuestas simples pero que no nos ayudan mucho a comprender el diálogo entre la firma y el recurso natural que explota. Porque los agentes económicos hacen lo que hacen cuando de por medio hay un recurso natural –que a veces es un bien de uso colectivo, como un bosque natural o una vertiente de agua– donde las reglas convencionales de maximización del beneficio no llevan a una asignación óptima de recursos, donde la función de producción es “localidad específica”, muta en el tiempo y debe imaginarse como un “blanco móvil” y no como un factor dado de producción, y donde la comunidad asociada a la explotación del recurso puede legítimamente plantear mayor respeto por sus “derechos ambientales” expresados en la exigencia de plantas de procesamiento de desechos industriales, programas de combate al deterioro de la biodiversidad o la contaminación ambiental y demás.

En el modelo evolucionista, el crecimiento se piensa desde una óptica distinta, en que la firma desarrolla conductas adaptativas en un mundo que cambia constantemente; las instituciones “cuentan”; y hay espacio para pensar en la capacidad de carga del recurso, en la

sustentabilidad medioambiental de largo plazo, en el comportamiento diferencial de los agentes que explotan el recurso. Sin embargo, y pese a ello, estos temas no han sido adecuadamente estudiados en la literatura evolucionista. Gran parte de ella se ha dedicado a explorar el régimen de incentivos que motiva la conducta tecnológica de empresas en industrias mecánicas, químicas o electrónicas, pero ha prestado mucha menos atención a sectores ocupados de la producción agropecuaria, minera, de gas y petróleo, de productos forestales, de vinos y más.³ ¿Por qué? Quizás reflejando la tradición schumpeteriana de asociar el progreso tecnológico y la innovación al mundo de la industria manufacturera y asumiendo además la idea –comúnmente aceptada por los economistas en los años ochenta– de tener una alta dotación de recursos naturales constituye una “maldición” para el crecimiento de la economía por el impacto negativo que ello tiene sobre el tipo de cambio, se pensó hasta muy recientemente que la agricultura, la minería, la producción de energía, la industria forestal o la acuicultura no son actividades en las que haya gran progreso tecnológico, y que se alcancen mejoras importantes de productividad. Podemos suponer que por esto gran parte de la literatura evolucionista se ha concentrado en el estudio de ramas de industria como las antes mencionadas y ha prestado menos atención a sectores basados en recursos naturales (Nelson, 1993; Malerba y Nelson, 2011; Lee, 2013).

Desde esta perspectiva, el evolucionismo efectivamente abre un camino analítico distinto del neoclásico para estudiar el crecimiento cuando este está basado en recursos naturales, pero es necesario primero construir un relato –que aún no ha sido desarrollado– que estudie por qué los agentes económicos hacen lo que hacen cuando la producción está basada en la explotación de un recurso natural, cuáles son las instituciones que en este caso “cuentan”, cómo se comportan tanto la macro como la micro en escenarios de este tipo cuando fluctúan los precios internacionales del *commodity*, qué tipo de conductas de mercado surgen cuando en la función de producción entran

3 Comienza a surgir contemporáneamente una nueva literatura que intenta mirar estos vacíos intelectuales como, por ejemplo, el *Globelics Thematic Review; Natural Resources, Innovation and Development* de Andersen *et al.*, 2015; “Globalization, sustainability and the role of institutions. The case of the Chilean salmon industry” de Iizuka y Katz, 2015; “Natural resource industries as a platform for the development of knowledge intensive industries” de Marín, Navas-Alemán y Pérez, 2015; “Innovation, natural resource based activities and growth in emerging economies” de Crespi, Katz y Olivari, 2017. Estos son solo algunas de las monografías más recientes explorando estos temas.

bienes de uso colectivo y hay un doble vínculo desde la firma hacia el recurso –en términos de un modelo de manejo medioambiental– y del recurso en respuesta al modelo de explotación que aquella plantea. En estos casos aparecen en primer plano la sustentabilidad ambiental, lo ecológico, la volatilidad de los precios internacionales del *commodity*, la idiosincrasia de las comunidades locales involucradas en la explotación del recurso –muchas veces pueblos originarios asentados en dichas localidades desde épocas coloniales, anteriores a los Estados nacionales como hoy los conocemos–, el comportamiento de las agencias regulatorias del sector público encargadas de fiscalizar el impacto ambiental y más. Este complejo entramado de actores y temas deriva en un escenario dinámico de comportamiento sectorial, y de desarrollo en el tiempo, para el cual carecemos aún de un marco teórico adecuado.

Estos son los temas de los que nos ocuparemos en el presente capítulo.

En la siguiente sección identificamos una serie de rasgos estructurales que hacen que los recursos naturales –considerados como factor de producción– tengan importantes diferencias con los factores de producción convencionales –capital y trabajo– con los que construimos la función de producción neoclásica. Los recursos naturales mutan en el tiempo en función de factores ambientales y ecológicos ajenos al comportamiento humano, pero también en respuesta al uso que el ser humano hace de ellos. La capacidad de carga de los mismos es altamente localización específica y ello abre un flanco de enorme variabilidad entre localizaciones y áreas de explotación. En la tercera sección estudiamos el impacto que la fluctuación del precio internacional de los *commodities* tiene tanto sobre las empresas como sobre las economías que basan su patrón de especialización en este tipo de bienes. La volatilidad del precio internacional de los *commodities* industriales incide sobre la estrategia tecnológica de la firma y sobre el equilibrio externo vía tipo de cambio y saldo del balance comercial. A continuación examinamos el papel que en estos sectores productivos cumplen las agencias regulatorias del sector público encargadas de otorgar concesiones y fiscalizar el impacto ambiental de estas actividades. En la sección quinta nos ocupamos del papel que en estos sectores productivos cumplen las comunidades locales involucradas en la explotación del recurso y su creciente reclamo por mayor respeto por sus derechos ambientales y mejor inclusión social en las regiones

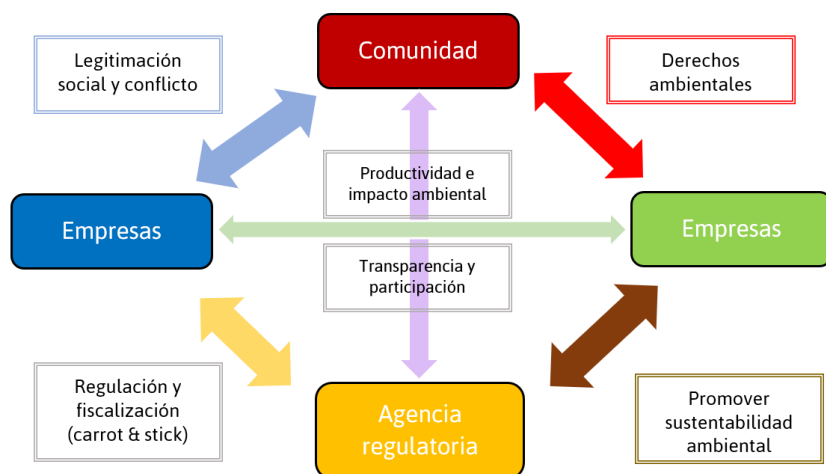
y localidades donde el recurso se explota. Finalmente, en la última sección del trabajo, buscamos presentar una evaluación de conjunto de los procesos de interdependencia dinámica que se observa entre firmas que explotan el recurso, agencias regulatorias del Estado. Argumentamos aquí que las instituciones sectoriales y el aprendizaje de firmas, agencias regulatorias y comunidades da paso a escenarios evolutivos que deben ser entendidos en su especificidad y procesos intertemporales de cambio si hemos eventualmente de acceder a una comprensión más acabada que la actual del papel que estos sectores están en condiciones de jugar en el desarrollo económico de América Latina en el mediano y largo plazo.

El crecimiento basado en la explotación de recursos naturales refleja el cuadro de interdependencias dinámicas de un complejo entramado de actores –empresas, agencias regulatorias, comunidades locales– en que cada uno de estos actores desarrolla formas de aprendizaje y comportamientos adaptativos propios que inciden y retroalimentan el comportamiento de los otros actores del sistema.

En síntesis, el crecimiento basado en la explotación de recursos naturales refleja el cuadro de interdependencias dinámicas de un complejo entramado de actores –empresas, agencias regulatorias, comunidades locales– en que cada uno de estos actores desarrolla formas de aprendizaje y comportamientos adaptativos propios que inciden y retroalimentan el comportamiento de los otros actores del sistema. Todo ello en escenario locales, en que no solo cuenta lo que normalmente llamamos la “tecnología productiva” –que es aquella incorporada en equipos de producción y en la ingeniería de procesos– sino que también lo que Richard Nelson (2014) llama la ingeniería “social” refiriéndose a aquella que describe la organización y forma de interacción institucional entre los distintos actores del sistema, sean estos las autoridades municipales locales, las escuelas técnicas, las universidades regionales y colegios profesionales y demás. De manera estilizada podemos representar esta idea de interdependencias dinámicas en el siguiente diagrama.

Diagrama 1. Interdependencias dinámicas entre los actores de una industria basada en la explotación de un recurso natural

Vínculos localidad específicos entre empresas, agencias regulatorias y comunidades en una industria basada en la explotación de un recurso natural.



Fuente: elaboración propia.

En cada uno de los segmentos que describe el diagrama 1, los agentes económicos desarrollan comportamientos adaptativos y formas de aprendizaje que van conformando el desarrollo evolutivo de la industria.

El recurso natural como factor de producción

Un primer tema que demanda ser examinado es el de los rasgos estructurales diferenciales que muestran los recursos naturales *vis à vis* otros factores de la producción, como el capital o el trabajo. A ese tema nos dedicamos a continuación.

Especificidad local del recurso y del modelo de organización de la producción

La producción de granos, ganado, vinos, productos forestales o acuicultura puede llevarse a cabo en distintas localizaciones dentro de la geografía de un país dado, cada una de ellas caracterizada por una distinta dotación y calidad del recurso natural sobre el que se va a asentar la producción del *commodity*. No existen dos localizaciones exactamente iguales donde el rendimiento de la tierra, la ley del mineral, el “*terroir*” en el que se implanta una viña, la naturaleza de la columna de agua en que se desarrolla el cultivo de una especie acuícola, puedan ser vistos como sustitutos perfectos unos de otros. Es justamente esta diferencia en la naturaleza del recurso en distintas localizaciones la que justifica la existencia de precios diferenciales entre localizaciones en función de la mayor o menor calidad y rentabilidad que diversas localizaciones ofrecen.

La tierra agrícola está compuesta por minerales, material rocoso y una diversidad de seres vivos –que incluye bacterias, plantas, insectos y más– que conviven, alimentados por la luz solar y la disponibilidad de agua, minerales y demás. Un metro cuadrado de tierra alberga millones de estos seres vivos que conviven en equilibrio natural. El ser humano incide sobre dicho equilibrio cuando irrumpe utilizando distintas tecnologías de explotación del recurso. Estas involucran insumos intermedios específicos –semillas, fertilizantes, herbicidas– y equipamiento, así como formas de organización del trabajo que pueden ser más o menos intensivas en conocimientos técnicos dando resultados muy diversos en términos de rendimientos físicos. La agricultura puede entonces ser vista como un proceso biológico de transformación de energía cuyo resultado es altamente dependiente tanto de rasgos intrínsecos del recurso en cada localización como del “paquete tecnológico” usado por el individuo para producir.

Algo parecido podríamos decir en relación, por ejemplo, con la acuicultura, donde en el metro cúbico de agua conviven algas, bacterias y otros seres vivos que comparten el oxígeno y la carga alimentaria que porta la columna de agua. También aquí la intervención del ser humano asociada a las tecnologías de explotación del recurso afecta los rendimientos y la conservación del mismo. Hay pescadores artesanales con tecnologías muy trabajo-intensivas, pero también hay grandes flotas pesqueras que capturan e industrializan *in situ* el producto de la pesca de arrastre.

En todos estos casos se trata de pensar el comportamiento del sector como si se tratara de una “fábrica a cielo abierto” en la que el recurso natural juega un papel central en la función de producción, pero su comportamiento se encuentra fuertemente condicionado tanto por la presencia de vectores medioambientales locales, como por las tecnologías de proceso y manejo del recurso que usan las firmas ocupadas de su explotación. No hay nada de “genérico” y “universal” en este cuadro de organización de la producción, sino un alto grado de especificidad local y de conducta firma-específica que condicionan los resultados del proceso productivo. Cuando el recurso muta por razones ecológicas y medioambientales la firma debe adaptar su conducta a las nuevas condiciones a que se ve enfrentada. A su vez, el manejo del recurso que esta haga habrá de afectar la respuesta del medio ambiente en un juego dinámico de interdependencias recíprocas.

Transición hacia la producción “basada en ciencia”

Muchas industrias productoras de *commodities* industriales y alimentos se encuentran actualmente en pleno proceso de transición hacia actividades “basadas en ciencia” en que una gran variedad de nuevas tecnologías de proceso que vienen de la biología molecular, la genética, las ciencias de la salud (animal y vegetal) y mucho más, y nuevas formas de equipamiento digitalizado como drones, sensores, equipos de georreferenciación satelital y otros, están siendo utilizadas por las empresas que explotan el recurso, y por los subcontratistas y firmas de ingeniería que proveen a las productoras del *commodity* de maquinaria y equipos y de *know how* de procesos. Este cambio en el modo de producir y distribuir (también de consumir) *commodities* industriales y alimentos influye sobre otras actividades de la economía que interactúan con los productores del *commodity*, como la banca que ofrece distintos instrumentos financieros, las firmas de seguros, las de transporte o logísticas de exportación, los supermercados y mucho más. Si bien estos procesos de cambio están ocurriendo a escala mundial es importante preguntarnos cómo estos procesos de difusión tecnológica –tecnologías físicas y también de organización social– están ocurriendo en los países de América Latina. A veces son las grandes cadenas mundiales de supermercados y las empresas de brókeres de escala mundial las que imponen la transición a estas nuevas tecnologías digitales imponiendo reglas de trazabilidad

que los productores locales deben aceptar entrar y sostener su participación en la cadena global de producción. Otras veces observamos que son grupos económicos locales los que avanzan en la incorporación de estas nuevas formas intensivas en ciencia de explotar los recursos naturales domésticos. Las diferencias institucionales entre países de la región en esta materia es muy grande como, por ejemplo, podemos observar en la manera que Uruguay ha avanzado en incorporar tecnologías digitales en la trazabilidad bovina y en el manejo digital de su *stock* ganadero, a diferencia de cómo lo ha hecho Argentina, que exhibe en esta materia un andar mucho más parsimonioso y cansino, producto de una institucionalidad mucho menos dinámica que la de Uruguay.

No solo el productor local del *commodity* es quien requiere avanzar en su incorporación de nuevas tecnologías basadas en ciencia, sino que también deben hacerlo las agencias regulatorias locales encargadas de monitorear la sustentabilidad ambiental y trazabilidad de la producción local, los entes nacionales de ciencia y tecnología, las universidades y escuelas de formación técnica, las autoridades municipales y más. En el caso previamente mencionado de la difusión de la trazabilidad bovina en Uruguay es claro que ha sido la autoridad fiscal del país la que ha impulsado la rápida difusión de estas nuevas tecnologías por razones primordialmente recaudatorias, pero generando con ello un efecto sistémico que ha involucrado rápidamente a toda la industria cárnica y sus ramas satélite.

Subcontratación y desarrollo de proveedores

Otro rasgo estructural de importancia en las industrias procesadoras de recursos naturales es que las mismas son “dependientes de proveedores” como denominaba Keith Pavitt de la Universidad de Sussex al hecho de que estos últimos son la fuente u origen del cambio tecnológico que incorporan aquellas a sus procesos productivos. No es la gran firma minera, productora de gas o petróleo, o la que cultiva salmones, la que lleva adelante esfuerzos de I+D, experimentación de planta piloto o construcción de prototipos de nuevos equipos, sino que subcontrata dichas actividades a terceros, generalmente firmas mucho más pequeñas y especializadas en diferentes ramas del saber. Pese a que en las etapas iniciales de su actividad productiva muchas firmas procesadoras de recursos naturales comienzan integrando verticalmente algunas de las actividades antes

mencionadas –por falta de productores locales– con el correr del tiempo las mismas desverticalizan la provisión de los mismos y trasladan a subcontratistas especializados en la producción de insumos intermedios y equipos de producción y la provisión de servicios de ingeniería.

La creciente complejidad y lo “localidad específico” del conocimiento requerido para explotar un recurso natural en determinada región, y el vertiginoso avance de las tecnologías digitales en años recientes ha generado un amplio espectro de nuevas oportunidades de organización productiva y de modelos de negocio en las industrias basadas en recursos naturales en países periféricos que hace que pequeñas y medianas empresas domésticas altamente intensivas en recursos humanos calificados –biólogos, genetistas, biotecnólogos, geólogos, enólogos, especialistas en manejo de suelos, técnicos en hidráulica y mucho más– hoy comiencen a jugar un papel importante en el desarrollo de estas actividades.

La subcontratación de servicios a terceras empresas especializadas constituye una de las principales razones que explican la aparición y desarrollo de empresas de ingeniería intensivas en conocimientos que es posible observar en América Latina en la última década (Crespi, Katz y Olivari, 2017) y la formación de *clusters* de servicios asociados a la producción de *commodities* industriales y alimentos. La dimensión y la profundidad tecnológica de estos varían de sector a sector y de país en país, pero resulta evidente que hace falta una base mínima de capacidades tecnológicas locales para poder avanzar por este camino. La investigación de años recientes parece sugerir que en algunos países de la región –Brasil, Argentina, Chile, México, Colombia– se está comenzando a recorrer un camino que varias décadas atrás, y con fuerte apoyo estatal, fuera recorrido por países como Australia en minería, Finlandia en industrias forestales, Noruega en acuicultura, Israel en fruticultura y otros que lograron a partir de sus recursos naturales un fuerte avance hacia el desarrollo.

Bienes de uso colectivo y la construcción de cooperación y confianza a nivel local

Las industrias basadas en recursos naturales muchas veces están ubicadas en áreas de propiedad colectiva, como pueden ser los bosques naturales, las franjas costeras, lagos y ríos, las cuencas acuíferas y más. Esto abre un amplio espectro de nuevas preguntas relacionadas con el manejo de “lo colectivo”, como lo denomina Juan Camilo Cárdenas de la

Universidad de Los Andes en Colombia. Entran en juego aspectos de confianza colectiva, reciprocidad, oportunismo, construcción de acuerdos cooperativos y más que no son contemplados en el análisis económico convencional. Este está pensado desde la metáfora del “*arm length*” en que cada productor actúa por sí mismo, solo guiado por señales de precios y sin entrar en diálogo y comunicación con otros productores. El mundo de los bienes colectivos es muy distinto en este sentido y debemos comprender por qué algunos núcleos humanos generan, y otros no, mecanismos de asociatividad y cooperación que favorecen la confianza y la reciprocidad. Elinor Ostrom (1990) ha avanzado significativamente en explorar estos casos en sus estudios sobre comunidades pesqueras, agrícolas y más, que por generaciones han ido desarrollando un espíritu cooperativo en el que el respeto a “lo colectivo” adopta un carácter crucial en la comunidad y permite ir consolidando instituciones sólidas en esta materia. En sus trabajos esta autora llega a pensar que dichas instituciones (reglas del juego), surgidas del consenso comunitario, pueden llegar a constituir una alternativa al papel regulatorio del Estado que fuera la primera respuesta intuitiva que diera Hardin (1968) cuando enfrentó casos de este tipo y acuñó la metáfora de “La tragedia de los comunes” para referirse a situaciones en que el oportunismo de unos pocos lleva a la destrucción del grupo en su conjunto, por sobre explotación del recurso. Según este autor las soluciones competitivas fracasan en este caso y son la figura del monopolio, en un caso, o del manejo estatal, en otro, las que pueden asegurar el respeto por la capacidad de carga del recurso. En el pensamiento de Ostrom hay rasgos de solidaridad social, reciprocidad y confianza colectiva que pueden darse en determinados núcleos humanos en los que el respeto por el medio ambiente y la sustentabilidad del recurso se fueran instalando a través de generaciones, transmitidas de padres a hijos en el correr del tiempo. Estudios recientemente llevados a cabo por el presente autor en el caso de la salmonicultura chilena muestran hasta qué punto en el medio latinoamericano resulta difícil generar estas conductas de solidaridad y reciprocidad que consolidan la confianza colectiva que describe Ostrom. La evolución de la salmonicultura chilena deja en claro como episodios de “La tragedia de los comunes” como el descrito por Hardin en su trabajo original han afectado a la industria salmonera chilena en 2008-2009 forzando a más del 60% de los centros de cultivo a abandonar el mercado tras la difusión de una bacteria que no pudo ser controlada en función de conductas cooperativas entre los productores locales (Hosono, Katz e Iizuka, 2016).

Desde esta perspectiva debemos admitir que en el caso de América Latina las agencias regulatorias del Estado están llamadas a cumplir un rol central respecto de preservar un adecuado manejo de los recursos naturales, encaminado a lograr un manejo ambientalmente sustentable y socialmente inclusivo de los mismos. Cómo construir una institucionalidad adecuada a este fin, cómo lograr vínculos cooperativos entre el sector privado, que ha crecido acostumbrado a reglas laxas de supervisión y poco volcadas a construir vínculos cooperativos entre las empresas y de estas con el sector público, constituye sin duda un tema de gran importancia de cara al futuro. Como veremos algo más adelante en este capítulo, las agencias regulatorias del sector público tienen un rol crucial que cumplir en esta materia y dicho rol reclama un profundo proceso de construcción de capacidades tecnológicas y visiones estratégicas de largo plazo en el interior de las mismas.

En síntesis, la especificidad local del recurso, su gradual mutación biológico-genética en el tiempo, la rápida transición que hoy experimenta la humanidad hacia tecnologías de producción “basadas en ciencia” en el campo de los *commodities* industriales y los alimentos, la naturaleza de bienes de uso colectivo que muchos recursos naturales poseen, el rol de lo regulatorio y de la construcción de confianza en el ámbito local para preservar la sustentabilidad del largo plazo del recurso, la necesidad de ir construyendo formas cooperativas de funcionamiento entre las empresas que explotan el recurso y las comunidades locales y más, revelan la necesidad de un marco teórico hasta aquí inexistente para comprender la dinámica de comportamiento de las industrias que explotan recursos naturales.

Dicha dinámica de comportamiento se ve afectada tanto por factores domésticos como los hasta aquí examinados como por factores externos ajenos a lo tecnológico propiamente tal, como es la volatilidad del ciclo internacional de precios de los *commodities* industriales y los alimentos que los países ricos en recursos naturales deben enfrentar como parte de su problemática de crecimiento de largo plazo. A este tema nos dedicamos a continuación.

El ciclo internacional de precios de los *commodities* y su impacto en la economía local

Los países ricos en recursos naturales especializados en la producción y exportación de *commodities* industriales y alimentos se hallan expuestos a la volatilidad de los precios internacionales de dichos bienes. La volatilidad del precio se origina tanto en el auge y la contracción de la demanda mundial por estos bienes, como en la incorporación a la oferta de nuevos países exportadores. Contribuye también en este sentido la actividad especulativa de grandes brókeres internacionales que operan en *commodities* industriales como granos, petróleo, hierro y acero, carbón y más.

Dicha volatilidad afecta tanto el balance comercial de la economía de tipo agregado como el comportamiento de las firmas que producen el *commodity* y la estructura de la industria, como veremos a continuación. Comenzaremos presentando una narrativa simple de cómo la volatilidad de los precios internacionales del *commodity* afecta la tasa de rentabilidad y la conducta de las firmas que lo producen.

Una narrativa del impacto en el nivel de la firma

Durante la fase de auge de precios y demanda por el *commodity* industrial las firmas que lo producen buscan expandir la producción a fin de aumentar su rentabilidad. Esto las lleva a menor rendimiento físico y mayores costos unitarios de producción que las que ya están en funcionamiento, pero que resultan rentables dados los altos precios internacionales del *commodity*. En esa fase de bonanza crecen la inversión, el volumen físico de producción y también los gastos de ingeniería de la firma asociados a la compra de servicios y equipos a firmas subcontratistas.

Por el contrario, en la fase descendente del ciclo de precios del *commodity* mucho de lo anterior se revierte. Baja la rentabilidad de la firma, el menor EBITDA (*earnings before interest, taxes, depreciation, and amortization*) de la compañía reduce su valor de mercado en los mercados bursátiles y estos castigan el valor de la acción cotizada en bolsa. A fin de contrarrestar este efecto y mejorar el EBITDA de la compañía, esta se ve forzada a reducir costos de cualquier índole que estos sean. Busca para ello contraer sus gastos de mantenimiento, sus inversiones en equipos y también sus esfuerzos de ingeniería. Esto último deriva en

la reducción de sus programas de subcontratación con firmas de ingeniería de procesos y con proveedores de equipos.

Resulta notorio el trasfondo de inconsistencia dinámica que subyace bajo el comportamiento de la empresa en esta materia. Por razones financieras de corto plazo –para mejorar el EBITDA– la compañía se ve forzada a reducir gastos, entre ellos, la adquisición de servicios de ingeniería que en el medio plazo probablemente acabarían mejorando su productividad. Predomina aquí un determinante financiero de corto plazo por sobre la estrategia tecnológica de medio y largo plazo de la compañía, que termina reduciendo su compromiso tecnológico de futuro a fin de sostener el valor accionario de la firma en los mercados bursátiles.

También en el nivel de la industria podemos ver que el ciclo internacional de precios del *commodity* afecta al sector forzando a las firmas y localizaciones marginales a salir del mercado, ya que al nuevo precio del *commodity* no alcanza a cubrir sus costos variables de producción. Esto acaba generando un aumento del grado de concentración en la industria y deja en operación solo a las empresas mayores y a las localizaciones de mayor rendimiento físico.

En la fase de bonanza de los precios internacionales se abren espacios para que entren localizaciones y firmas marginales de menor eficiencia física y más alto costo unitario de producción. El alto precio internacional del *commodity* hace que estas puedan operar competitivamente en la industria, generando ganancias a sus propietarios. En la fase contractiva del ciclo las cosas cambian. Las firmas más chicas y las localizaciones marginales no alcanzan al nuevo precio a cubrir sus costos y deben gradualmente abandonar el mercado. Ganan posición relativa las firmas más grandes y las localizaciones más eficientes de plaza, las que muchas veces son propiedad de empresas de capital extranjero, con lo cual la concentración económica en aumento también conlleva la mayor extranjerización de la propiedad en el interior de la industria.

Junto a todo esto –que ocurre a nivel de firma y de la industria– el ciclo internacional de precios del *commodity* también afecta la macro, el balance fiscal y externo de la economía, como veremos a continuación.

Una narrativa macro

La fase de bonanza del ciclo internacional de precios hace que el balance externo de la economía y las cuentas fiscales del gobierno se beneficien

significativamente tanto por mayores ingresos de exportación como por mayor recaudación fiscal asociada al pago de impuestos de las firmas que procesan el recurso y exportan el *commodity*. Esta holgura de las cuentas externas y fiscales puede llevar a aumentos del gasto que exceden lo que en situación de equilibrio la economía podría afrontar sobre la base del precio de largo plazo del *commodity* exportado. No son pocos los gobiernos que comprendiendo este hecho operan en base al balance estructural de largo plazo de sus cuentas externas y fiscales, y evitan endeudarse más allá de los compromisos que imaginan poder sustentar cuando el ciclo de precios internacionales del *commodity* los enfrente a escenarios de menores ingresos fiscales y de exportación. Esto los lleva a operar sobre la base de predicciones de medio y largo plazo del precio del *commodity* y sobre compromisos de gasto público coherentes con las expectativas de precios de equilibrio de largo plazo. El caso de Noruega, y de sus ingresos como país exportador de hidrocarburos, que se considera como paradigmático en esta materia, revela cómo la constitución de fondos de reserva se transforma en un fuerte instrumento de política pública destinado a enfrentar la volatilidad de los precios internacionales del *commodity*.

Son pocos los caso latinoamericanos que han avanzado en el desarrollo de instituciones de este tipo que les permita llevar adelante un programa de intervención macro en el que la volatilidad del ciclo de precios internacionales de los *commodities* pueda ser controlada usando ahorros puestos en un fondo de reserva generados durante los años de bonanza. Dado que el gasto público está asociado a una diversidad de objetivos distributivos –disminuir la pobreza y la indigencia; mejorar el acceso a servicios de salud, a pensiones, provisión de bienes públicos, como agua potable y servicios sanitarios; construcción de infraestructura pública, como caminos o puertos; o a enfrentar situaciones inesperadas como terremotos o inundaciones– la posibilidad de operar basado en el balance estructural de largo plazo de la economía abre una serie preguntas de economía política que cada país debe resolver en el marco de su propia historia e institucionalidad. Los países son todos muy distintos en su apreciación de cómo manejar el balance entre consumo presente y futuro, y esta es una ecuación que cada sociedad resuelve a su manera.

Agencias regulatorias estatales. Su comportamiento y aprendizaje

El esquema inicial del presente capítulo ubica a las agencias regulatorias del sector público como otro de los núcleos importantes del modelo de comportamiento de los sectores basados en la explotación de recursos naturales. Estas agencias se ocupan de entregar concesiones de explotación del recurso, monitorear el impacto ambiental de las firmas que lo explotan, elaborar los protocolos de fiscalización que deben cumplir las mismas y vigilar el cumplimiento de las normas.

Es frecuente que estas agencias sean vistas como entes burocráticos, poco importantes a la hora de explicar la conducta tecnológica de largo plazo de las empresas que explotan el recurso y de sus proveedores de equipos y servicios de ingeniería. Se supone que las mismas siguen una conducta inercial poco receptiva a procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas, repitiendo de manera acrítica tareas de fiscalización del comportamiento empresarial. En este trabajo adoptaremos una perspectiva distinta a dicha visión tradicional. Argumentaremos que, al igual que las empresas industriales, las agencias regulatorias del sector público experimentan procesos de aprendizaje y de acumulación de experiencia a raíz de su actividad fiscalizadora de la conducta empresarial. En otros términos, argumentaremos que también aquí se produce un efecto del tipo “*learning by doing*” identificado en los trabajos de Kenneth Arrow (1962) en el ámbito de las empresas privadas, como consecuencia de la repetición de tareas y la acumulación de experiencia. Ha habido hasta el presente poca comprensión de que muchas de estas agencias fiscalizadoras de impacto ambiental acumulan conocimientos *pari passu* con su tarea de vigilancia medioambiental, y que ello las lleva a diseñar y poner en práctica protocolos de fiscalización más complejos y sofisticados que gradualmente logran reducir el riesgo sistémico asociado a la explotación del recurso.

Investigaciones recientes del presente autor en el medio acuícola y minero chileno permiten construir una narrativa distinta de la tradicional que ve a la agencia regulatoria como un ente burocrático que “no aprende” (Cáceres, Katz y Dini, 2017). A diferencia de dicha visión pensamos que la actividad de toda agencia fiscalizadora del Estado tiene, al menos, dos componentes distintos, por un lado, un componente inercial de conductas repetitivas y, por otro, un componente de fuerte cambio y transformación de sus rutinas operativas que refleja procesos de discontinuidad en su modelo de organización y funcionamiento institucional.

Estos últimos generalmente resultan de situaciones de crisis –sanitaria o medioambiental– que llevan a cuestionar su comportamiento histórico, poniendo en marcha esfuerzos internos de reestructuración y mejora de sus rutinas operativas. En otros términos, imaginamos la historia evolutiva de las agencias regulatorias del Estado como inercia y repetición de conductas burocráticas, pero también como momentos de fuerte discontinuidad y cambios organizacionales derivados de la necesidad de responder a situaciones imprevistas de crisis.

Argumentaremos aquí que en los casos estudiados –SERNAPESCA y SERNAGEOMIN en Chile (Cáceres, Katz y Dini, 2017)– la acción de las agencias regulatorias del Estado ha estado asociada a la construcción de capacidades tecnológicas internas, a la incorporación de personal calificado, a la implementación de nuevos protocolos de fiscalización de impacto ambiental, que dieron pie a la creación de un bien público, previamente inexistente y escasamente percibido por las empresas y la comunidad. Dicho bien público es una reducción del riesgo sistémico que la sociedad enfrenta como resultado de la explotación de sus recursos naturales. En el presente caso el mismo se expresa como la reducción de la tasa de accidentabilidad –en minería– y de difusión de patógenos –en acuicultura– lo que debemos ver como una mejora en la “calidad” en ambos escenarios productivos.

Podemos avanzar un poco más en la teorización sobre este tema. Diremos para ello que el comportamiento de una agencia regulatoria del sector público atraviesa distintas fases evolutivas comenzando por la fiscalización rutinaria *ex post* del comportamiento de las empresas del sector, para continuar luego por una fase de gestión *ex ante* del riesgo ambiental y sanitario, reflejando en este avance la acumulación de capacidades y conocimiento en el interior de la institución. Este avance a la segunda fase normalmente está asociado a mayor presupuesto, cambios organizativos, incorporación de recursos humanos calificados y más, pero por sobre todo a un mejor manejo del conocimiento científico-tecnológico de su ámbito de injerencia. En los dos casos estudiados hemos observado que se fue transitando desde la fiscalización *ex post* –muchas veces después de una crisis sanitaria o ambiental– hacia modelos de control de riesgo *ex ante*, pero que ello solo fue posible después de haber podido mapear adecuadamente el universo de localidades y empresas fiscalizadas y de poder identificar distintos “score de riesgo” asociados a cada uno de los escenarios monitoreados. Intuitivamente podemos comprender que hacer gestión *ex ante* de riesgo involucra un mucho mayor conocimiento

tecnológico y de comportamiento del recurso que fiscalizar *ex post*, tras una situación de crisis. Es muy distinto hacer mantenimiento preventivo que intervenir cuando el sistema ya ha fallado y la crisis ha ocurrido.

Además de dicha transición desde la fiscalización *ex post* a control de riesgo *ex ante*, la evidencia empírica recogida en nuestros estudios de campo nos permite hablar de una tercera “fase evolutiva” en el desarrollo de las agencias regulatorias del sector público que, a falta de una nomenclatura mejor, habremos de caracterizar como de gradual conformación de una “agencia inteligente” que dialoga fluidamente con el estado del arte internacional en la materia en que le toca actuar, y desarrolla ciertas formas de pensamiento estratégico de largo plazo.

En síntesis, nos parece posible pensar en una dinámica evolutiva interna de las agencias regulatorias del Estado, diciendo que la misma se compone de aspectos inerciales rutinarios, por un lado y de fuertes discontinuidades, por otro, resultantes de hechos inesperados de naturaleza exógena como pueden ser terremotos, difusión de patógenos y enfermedades, factores ecológicos y demás que motorizan el cambio de las rutinas operativas de la agencia. Más allá del mecanismo que pone en marcha el proceso de transformación institucional, es importante comprender que el mismo conlleva cambios profundos en la gestión del conocimiento en el interior de la agencia y que el proceso conlleva la producción de un bien público previamente inexistente en la economía, que es la reducción del riesgo ambiental o sanitario que experimenta la industria y la sociedad en su conjunto al explotar sus recursos naturales.

Comunidades locales, derechos ambientales e inclusión social

Nuestro esquema inicial identifica un tercer actor importante dentro del cuadro de agentes que inciden sobre el comportamiento de los sectores basados en recursos naturales. Nos referimos a la comunidad local en cuya vecindad se lleva a cabo la explotación del recurso. Minería, acuicultura, industria forestal, gas y petróleo, generación de energía y más son sectores donde el impacto local de la explotación del recurso se hace sentir más fuertemente, no solo desde el punto de vista medioambiental y sanitario sino también, y muy particularmente, desde la perspectiva de la salud humana, el riesgo de catástrofes, el uso del agua y otros factores críticos que afectan a las comunidades locales.

En años recientes ha ido cobrando mucha fuerza y se ha ido incorporando al lenguaje del derecho constitucional el tema de los derechos ambientales, asociados al bienestar de las comunidades en cuyo entorno se localiza normalmente la industria productora de *commodities* industriales. El Instituto Chileno de Derechos Humanos ha identificado una lista de ciento dos casos en que comunidades locales han llevado a juicio a distintas firmas mineras solicitando mayor protección por sus derechos ambientales, el uso de tecnologías limpias, plantas de manejo de residuos y más. Idénticos escenarios se observan en Perú, México y Colombia no solo con relación a la industria minera sino también en el caso de gas y petróleo, carbón, y otros. Dentro de este vasto capítulo de temas de derechos comunitarios aparece el reclamo de los pueblos originarios, que crecientemente se constituyen en factor de bloqueo de la inversión de las empresas mineras, forestales, petroleras, etcétera, reclamando como propios territorios en los que ancestralmente han localizado su hábitat, en el que mantienen sus lugares sagrados y de culto, sus cementerios. Los proyectos de apertura de nuevas localizaciones productivas en dichos territorios, la inversión y los programas de incorporación de nuevas tecnologías deben hoy enfrentar la nueva exigencia legal de contar con la aprobación de las comunidades locales antes de iniciar cualquier inversión o expansión de la capacidad productiva. La dificultad de cumplir satisfactoriamente con esta condición –que se ha dado en llamar “licencia social”– está desalentando a las empresas productoras de *commodities* industriales a encarar proyectos de modernización tecnológica en toda la región. No es solo la tasa de retorno al capital lo que condiciona la inversión sino, y muy particularmente hoy en día, la necesidad de la licencia social lo que se interpone en el sendero de expansión de estas industrias.

Desafíos

El presente capítulo describe de manera introductoria el conjunto de vínculos sistémicos que es dable hallar cuando estudiamos el comportamiento de largo plazo de sectores productores de *commodities* industriales y alimentos. Estos sectores parecen estar abriendo en la actualidad una nueva “ventana de oportunidad” para algunos países en desarrollo, permitiendo un rápido incremento de exportaciones en un mundo ávido por *commodities* industriales y alimentos, y también el desarrollo de industrias productoras de equipos y servicios de ingeniería intensivas en

conocimiento, que aprovechen la especificidad de lo local en la búsqueda de funciones de producción basadas en ciencia para estas actividades.

Nuestro análisis sugiere, además, que no es solo la industria productora del *commodity* y sus subcontratistas, los que pueden constituirse en motor de crecimiento y sujetos de avance tecnológico e incorporación de nuevas tecnologías de mayor valor agregado doméstico, sino que también las agencias regulatorias del sector público y las propias comunidades locales las que pueden participar en estos procesos sistémicos de “profundización tecnológica” en la sociedad. *Pari passu* con la producción del *commodity* se abre hoy una posibilidad cierta de desarrollar en ámbitos locales escuelas técnicas, empresas de servicios tecnológicos, laboratorios de I+D, producción de equipos y software digital y más, aprovechando la localización de estas ramas productivas lejos de los centros metropolitanos y la necesidad de satisfacer demandas localidad específicas.

Pero, además del potencial de crecimiento que en este sentido ofrecen estas actividades vemos que también las industrias basadas en recursos naturales ofrecen un espacio novedoso para avanzar hacia un nuevo cuadro de vínculos público-privados y de construcción de formas de confianza, cooperación y reciprocidad en ámbitos regionales y locales que no son con frecuencia sujeto de atención desde la mirada de las metrópolis. Este es un campo en el que el desarrollo institucional de América Latina es aún pobre pero que las experiencias de Australia, Nueva Zelanda, Israel o Canadá, entre otros, nos muestran como ámbitos factibles de constituirse en nuevas fuerzas de desarrollo en las economías de la región. La industrialización manufacturera de posguerra parece haberse topado con un límite difícil de superar en la región, habiendo en años recientes retrocedido hacia actividades de ensamble y montaje de partes y componentes importados, sin mayor capacidad de derrame tecnológico aguas abajo en la economía. Siendo ello así, parece oportuno preguntarse: ¿cuánto es factible avanzar hoy en día en la dinamización del aparato productivo explotando las nuevas fuentes de crecimiento que nos ofrecen los sectores basados en recursos naturales? Para recorrer ese camino, sin embargo, debemos comprender primero que en el caso de los países previamente mencionados ello ha requerido la acción proactiva del Estado entregando bienes públicos, desarrollando tecnologías, aportando financiamiento y construyendo nueva institucionalidad para que recién después el sector privado tomara las riendas del proceso de crecimiento, una vez que estuvieron resueltas las incertidumbres y fracasos iniciales de mercado que bloqueaban la inversión privada. Para que esto

ocurra no solo debemos comprender cuáles son dichas incertidumbres y fracasos de mercado en el modelo del crecimiento basado en recursos naturales –que hemos examinado en este trabajo– sino también que se requiere un cuadro de políticas públicas, y un manejo macroeconómico diferente del actual, que piense no solo en metas de inflación y equilibrio financiero de corto plazo sino también en cambio estructural e inclusión social como ejes centrales del accionar del Estado.

Bibliografía

- Andersen, Allan Dahl; Johnson, Björn; Marín, Anabel; Kaplan, Dave; Stubrin, Lilia; Lundvall, Bengt-Åke y Kaplinsky, Raphael (eds.) (2015). *Natural Resources, Innovation and Development*. Aalborg: Aalborg University Press.
- Arrow, Kenneth (1962). “The economic implications of learning by doing”. *Review of Economic Studies*, vol. 29, n° 3, pp. 155-173.
- Cáceres, Rodrigo; Katz, Jorge y Dini, Marco (2017). “Agencias regulatorias del Estado, aprendizaje y desarrollo de capacidades tecnológicas internas: Los casos del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y el Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile”. Mimeo, CEPAL, Santiago de Chile, 2017.
- Cárdenas, Juan Camilo (1997). “Dilemas de lo colectivo”. Mimeo, Universidad de Los Andes, Colombia.
- Crespi, Gustavo; Katz, Jorge y Olivari, Jocelyn (2017). “Innovation, natural resource based activities and growth in emerging countries. The formation and role of knowledge intensive service firms”. *Innovation and Development*, vol. 8, n° 1, pp. 79-101.
- Hardin, Garrett (1968). “The Tragedy of the Commons”. *Science*, vol. 162, n° 3859, pp. 1243-1248.
- Hosono, Akio; Iizuka, Michiko y Katz, Jorge (eds.) (2016). *Chile’s salmon industry. Policy challenges in managing public goods*. Tokyo: Springer.
- Iizuka, Michiko y Katz, Jorge (2015). “Globalisation, Sustainability and the Role of Institutions: The Case of the Chilean Salmon Industry”.

Tijdschrift voor Economische and Sociale Geografie, vol. 106, n° 2, pp. 140-153.

Kim, Linsu (1997). *Imitation to innovation. The dynamics of Korea's technological learning*. Boston: Harvard Business School.

Lee, Keun (2013). *Schumpeterian analysis of Economic Catch-up*. Cambridge: Cambridge University Press.

Malerba, Franco y Nelson, Richard (2011). "Learning and catching up in different sectoral systems: evidence from six industries". *Industrial and Corporate Change*, vol. 20, n° 6, pp. 1645-1675.

Marín, Anabel; Navajas-Alemán, Lizbeth y Pérez, Carlota (2015). "Natural resource industries as a platform for the development of knowledge intensive industries". *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, vol. 106, n° 106, pp. 154-168.

Nelson, Richard (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.

——— (1995). "Recent evolutionary theorizing about Economic change". *Journal of Economic Literature*, vol. 33, n° 1, pp. 48-90.

Nelson, Richard y Malerba, Franco (eds.) (2012). *Economic Development as a learning process*. Chentelham: Edward Elgar.

Ostrom, Elinor (1990). *Governing the commons. The evolution of Institutions and collective action*. Cambridge: Cambridge University Press.

Pavitt, Keith (1984). "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory". *Research Policy*, vol. 13, n° 6, pp. 343-373.

Solow, Robert (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth". *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, n° 1, pp. 65-69.

——— (1988). "Growth theory and after". *American Economic Review*, vol. 78, n° 3, pp. 307-317.

Bibliografía recomendada

Andersen, Allan Dahl; Johnson, Björn; Marín, Anabel; Kaplan, Dave; Stubrin, Lilia; Lundvall, Bengt-Åke y Kaplinsky, Raphael (eds.) (2015). *Natural resources, innovation and development*. Aalborg: Aalborg University Press.

- Cáceres, Rodrigo; Katz, Jorge y Dini, Marco (2017). “Agencias regulatorias del Estado, aprendizaje y desarrollo de capacidades tecnológicas internas: Los casos del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y el Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile”. Mimeo, CEPAL, Santiago, 2017.
- Hosono, Akio; Iizuka, Michiko y Katz, Jorge (eds.) (2016). *Chile's salmon industry. Policy challenges in managing public goods*. Tokyo: Springer.
- Ostrom, Elinor (1990). *Governing the commons. The evolution of Institutions and collective action*. Cambridge: Cambridge University Press.

Capítulo 17

Hacia una teoría de la convergencia económica basada en el conocimiento*

Keun Lee
Universidad Nacional de Seúl

Introducción

Este capítulo sintetiza los resultados de una investigación sobre *catching up* en el nivel de empresa, de sector y de países (Keun, 2013), con el objetivo de proponer una teoría completa sobre *catch-up* basada en el conocimiento, desde una perspectiva económica neoschumpeteriana. En esta investigación, hemos definido las variables para capturar diferentes aspectos del sistema de innovación y las hemos medido en el nivel de empresa, sector y países. Por un lado, hemos encontrado que cada nivel de *catching up* puede ser analizado y explicado a partir de variables que describan la naturaleza del sistema de innovación definido a cada uno de los niveles. Por el otro, existe consistencia entre los procesos de *catching up* de los tres niveles de análisis.

Lee y Kim (2009) mostraron la importancia de la innovación como determinante del crecimiento de largo plazo, especialmente en los países de ingresos medio-altos (o altos). Una de las contribuciones de este capítulo es la exploración de las características del sistema de innovación de

* Este capítulo se basa en: Lee, Keun (2013). "Toward a knowledge-based theory of the economic catch-up". En Lee, Keun, *Schumpeterian analysis of economic catch-up: Knowledge, path-creation, and the middle-income trap*. Cambridge: Cambridge University Press. Traducción: Florencia Barletta y Diana Suárez. Se han realizado ajustes respecto de su versión original a fin de referenciar correctamente el libro e investigación sobre la que se basa el presente texto.

cada país y de cada empresa como determinante de varios aspectos de la tecnología, especialmente del ciclo temporal del conocimiento, que son comúnmente, así como también de manera diferente, significativos en el nivel de empresa, de sector y de países.

Este capítulo se estructura de la siguiente manera. En la siguiente sección, presentamos un resumen de los resultados empíricos hallados en investigaciones previas. A partir de estos resultados, en las subsiguientes dos secciones proponemos una teoría del *catching up* basada en el conocimiento. La sección quinta presenta una discusión de políticas a partir de los argumentos teóricos expuestos en las secciones previas. La sexta sección discute las posibilidades de China de salir de la trampa de ingresos medios. La última sección concluye con una breve discusión de la limitación del estudio actual y las líneas futuras de investigación.

Resumen de resultados

Nivel país

Los países de ingresos altos, en comparación a los de ingresos medios, tienen un menor crecimiento de la población, pero tasas más altas de crecimiento del ingreso per cápita, mayores tasas de inversión y mayor proporción de estudiantes matriculados en educación media. En términos de algunos aspectos clave de los sistemas nacionales de innovación (SNI), los países de ingresos altos tienen una distribución balanceada de sus inventores y una mayor tasa de creación/difusión de conocimiento intranacional así como también un conjunto de patentes de mayor originalidad y con ciclos de tecnología más cortos. Análisis de regresión de los determinantes del ingreso per cápita muestran que estas variables están significativamente asociadas al crecimiento, a excepción de la variable que captura originalidad. Por lo tanto, la promoción de la difusión intranacional y la difusión de la base de inventores nacionales son importantes, mientras que un país no tiene que estar demasiado preocupado por avanzar hacia tecnologías de mayor originalidad. Sin embargo, una distribución balanceada de innovaciones entre inventores no parece ser una variable que haya conducido a los países asiáticos que hicieron *catch-up* a un crecimiento sostenido, porque no se aprecia una tendencia creciente clara de esta variable en esos países entre 1980 y 1995. Por el contrario, la difusión intranacional debería ser potencial-

mente importante debido al aumento significativo (tres veces) del grado de difusión en Corea y Taiwán.

La variable más difícil y relevante es el ciclo de la tecnología. Si bien un ciclo más largo está positivamente asociado al crecimiento económico de países de ingresos altos y medios (excluyendo los cuatro asiáticos), está negativamente relacionado con el crecimiento económico de los países más exitosos en hacer *catch-up* como Corea, Taiwán, Hong Kong y Singapur, para el período de *catch-up* que comienza hacia finales de 1980. A su vez, el tiempo del ciclo de la tecnología de estos países es significativamente más corto que el de los países de ingresos altos, que además entre estos últimos muestra un ciclo más corto en comparación con los países de ingresos medios. Esas cuatro economías asiáticas solían tener un ciclo más largo o similar que los de los demás países de ingresos medios y altos hasta mediados de los ochenta, pero comenzaron a acortarse significativamente con posterioridad a esa fecha. Esto sugiere que las economías de esos países se volvieron exitosas en la especialización de tecnologías de ciclo corto. Así, si las demás economías de ingresos medios quieren alcanzar los *rankings* de los países de ingresos altos, deberían iniciar un tipo de *upgrade* similar orientándose hacia tecnologías de ciclo corto más que a aquellas de alta originalidad.

Nivel sectorial

Hemos investigado en qué clases tecnológicas suele haber *catch-up*, y en cuáles no, y qué factores afectan la velocidad de este proceso. Dividimos el fenómeno entre ocurrencia de *catch-up* y rapidez de *catch-up*, para analizar el *catch-up* tecnológico. Explicamos las diferencias entre clases en los niveles de capacidad tecnológica alcanzados por las economías que hicieron *catching up* en términos de la combinación de ocurrencia y velocidad de estos procesos. Con este método, analizamos los determinantes de la convergencia tecnológica en países de segunda línea en Asia y América Latina. Estos resultados fueron comparados con países de pioneros (Corea y Taiwán) y los de los países avanzados informados por Park y Lee (2006).

En primer lugar, encontramos que un ciclo más corto de la tecnología se asocia a una mayor posibilidad y grado de *catch-up* tecnológico y, en consecuencia, se alcanza un nivel mayor de capacidades tecnológicas en las economías que hacen *catch-up*. Este hallazgo es consistente con

la idea de “ventana de oportunidad” debido al rápido ritmo del cambio tecnológico, como se sostiene en el argumento de “*leapfrogging*” (Pérez y Soete, 1988). Un resultado interesante implica el efecto opuesto en la variable de tiempo del ciclo entre los países avanzados y las economías que hicieron *catch-up*. Más importante aún, encontramos que si bien las economías de *catch-up* de primera línea alcanzarían mayores niveles de capacidades tecnológicas en las clases de ciclo más corto, otros países de segunda línea no lo lograrían. En otras palabras, el coeficiente positivo de la variable del ciclo para estos países es consistente con la realidad de que el “salto” en esos países no ha sucedido. Aunque los ciclos cortos brindan una mejor oportunidad para hacer *catch-up* para aquellos que tienen cierto grado de capacidades de absorción, los cambios frecuentes en las tecnologías pueden servir como una barrera adicional ya que interfieren con el aprendizaje y esto conduce a lo que se denomina “proceso de aprendizaje trunco” (Lall, 1992 y 2000).

Estos resultados también implican que las causas del rendimiento divergente están aparentemente relacionadas con las diferentes estrategias de acceso, que resultan ser la principal diferencia entre los grupos de primero y segundo nivel, especialmente en términos de la velocidad de *catch-up* en las regresiones.* También se encuentra que los países de segundo nivel tienen dificultades en sectores con mayor *stock* de conocimiento. Esta diferencia entre el primero y el segundo nivel también puede explicar las diferencias entre los países asiáticos y latinoamericanos. Aunque los países latinoamericanos tenían anteriormente más patentes a principios de los años ochenta que sus homólogos asiáticos, fallaron en presentar más patentes de forma continuada durante las décadas de 1980 y 1990, con tasas de crecimiento de patentes mucho más bajas que los países asiáticos. En términos de la velocidad en las regresiones de *catch-up*, se observa un coeficiente positivo y significativo para la variable de ciclo solo en cuatro regresiones de países latinos (lo que implica que tienen más patentes en tecnologías de ciclo largo), pero no en las cuatro regresiones de países asiáticos. Además, el valor absoluto del signo negativo de la variable del *stock* de conocimiento inicial es mucho mayor en los casos en América Latina que en los de países asiáticos. Por lo tanto, los países de América Latina se ven más afectados por la carga de dominar un amplio *stock* de conocimiento.

* La velocidad en el cierre de la brecha refiere a cuánto toma alcanzar una determinada participación de patentes de residentes en el país bajo análisis en el registro de patentes de los Estados Unidos de América (N. de T.).

También observamos que una gran diferencia entre los que llegaron tarde (tanto el primero como el segundo nivel) y los países avanzados es el rol de la apropiabilidad (autocitación promedio de nivel sectorial). La variable de apropiabilidad no es significativa en el caso de los países avanzados, pero es significativa y positiva en el caso de todas las economías que hicieron *catching up*. Esta variable también es significativa y positiva en la velocidad en las regresiones de *catch-up*. Como se discutió anteriormente, una mayor apropiabilidad, definida como más autocitaciones, indica una menor necesidad de confiar en el conocimiento de otras empresas o agencias. Esta condición permite que las empresas que llegan tarde cierren la brecha de una manera más independiente. Otra posibilidad es que, dados los recursos limitados para I+D, las empresas que se reincorporan desde las economías en proceso de *catching up* tienden a centrarse en aquellas tecnologías que les permiten disfrutar de manera más fácil y segura el fruto de las innovaciones.

Nivel de la empresa

La comparación del perfil básico de las empresas que hicieron *catch-up* (coreanas) y avanzadas (Estados Unidos) establece la percepción común de que las empresas que cerraron la brecha tienden a buscar crecimiento de las ventas endeudándose e invirtiendo más, mientras que las empresas avanzadas persiguen rentabilidad y capitalización en los mercados de capitales. En términos de los perfiles básicos de las bases de conocimiento, las empresas que hicieron *catch-up*, como las coreanas, son inferiores a las empresas estadounidenses en los siguientes aspectos: recuento de patentes, calidad, originalidad y diversidad. La diferencia final e interesante es que las empresas coreanas tienden a tener patentes con tiempos de ciclo más corto en comparación con las empresas estadounidenses.

Los análisis de regresión del rendimiento de la empresa (crecimiento, rentabilidad, capitalización y productividad) han demostrado que en las empresas de los Estados Unidos el tiempo del ciclo no es importante, aunque la difusión del conocimiento intraempresarial (o autocitación) se correlaciona significativamente con estas variables de desempeño. Por el contrario, la especialización en tecnologías de ciclo corto está estrechamente relacionada con las variables de desempeño en las empresas coreanas, mientras que la difusión de conocimiento intraempresarial (autocitación) es insignificante. Más aun, la importancia débil o mar-

ginal de la originalidad en las empresas estadounidenses y coreanas es coherente con el hallazgo en el nivel nacional. La insignificancia de la autocitación en las empresas coreanas indica el nivel débil del mecanismo de autoproducción de conocimiento. Encontramos que un ciclo más corto no afecta el crecimiento de las ventas, sino solo la rentabilidad, mientras que el crecimiento se vincula principalmente con la inversión fija. Por lo tanto, podemos decir que las empresas que hicieron *catching up* persiguen el crecimiento con rentabilidad mediante la inversión fija en campos con tiempos de ciclo más corto.

Especialización en tecnologías de ciclo corto para lograr procesos sostenidos de *catch-up*

Corea del Sur y Taiwán se encontraban en un nivel similar o inferior de PBI per cápita a principios de la década de 1980, en comparación con los países de América Latina. Sin embargo, en contraste con la situación de estancamiento de los países latinoamericanos en las dos décadas siguientes, los países asiáticos lograron un incremento de más de tres veces sus ingresos reales per cápita durante el período 1980-2000, y más recientemente, se unieron a las filas de los países ricos. Este cambio fue un importante proceso de *catch-up*, y la forma en que este fenómeno se hizo posible es una pregunta relevante que este capítulo intenta responder.

Aunque ya se han sugerido muchas explicaciones teóricas diversas, esta investigación se propuso explorar los sistemas de innovación de las empresas, sectores y países que “llegaron tarde”. Los cambios en el sistema de innovación de estos países desde los años ochenta deberían darnos una pista. Los países de convergencia exitosa como Corea y Taiwán mostraron un sistema nacional de innovación similar a otros países de ingresos medios. Todos ellos tenían un número similar de patentes en los Estados Unidos y un nivel similar de difusión del conocimiento intranacional, de concentración de actividades de invención entre empresas, de tiempo de duración del ciclo y de originalidad de las tecnologías patentadas. Sin embargo, desde mediados hasta finales de la década de 1980, el número de patentes registradas en los Estados Unidos aumentó rápidamente. Más importante aún, su nivel de creación y difusión de conocimiento intranacional se incrementó significativamente, junto con el acortamiento del ciclo de sus tecnologías patentadas en comparación con los países avanzados.

Como ya han expresado Lee y Kim (2009), el aumento de la innovación medido por el número de patentes en los Estados Unidos fue identificado como una causa del crecimiento económico a largo plazo. Sin embargo, este estudio ha detallado y diferenciado las razones para hacer *catch-up* así como para quedar retrasado.

Hemos encontrado que existe una fuerte asociación entre la naturaleza del sistema de innovación (base de conocimiento) y la convergencia en el nivel de empresa, de sector y de país. En ese vínculo, la variable crítica es la duración del ciclo de las tecnologías. Un ciclo largo se asocia a una mayor importancia del viejo conocimiento y, por tanto, mayor será la necesidad de estudiar ese conocimiento desde el punto de vista de los países *latecomers*. Cuando cierto campo de la tecnología tiene una naturaleza tal que se vuelve rápidamente obsoleto e inútil, las desventajas para los *latecomers* pueden no ser considerables en ese campo. Por lo tanto, cuanto más corto es el ciclo de la tecnología, mayor será la posibilidad de hacer *catch-up*. Nuestros estudios han confirmado esta gran hipótesis en los tres niveles (Lee, 2013).

Lee (2013) ha encontrado que las empresas y los países que lograron hacer *catch-up* tendieron a especializarse en tecnologías de ciclo corto, mientras que tal especialización no ocurrió en otros o menos exitosos países en desarrollo. Lee y Mathews (2012) argumentaron que, si bien la mayoría de los países en desarrollo tienden a comenzar y desempeñarse bien en actividades de reducido valor agregado y bajos salarios en la red global de producción, continuar esa trayectoria no los moverá más allá del rango de países de ingresos medios para unirse al club de los países ricos. Una empresa o país debería saltar a un segmento de mayor valor en el mismo sector o a un nuevo sector con mayor valor agregado, debido a la emergencia de nuevos países como nuevos lugares de producción que ofrecen salarios más bajos y la inevitabilidad de competencia autodestructiva entre los países en desarrollo. Otra razón que da cuenta de la necesidad de *upgrade* es que el éxito inicial tenderá a elevar los salarios y erosionar la competitividad de los precios, como sucedió a mediados o finales de los ochenta en Corea y Taiwán. La especialización en tecnologías de ciclos más cortos está detrás del proceso de *catch-up* desde mediados de los ochenta.

La ventaja de la especialización en tecnologías de ciclo corto es consistente con el concepto de *leapfrogging* (Pérez y Soete, 1988), según el cual los paradigmas tecnológicos emergentes ofrecen una ventana de oportunidad para los países en vías de *catch-up* que no están “atrapados” en el viejo paradigma tecnológico. Por lo tanto, estos países pueden

aprovechar nuevas oportunidades en las industrias emergentes. Pérez y Soete encuentran que el período de cambio de paradigma, como el de la tecnología digital, realmente podría servir como una ventana de oportunidad para los países rezagados. Si llevamos la historia desde el nivel de paradigma hasta el nivel de las tecnologías, se puede decir que se abre una ventana de oportunidad en el momento de surgimiento de la nueva generación de tecnologías o la obsolescencia de las tecnologías existentes.

En general, la emergencia de tecnologías digitales que reemplazaron a las tecnologías analógicas fue una ventana de oportunidad para algunos países, especialmente Corea por sobre Japón (Keun Lee, Lim, y Song, 2005). La digitalización de muchos productos se ha realizado durante varias décadas desde mediados de los ochenta, desde la aparición de la calculadora digital, seguida por los relojes, los teléfonos de línea fija, teléfonos móviles, cámaras y televisores. La digitalización de los productos y los procesos de producción implica desventajas menores para los que “llegan más tarde” porque las funciones y la calidad de los productos están más determinadas por los chips electrónicos y menos por la habilidad de los ingenieros, que es más crítica en los productos analógicos.

A su vez, Lee (2013) también muestra la doble naturaleza del ciclo corto o del cambio generacional frecuente de las tecnologías. Aunque los países de convergencia exitosa como Corea y Taiwán tenían un buen desempeño en los sectores de ciclo corto, otros países de menor desarrollo mostraban un desempeño peor. Este fenómeno se relaciona con la noción de “aprendizaje trunco” (Lall, 1992 y 2000), que indica que los cambios frecuentes en las tecnologías interfieren en la efectividad del aprendizaje, que se detiene o se vuelve inútil con el advenimiento de las nuevas tecnologías. A este respecto, los países de América Latina tienden a registrar más patentes en sectores de ciclos más largos.

Siguiendo a Lee (2013), el impacto del tiempo del ciclo de la tecnología merece una mayor discusión a partir de tres resultados aparentemente contradictorios. En primer lugar, en los ejercicios que presenta el autor, el tiempo (mayor) del ciclo está positivamente relacionado con el crecimiento, tanto en los países de ingresos altos como medios. En segundo lugar, las patentes de los países de altos ingresos tienden a ser de tecnologías de ciclos más cortos respecto de los países de ingresos medio y las patentes de Corea y Taiwán se corresponden a tecnologías de ciclos aún más cortos que los de los países de altos ingresos. En tercer lugar, para las economías de *catching up* exitoso, un ciclo más largo (corto) está relacionado negativamente (positivamente) con el crecimiento.

Estos patrones parecen implicar la existencia de un elevado equilibrio (países de ingresos altos), un bajo equilibrio (países de ingresos medios o bajos) y un sendero de transición entre ambos (países que hicieron *catch-up*). Si bien un ciclo más largo se correlaciona con un crecimiento estable del ingreso tanto en los grupos de países de ingresos altos como medios, los primeros tienden a especializarse en actividades de alto valor agregado en sectores de ciclo medio y largo (equilibrio alto). Por su parte, los países de ingresos medios, tienden a especializarse en actividades de bajo valor agregado de sectores de ciclo largo (equilibrio bajo). Los países de rápido crecimiento, como Corea y Taiwán, hicieron *catch-up* a partir de especializarse en sectores de ciclo corto. Sin embargo, a medida que maduran, estos países convergerían en un patrón de equilibrio alto, acercándose al nivel de los países de altos ingresos, pero aún con tecnologías de ciclo más corto.

Este razonamiento no descarta la posibilidad de un camino alternativo de transición o una estrategia de replicación directa. Por ejemplo, un país rezagado puede optar por una estrategia de especialización en alta tecnología, dado que los países de altos ingresos tienden a tener más patentes de mayor originalidad en el nivel de empresa y país. Este camino parece caracterizar las actividades de patentes de los países latinoamericanos, con un nivel algo avanzado de ciencia básica, generando patentes más originales que Corea o Taiwán. Desafortunadamente, esta originalidad no es significativa en las regresiones en el nivel de país, ni en los análisis sectoriales. Además, el desempeño de las empresas de los países que hicieron *catch-up* no está relacionado con la originalidad. La discusión anterior implica que, aunque la originalidad puede ser un elemento que comprenda un elevado equilibrio, orientarse a esas tecnologías de mayor originalidad como estrategia de transición no parece ser una garantía.

A pesar de que la originalidad no parece estar significativamente relacionada con un mejor desempeño en el nivel de empresa, sector y país en los países en desarrollo, la autocita o la apropiabilidad de nivel sectorial tienen la misma importancia para Corea y Taiwán, así como para otros países *latecomers*. Una posible interpretación es que, dados los recursos limitados para la I+D, las empresas de estos países tienden a centrarse en tecnologías más sencillas y seguras. Este resultado es consistente con la idea de que las pequeñas y medianas empresas suelen preocuparse por la posibilidad de que sus productos innovadores sean comercializados por grandes empresas (Keun, Lim, y Park, 2003). A su vez, dado que la apropiabilidad es definida en términos de autocitas; es decir, la menor

necesidad de conocimiento externo, las tecnologías de alta apropiabilidad serían unas tecnologías más cómodas o más seguras para las empresas de países rezagados.

Dado que una mayor autocita implica una mayor dependencia de la base de conocimiento propia, este concepto es equivalente a la creación y difusión de conocimiento intranacional. Esta variable es significativa para las economías avanzadas y no lo es para los países en desarrollo (Lee, 2013), los resultados sugieren que el mecanismo de creación y difusión autóctona de conocimiento aún no está consolidada en los últimos. Estos resultados también son replicados en el nivel de empresa para Estados Unidos y Corea, y la apropiabilidad es un determinante significativo del desempeño solo en las empresas estadounidenses.

Tres estrategias de desarrollo alternativas: los caminos alto, medio y bajo

La discusión anterior sugiere la posibilidad de tres estrategias alternativas de *catch-up*: los caminos alto, medio y bajo (ver tabla 1).

Tabla 1. Tres alternativas para el desarrollo tardío: caminos bajo, medio y alto

	Estrategia	Tiempo del ciclo de la tecnología	Originalidad	Segmentación de valor	Ejemplos de países
Camino bajo	Ventaja comparativa existente	Largo	Baja	Gama baja (ejemplos: ropa y calzado)	Típicamente bajos ingresos: Bangladesh, Sri Lanka, Corea y Taiwán en las décadas 1960, 1970; China a principios de 1980.
Camino alto	Replicación directa	Largo	Alta	Gama alta (ejemplos: telas, materiales, máquinas, herramientas, medicinas)	Algunos de ingresos medios: Brasil y Argentina en las décadas 1980 y 1990.
Camino medio	Desvío	Corto	Baja	Gama media/alta (ejemplo: electrónica de consumo de alta gama)	Ingresos medios exitosos: Corea y Taiwán desde 1980, China en la década 2010.

* Escenario óptimo: Camino bajo > desvío medio > Camino alto.

* Trampa de la trayectoria intermedia: por ejemplo, países asiáticos como Malasia y Tailandia.

Fuente: elaboración propia.

El camino bajo se refiere a la situación de países de ingresos bajos o medio-bajos especializados en actividades de reducido valor agregado o bienes de baja gama con un ciclo tecnológico largo. Esta condición puede ser considerada como una elección racional siguiendo sus ventajas competitivas derivadas de la dotación factorial. Así, a lo largo de este camino, los países tienden a alcanzar cierto grado de crecimiento económico, nuestra evidencia lo corrobora (Lee, 2013); así como el fenómeno conocido como “estirón” por la denominación de Jones y Olken (2005) y Hausmann, Pritchett y Rodrik (2005). Este fenómeno fue evidente en Corea y Taiwán en las décadas de los años sesenta y setenta, en China a principios de los ochenta y en la actualidad en las economías de ingresos bajos como Bangladesh o Sri Lanka. Sin embargo, estos países podrían encontrar dificultad en moverse más allá de la categoría de ingresos medios a menos que sean capaces de iniciar un *upgrading* y desarrollar una especialización diferente.

El camino alto es una estrategia que intenta replicar directamente la base de conocimiento de los países de ingresos altos a través de una especialización en tecnologías de elevada calidad y altamente originales. Algunos países avanzados de América Latina, como Brasil y Argentina, parecerían haber estado cerca de esta trayectoria ya que contaban con un nivel relativamente avanzado en investigación académica en ciencia. Sin embargo, una especialización en tecnologías altamente originales no está significativamente relacionada con el crecimiento económico. Por tanto, se observa una baja posibilidad de mejorar el nivel de creación y difusión del conocimiento (autocitas) en el nivel de los países habiendo una situación de aislamiento mutuo entre ciencia e industria. En consecuencia, los países que se encontraban en este camino tendieron a estancarse en los años ochenta y noventa.

El camino medio es ejemplificado por Taiwán y Corea desde los ochenta y por China en la actualidad con una especialización en tecnologías de ciclo corto y una alta difusión intranacional de conocimiento que permite avanzar sobre la base de las capacidades locales. Dado que las tecnologías de ciclo corto no dependen de tecnologías viejas/existentes dominadas por los países avanzados incumbentes, implican una mayor posibilidad de que la difusión intranacional del conocimiento aumente rápidamente y, por tanto, consolide más rápidamente un mecanismo de creación y difusión del conocimiento.

Países de segundo nivel del Este asiático que hicieron *catch-up*, como Malasia y Tailandia, han desarrollado tecnologías de ciclo corto, como

tecnologías de la información, pero no tuvieron éxito en hacer *upgrading* (Rasiah, 2006). En este sentido, estos países se encuentran en la llamada trampa de países de ingresos medios, como fue discutido por Yusuf y Nabeshima (2009), porque todavía están “entrampados” en el camino del medio. Esta observación fue confirmada por el análisis sectorial de Lee (2013), que muestra que estas economías han fracasado en alcanzar mayores niveles de capacidades tecnológicas en sectores de tecnología de ciclo corto, a diferencia de los países de primer nivel que tuvieron éxito en estos campos. Estos resultados indicarían la no ocurrencia del denominado *leapfrogging*. Así, aunque los ciclos cortos brindan una mayor oportunidad de hacer *catch-up* para aquellos que poseen cierto grado de capacidades de absorción, los cambios frecuentes en las tecnologías pueden ser barreras adicionales a la convergencia ya que interfieren con el aprendizaje y conducen a un “truncamiento del proceso de aprendizaje” (Lall, 1992 y 2000).

Las realidades antes mencionadas implican que el camino intermedio no es fácil ni está ausente de problemas. Tomar el camino de tecnologías de ciclo corto requiere un elevado umbral de capacidades de diseño y absorción, no solo en el nivel de la empresa sino también de las instituciones y políticas nacionales. Como sugieren Lee, Lim y Song (2005) hay dos tipos de riesgos asociados a esta ambiciosa estrategia. El primer riesgo es que los países de ingresos medios sean capaces de elegir las tecnologías o estándares adecuados entre las alternativas emergentes y el segundo es si existen los mercados iniciales para nuevas generaciones de productos o tecnologías o si los países de ingresos medios pueden desarrollar capacidades de comercialización (redes) para vender sus productos propios y nuevos en mercados externos. Lee, Lim y Song (2005) señalan que estos riesgos pueden manejarse mediante la colaboración con instituciones públicas de investigación o gobiernos en forma de consorcios conjuntos de I+D y vigilancia tecnológica, así como por medio de políticas exclusivas o regulaciones asimétricas (del mercado) desde el gobierno.

Sin embargo, tomar riesgos no garantiza el éxito, mientras que no tomarlos puede conducir a ubicarse en un punto “bajo” de equilibrio. En este sentido, el camino del medio no constituye una condición suficiente para un eventual *upgrading*, pero se acerca a una condición necesaria.

Los tres caminos pueden también ser discutidos en relación con los tres patrones de estrategias tecnológicas de *catch-up* propuestos por Lim y Lee (2001): *path-following*, *stage-skipping*, y *path-creating*. Puede decirse que el camino bajo se asimila a una estrategia de *path-following* que

puede ser una alternativa segura, pero incierta sobre la habilidad real de reducir la brecha con los antecesores. La trayectoria alta es similar a los patrones de *stage-skipping* o *path-creating*, pero se refiere a tecnologías de ciclo largo o basadas puramente en la ciencia, en lugar de tecnologías de ciclo corto. Por lo tanto, la viabilidad comercial no es demasiado dudosa. La esencia del camino del medio o desvío es que se refiere a tecnologías emergentes y de ciclo corto, especialmente durante la etapa de cambio de paradigma, lo que evita la dependencia de las tecnologías dominantes. Una vez superada la incertidumbre tecnológica, la viabilidad comercial mejora como resultado de las posibles ventajas de primer movimiento y seguimiento rápido y de la posible maldición de los ganadores por parte de los incumbentes que tienden a permanecer en tecnologías existentes e ignorar la aparición de nuevas invenciones.

Aunque los tres caminos parecen ser alternativas excluyentes, es posible una estrategia mixta o secuencial así como también una combinación de los tres. Muchos países en desarrollo inicialmente comenzarían por el camino bajo al elegir las industrias de acuerdo con sus ventajas comparativas iniciales, que en su mayoría se basan en las dotaciones factoriales. En muchos casos, tales industrias pueden ser mano de obra intensiva utilizando mano de obra barata en la fabricación de equipos. De acuerdo con Lin (2012), países que lograron cierto éxito luego de alcanzar el estatus de ingresos medio-altos fueron Corea y Taiwán en las décadas de 1960 y 1970, China desde la década de 1980 y Mauricio desde mediados de los setenta y ochenta. Sin embargo, los países en desarrollo eventualmente tendrán que pasar a industrias y tecnologías de mayor valor agregado si quieren unirse al club de países ricos. Para esto, necesitan tomar el camino del medio o de desvío hacia las tecnologías de ciclo corto, en lugar de permanecer en la trayectoria baja o replicar directamente las tecnologías de alta calidad o altamente originales de los países ricos. Al comenzar la trayectoria intermedia, la experiencia de la trayectoria baja puede no ser inútil pero será valiosa en cuanto se hayan acumulado capacidades de absorción (Cohen y Levinthal, 1990) y de diseño (Hobday, 1995; Lee, 2005) que se correspondan a un mayor nivel de capacidades. Solo con un cierto nivel de capacidades de absorción y diseño, los países pueden entrar en industrias nuevas y emergentes o en segmentos de mayor valor agregado de las industrias existentes, que son desafiantes o poco frecuentes. Así, la acumulación de estas capacidades es vital para superar etapas de crisis en los esfuerzos de *catching up* de los países rezagados (Lee, 2005). Como señala la literatura de análisis de casos (Lim y Lee, 2001; Mathews, 2002;

Keun Lee, Lim, y Song, 2005) y sistematizada en el relevamiento de Lee (2005), la adquisición de esas capacidades requiere de la combinación del acceso al conocimiento externo y de oportunidades de aprendizaje (en OEM, licencias, importaciones, IED, capacitación *in situ*, etcétera) con el esfuerzo propio de las empresas (departamentos de I+D internos) y la colaboración con instituciones públicas de investigación.

Hacia el final de este desvío, los *latecomers* exitosos pueden llegar a la entrada del camino principal en que se produce la profundización tecnológica y la diversificación hacia tecnologías originales y de alta calidad. Por lo tanto, el mejor escenario podría no ser una elección exclusiva de una estrategia por sobre otra, sino una secuencia adecuada de las tres. Los casos menos exitosos de *catching up* podrían ser el resultado de permanecer demasiado tiempo en la trayectoria baja o tomar un giro incorrecto desde el camino bajo directo al camino alto.

En contraste con la “nueva economía estructural” de Lin (2012) que tiende a estar más preocupada por la elección de los países de ingresos bajos y medio-bajos (como China a principios de los ochenta) entre los sectores de ventajas comparativas iniciales o latentes (por ejemplo, mano de obra intensiva) y los sectores de ventajas comparativas erróneas (por ejemplo, industrias de capital intensivo), este capítulo se centra en la elección de los países de ingresos medio-altos (por ejemplo, China actual) entre tecnologías de ciclo corto (baja calidad y originalidad) y de ciclo largo (alta calidad y originalidad). Más aún, en contraste con la nueva economía estructural que se enfoca en ventajas comparativas comerciales (especialización comercial) determinada por las condiciones de dotación factorial, este capítulo se enfoca en ventajas comparativas tecnológicas (especialización tecnológica) determinadas no por las dotaciones de recursos naturales sino por las capacidades de absorción y diseño acumuladas a lo largo del tiempo en mentes y cuerpos humanos.

Un desvío que resultó ser un atajo: discusiones de política

A pesar de que el camino del medio implica tomar una ruta diferente a la de los países de altos ingresos incumbentes; esto es, especializarse en tecnologías de ciclo corto o baja calidad más que en las de ciclo largo y alta calidad, los países que emplean la estrategia del camino del medio pueden enfrentar una gran chance de obtener una base de conocimiento similar a la de los países de ingresos altos.

Por tanto, la estrategia de especialización tecnológica (en tecnologías de ciclo corto y en contra de tecnologías altamente originales) puede ser referida como una estrategia de “desvío” donde los países no tratan de replicar directamente a las economías avanzadas. En cambio, los países de *catch-up* exitosos se mueven inicialmente en la dirección opuesta hacia tecnologías más cortas y menos originales. En consecuencia, como han tenido éxito en su desarrollo tecnológico, su propio éxito les permite eventualmente moverse a tecnologías más largas y originales. Esta tendencia fue observada más recientemente o desde los años 2000. Por lo tanto, el desvío en el punto inicial se convirtió en un atajo y contribuyó a ahorrar tiempo para hacer *catch-up*.

Por el contrario, la replicación directa o camino alto con foco en tecnologías de ciclo largo y originales puede conducir a la dependencia continua de los países avanzados y, por lo tanto, habrá pocas chances de consolidar las bases de conocimientos locales. Más aún, las tecnologías de ciclo corto son en cierto sentido un nicho para los países rezagados en que pueden asegurarse una mayor tasa de rentabilidad si se establecen con éxito en esos campos. Este hallazgo se verifica en los análisis de nivel de la empresa (Lee, 2013).

El contraste entre el desvío y la replicación directa (estrategia alta) puede considerarse una analogía del contraste entre el Consenso de Washington (Williamson, 1990) y el consenso alternativo como el Consenso BeST (Beijing-Seúl) sugerido por Lee y Mathews (2010) o la nueva economía estructural propuesta por Lin (2012). La idea del Consenso de Washington era que los países en desarrollo replicaran inmediatamente las características clave de los países avanzados, como la privatización y la liberalización a gran escala. Sin embargo, tal prescripción ha conducido a muchos fracasos en todo el mundo o ha resultado ser inviable o demasiado costoso (Rodrik, 2006; Lin, 2012). Por ejemplo, en algunos países asiáticos, la liberalización financiera fue seguida inmediatamente por una crisis financiera como en los casos de Corea del Sur e Indonesia a fines de la década de 1990 (Lee, 2006).

En cuanto a la liberación comercial, las experiencias de Corea y Taiwán, y también la de Japón, constituyeron un desvío en el sentido de que fueron semiapertura y luego se volvieron más abiertas. A diferencia de la enseñanza del Consenso de Washington, el consenso BeST sugiere una protección inicial para las industrias locales para mejorar las capacidades locales y recomiendan apertura en etapas posteriores. Si Corea y Taiwán se hubieran abierto desde el principio, no habrían tenido mu-

cho éxito en el desarrollo de empresas de capital nacional y el mantenimiento de su estrategia de *catch-up*, como ha sido el caso en muchos otros países de ingresos medios. Un supuesto oculto de la liberalización comercial es que las empresas locales dominan la capacidad competitiva y el potencial suficientes para competir con empresas extranjeras o bienes importados. Este supuesto no es cierto en muchos casos. En tales circunstancias, la liberalización “naïve” del comercio puede conducir al monopolio de los productos extranjeros o la destrucción de las bases industriales locales con las asociadas pérdidas de empleos. Una apertura inteligente sería una “apertura asimétrica”, en que las economías rezagadas liberalizan la importación de bienes de capital para la producción de bienes finales o de consumo, pero simultáneamente protegen sus industrias de bienes de consumo mediante el cobro de aranceles elevados a los bienes importados.

Corea ha implementado una política similar de tarifas asimétricas para los bienes de consumo y de capital. Este país cobraba aranceles muy altos para bienes de consumo (por ejemplo, 70% para televisores en la década de 1970), los cuales eran promovidos como industrias de exportación, mientras que los aranceles para bienes de capital eran considerablemente más bajos (Shin y Lee, 2012). Por supuesto, es posible argumentar que la protección de las empresas locales y los controles a la entrada podrían fomentar un mercado oligopólico. Sin embargo, un estudio de Jung y Lee (2010) muestra que las rentas monopólicas se utilizaban aparentemente para financiar inversiones en I+D porque las empresas estaban expuestas a la disciplina de los mercados de exportación, dado que su protección privilegiada no era gratuita sino vinculada a su desempeño exportador (Lee, 1992).

Una analogía similar puede hacerse en relación con la protección de los derechos de propiedad intelectual como las patentes. Una protección inmediata a la propiedad intelectual en países en desarrollo tiende a excluir la posibilidad de promover empresas locales, ya que pueden esperar menos beneficios derivados del aprendizaje y la innovación vía imitación (Fink y Maskus, 2005). Un estudio econométrico de Kim *et al.* (2012) ha demostrado que la alta protección de los derechos de patente está significativamente relacionada con una mayor innovación solo en los países de ingresos medio-altos y altos. En este caso, una estrategia razonable e inteligente sería desviarse con una protección flexible de los derechos de propiedad intelectual en la fase inicial y avanzar hacia una mayor protección en etapas posteriores, como fue el caso de Corea. Del mismo

modo, podemos observar que un gran supuesto de que una mayor protección de los derechos de propiedad intelectual conduce a una mayor inversión y esfuerzo en innovación es que las empresas privadas ya han sido capaces de realizar actividades de I+D. Sin embargo, esta condición no es el caso en la mayoría de los países en desarrollo y, en ese contexto, una mayor protección de los derechos de propiedad intelectual no generaría ningún cambio tangible en las actividades domésticas de I+D. En primer lugar, se debe dar prioridad a la creación de capacidades para la I+D y la innovación, lo que puede requerir una protección flexible de los derechos de propiedad intelectual en las etapas iniciales. La experiencia coreana, descrita por Lee y Kim (2010) y Kim *et al.* (2012), sugiere que una política efectiva para desarrollar capacidades de I+D fue reconocer y proteger innovaciones menores o adaptativas mediante la introducción de modelos de utilidad en lugar de apegarse a patentes que solo protegen invenciones de gran novedad.

Puede hacerse una analogía final del “desvío” versus la “replicación directa” en relación con el contraste entre el enfoque del *big bang* y el gradualismo como una opción política para la transición en las antiguas economías planificadas socialistas. Desde el punto de vista del equilibrio general, el enfoque del *big bang* promovió un trasplante inmediato de un sistema de libre mercado plenamente desarrollado de las antiguas economías de estilo soviético de Europa del Este, lo que condujo a la prolongada caída del PBI. Por el contrario, el gradualismo en China nunca experimentó un crecimiento tan negativo como lo fue un desvío asociado con la preservación del sector estatal y del aparato estatal (Lin, Cai y Li, 1996).

Los resultados del análisis empírico de Lee (2013) sugieren un llamado de atención a los *latecomers* de tomar el desvío para lograr un proceso sostenido de *catch-up*, en lugar de forzarlos a replicar las políticas económicas de las economías avanzadas. Sin embargo, tal desvío suele ser el camino menos transitado y, por lo tanto, puede implicar más riesgos y dificultades. Los riesgos justifican un gobierno proactivo o un Estado facilitador, como sugiere la nueva economía estructural mencionada por Lin (2012), en la que justifica las funciones proactivas del gobierno para facilitar la modernización industrial y la diversificación al señalar cuestiones de fallas de información y de coordinación, así como las condiciones externas.

En contraste con el argumento típico para la intervención basado en fallas de mercado, este capítulo pone el foco en las “fallas de capacidades” como justificación de la intervención del Estado. El argumento

típico basado en fallas de mercado para los subsidios a la I+D destaca la externalidad positiva de la I+D y la consiguiente escasez de oferta de I+D. Sin embargo, detrás de este pensamiento está el supuesto de que los *latecomers* ya son capaces de hacer I+D y que están haciendo una inversión en I+D inferior a la óptima. La realidad en muchos países en desarrollo es que las empresas privadas no son capaces de llevar a cabo I+D interna. Por esta razón, son aversos a invertir en I+D porque lo consideran altamente incierto. Una forma más segura de hacer esfuerzos de innovación es comprando tecnologías externas o facilidades de producción y especializarse en métodos menos técnicos o en manufactura de ensamble. En tales países, una forma efectiva de intervención no es solo otorgar subsidios para I+D sino también diversas formas de desarrollar las capacidades de I+D, que puede comenzar incluso con la transferencia de resultados de I+D realizados por institutos públicos de investigación y en consorcios público-privados, lo que tuvo éxito en Corea y Taiwán (Mathews, 2002; Lim y Lee, 2001; Lee, Lin y Chang, 2005; OCDE, 1996).

El análisis en el nivel sectorial realizado por Lee (2013) tiene otra justificación para la focalización tecnológica por parte del gobierno, ya que encontramos que la variable de incertidumbre afecta negativamente las patentes en los países avanzados, en contraste con su efecto insignificante en los recién llegados. Si bien muchos *latecomers* no se encuentran en la frontera tecnológica, cuentan con proyectos y tecnologías existentes para imitar. Así, estos países tienen más posibilidades de éxito si movilizan todos los recursos públicos y privados para alcanzar un objetivo sin tener que preocuparse por la incertidumbre de las opciones tecnológicas y estándares que implican las tecnologías nuevas y radicales. En otras palabras, otro supuesto detrás de la advertencia o cautela en contra de la focalización tecnológica de la política es que los países están en la frontera. Sin embargo, muchos *latecomers* se encuentran por debajo de la frontera y dependen de tecnologías importadas, que suelen cobrarles a precios de monopolio.

Los altos precios cobrados por las empresas extranjeras a las centrales telefónicas en los años setenta y ochenta fueron el principal factor que impulsó al gobierno coreano a desarrollar endógenamente sus centrales telefónicas a mediados de los años ochenta (Lee, Mani y Mu, 2012) y también a China en los noventa (Mu y Lee, 2005). Cuando estos *latecomers* intentaron desarrollar sus propias centrales telefónicas, las tecnologías maduras y el conocimiento no eran de tan difícil acceso. Así, varios países rezagados esperaron tener éxito en el desarrollo de sus propias centra-

les telefónicas en los años ochenta y noventa, como India, Brasil, China y Corea del Sur (Lee, Mani y Mu, 2012). Sin embargo, el éxito inicial solo se mantuvo en Corea y en China. Brasil e India entraron en un camino divergente como resultado de diferentes actitudes o políticas industriales por parte del gobierno. Lee, Mani y Mu (2012) explicaron que, sin el apoyo del gobierno a los nuevos fabricantes locales, las empresas no podían competir con los productos extranjeros y se enfrentaban a una desaceleración gradual. Por otro lado, el apoyo del gobierno en China y en Corea comprendió la adquisición inicial por parte de las autoridades telefónicas gubernamentales e incluso las asignaciones de crédito para estas compras. Así, las empresas locales crecieron cada vez más e incluso tuvieron una transición exitosa hacia tecnologías inalámbricas como las iniciativas de teléfonos celulares CDMA en Samsung y LG de Corea (Lim y Lee, 2001) y la aparición de dos gigantes TIC, como ZTE y Huawei en China (Mu y Lee, 2005; Lee, Cho y Jin, 2009).

La estructura industrial de Corea se transformó entre las décadas de 1960 y 2000. Corea comenzó con sectores de tecnología de ciclo largo –como indumentaria– como principales artículos de exportación y luego gradualmente se trasladó a sectores de tecnología de ciclo más corto, como automóviles y electrónica. Las exportaciones de prendas de vestir aumentó rápidamente en las décadas de 1960 y 1970, con una participación en las exportaciones totales que llegó al 10% en 1965 y luego a casi el 30% a principios de los setenta. Después de este período, la participación siguió disminuyendo a expensas de otros bienes de mayor valor. La participación de las exportaciones de prendas de vestir disminuyó aproximadamente al 10% en 1990 y, finalmente, a menos del 3% en el año 2000. Por el contrario, la proporción de productos electrónicos y automóviles reemplazó a la indumentaria y el calzado. La proporción de productos eléctricos y electrónicos aumentó a aproximadamente un 10% a mediados de la década de 1970, un 20% a principios de la década de 1990 y finalmente cerca de un 30% en 2005. La actualización y la diversificación no hubieran ocurrido tan rápido si no fuera por los planes económicos quinquenales que definieron diferentes sectores para la promoción específica en un período particular. Por ejemplo, indumentaria y textiles se promovieron en la década de 1960 y se incluyeron en el primero y segundo plan quinquenal (Lee, 2009).

¿Será China el próximo país que supere la trampa?

Cuando China inició sus políticas aperturistas y reformas en la última parte de 1978, su ingreso per cápita era menos del 10% del promedio mundial en términos de dólares PPP a precios de 2000 (Lee, 2010). En la actualidad, el ingreso per cápita de China ha alcanzado aproximadamente la mitad del promedio mundial según un cálculo que utiliza los indicadores de desarrollo mundial del Banco Mundial, lo que debería considerarse un logro verdaderamente notable. Naughton (2007) observó que, entre las economías en transición, China mantuvo y aceleró casi singularmente su crecimiento durante el proceso de transición del sistema fuera de su antigua economía planificada socialista. El éxito económico de China ha sido señalado recientemente como el Consenso de Pekín (Ramo, 2004). Al mismo tiempo, los desafíos a los que se enfrenta China están cambiando y cada vez se parecen más a los que enfrentan otras economías en desarrollo de ingresos medios (Naughton, 2007: 5). Yao Yang (2010) discutió el final del Consenso de Pekín, señalando problemas como la corrupción, el aumento de la desigualdad y el autoritarismo político, y advirtió sobre la posibilidad de que China caiga en la trampa de los países de ingresos medios. Por lo tanto, determinar si China caerá en la trampa es una tarea interesante.

Como caracterización de las políticas macroeconómicas de China, encontramos útil el marco de Lee (2006), que compara el Consenso de Washington con la secuencia de Asia oriental y enfatiza tres elementos faltantes del Consenso de Washington. La idea de la secuencia se origina en Rodrik (1996), quien primero exploró el rompecabezas del lento crecimiento de América Latina, las economías que han seguido más de cerca el consenso en comparación con las economías de Asia Oriental. La principal observación de Rodrik (1996), como se resume en la tabla 2, es que aunque América Latina apoyó e implementó los diez elementos del consenso, los países de Asia del Este, como Corea y Taiwán, adoptaron solo la primera mitad (estabilización macroeconómica, 1 a 5) pero mantuvo la intervención microeconómica al no comprometerse con la segunda mitad (privatización, liberalización, desregulación, etcétera) hasta las etapas posteriores.

Tabla 2. Consenso de Washington versus Consenso de Asia del Este

A. Elementos del Consenso de Washington	Corea del Sur	Taiwán	China
A.1. Estabilización macroeconómica			
1. Disciplina fiscal	Sí, en general	Sí	Sí, en general
2. Redireccionamiento del gasto público hacia salud, educación e infraestructura	Sí	Sí	Sí, en general
3. Reforma impositiva, ampliación de la base impositiva, recorte de tasas impositivas marginales	Sí, en general	Sí	Sí, desde 1994
4. Tipo de cambio unificado y competitivo	Sí, excepto por períodos limitados	Sí	Sí, desde 1994
5. Derechos de propiedad seguros	Sí, excepto por períodos tempranos	Sí, en general	Mixto
A.2. Privatización, desregulación y liberalización			
6. Desregulación	Limitado	Limitado	Limitado
7. Liberalización comercial	Limitado hasta los años de 1980	Limitado hasta los años de 1980	Limitado hasta 2002
8. Privatización	No, muchas SOE en años de 1950 y 1960	No, muchas SOE en los años de 1950 y 1960	Parcialmente no; SOE aún importantes
9. Eliminación de las barreras a la inversión extranjera directa	IED fuertemente restringida	IED sujeta al control estatal	IED regulada en algunos sectores
10. Liberalización financiera	Limitada hasta los años de 1980	Limitada hasta los años de 1980	Limitada hasta los años de 1980
B. Elementos ausentes en el Consenso de Washington			
11. Promoción de las exportaciones más tarifas a las importaciones	Sí, muy fuerte	Sí	Sí, muy fuerte
12. Política tecnológica para el <i>upgrading</i> (I+D <i>in-house</i> pública e I+D público-privada)	Sí, desde 1970	Sí, desde los años de 1980	Prioridad dada desde mediados de 1980
13. Revolución en educación superior (duplicación de los estudiantes universitarios)	Sí, desde los años de 1980	Sí, en general	Sí, desde los años de 1990

Fuente: Basado en Lee (2006); originalmente, parte A para Corea y Taiwán tomado de Rodrik (1996, tabla 3), y China y parte B elaboración propia. Notas: IED: inversión extranjera directa. Para los 2000, SOE daba cuenta del 35% del producto industrial en China.

Al revisar las experiencias de varios países de Asia, Lee (2006) argumentó que los resultados mixtos del consenso tienen que ver no solo con la secuencia de políticas sino también con políticas faltantes o desatendidas, como las tecnológicas y las de educación superior. Como se muestra en la tabla 2, parte B, estos elementos de política están ausentes en el Consenso de Washington, mientras que pueden considerarse los elementos distintivos del Consenso de Asia Oriental o el “Mejor Consenso” (Lee y Mathews, 2010). La diferencia entre las economías asiáticas más exitosas y menos exitosas es la prioridad otorgada a las políticas que mejoran el potencial de crecimiento a largo plazo, la tecnología y, en particular, la educación superior.

En estos aspectos, China parece haber estado siguiendo de cerca el consenso de Asia oriental. En primer lugar, ha seguido el ejemplo de Corea y Taiwán al poner énfasis en la orientación exportadora, siguiendo las ventajas comparativas de los bienes mano de obra-intensivos (Lin, 2012; Lee, Lin y Chang, 2005). En segundo lugar, la similitud es clara, no solo en términos de las intervenciones micro enumeradas en la parte A, sino también en el énfasis en los elementos que faltan en el Consenso de Washington, como una política de tecnología y de educación superior. China ha estado empujando el gasto en I+D, que alcanzó el 1% en el año 2000, y ha llegado actualmente al 2%, mucho antes que otros países de ingresos medios. En tercer lugar, en términos de la tasa de matriculación en educación universitaria, China comenzó en 1990 con 3,4%, un nivel muy inferior al 20% de los nueve países de ingresos medios. Sin embargo, en 2010, la cifra alcanzó el 20%, un valor más cercano e incluso más alto que el de Brasil, Costa Rica y México. Este rápido progreso está relacionado con la revolución de la educación superior y el aumento anual del 20% en el número de estudiantes universitarios en el país desde 1998.

El segundo y el tercer aspecto son los dos criterios sugeridos por Lee y Kim (2009) para evaluar la posibilidad de un país de salir de la trampa del ingreso medio. En estos dos aspectos, China se encuentra en una buena posición. Ahora, si nos centramos en las estrategias para aprender y acceder a una base de conocimiento extranjera, las características únicas de China incluyen: 1) énfasis en la “ingeniería avanzada” (el rol de los *spin-off* académicos) en contraste con la ingeniería inversa de Corea y Taiwán (Eun, Lee y Wu, 2006), 2) la adquisición de

tecnología y marcas a través de fusiones y adquisiciones internacionales, y 3) aprendizaje paralelo de empresas de IED para promover empresas locales (Mu y Lee, 2005). Estos tres elementos comprenden el modelo de Beijing, y no fueron adoptados ni por Corea ni por Taiwán (Lee, Jee y Eun, 2011).

En este sentido, China parece estar siguiendo un tercer modelo que incluye los elementos de los modelos coreano y taiwanés, e incluso el modelo del sudeste asiático con mayor dependencia de la IED. Por un lado, China posee un número relativamente elevado de grandes empresas, como Lenovo (que adquirió el negocio de computadoras personales de IBM), Haier (el mayor fabricante de refrigeradores del mundo), Changhong, TCL, Konka, Huawei y otras. Estas son las marcas líderes en los mercados chinos que compiten con éxito con las multinacionales, pero aún no son lo suficientemente fuertes en capacidades de diseño. Además, estas empresas, en su mayoría, llevan a cabo el ensamble final. Pueden estar pisando el sendero de los *chaebols* coreanos y, de hecho, algunas empresas están yendo en la dirección de fabricación de marca original (OBM) sin involucrarse en la fabricación de diseño original (ODM). Por otro lado, las pymes en China se han desarrollado en estrecha integración con pequeñas o grandes multinacionales de economías vecinas en Asia y en Occidente, y parecen estar siguiendo el camino taiwanés o el del Sudeste asiático de convergencia gradual con las etapas intermedias de manufactura de equipo original (OEM), ODM y OBM. El tamaño y la complejidad de China requieren que su economía desarrolle dos o más tipos de modelos; esto es: la combinación de grandes empresas, empresas pequeñas y empresas de IED. Además, en sus relaciones con las empresas multinacionales, los *joint venture* chinos tienden a tener más poder de negociación debido al tamaño del mercado interno. Por lo tanto, estas empresas son capaces de negociar transferencias de tecnología mejores, que es la estrategia de los mercados comerciales (domésticos) para la tecnología (Mu y Lee, 2005).

Existen otras señales prometedoras para China en términos de la capacidad tecnológica necesaria para superar la trampa del ingreso medio. Una de ellas es el número cada vez mayor de solicitudes de patentes que parece reflejar la capacidad de innovación mejorada de las empresas chinas. Un criterio comparativo importante es si China está logrando las tres “convergencias” importantes que se dieron en

Japón, Corea y Taiwán. Estos tres “*catch-up* tecnológicos”, discutidos por Lee y Kim (2010), son: i) que las patentes de residentes alcancen las patentes no residentes, ii) que el número de patentes regulares de invención alcance el número de patentes de modelos de utilidad (patentes “*petite*”), y iii) que las patentes corporativas alcancen el número de patentes de inventores individuales. En Corea, las patentes corporativas alcanzaron a las individuales ya en 1986; luego, el número de patentes de modelo de utilidad alcanzó el de patentes de invención en 1989, y el de patentes de residentes alcanzó el de no residentes en 1993. Este patrón en Corea pone de manifiesto fuertes capacidades de I+D, lideradas por grandes empresas domésticas. Estas tres convergencias son relevantes porque ninguna otra economía *latecomer*, aparte de las tres asiáticas, ha logrado tales *catch-up*. En los *latecomers*, la mayoría de las patentes son de no residentes (Lee y Kim, 2010).

Estos tres tipos de convergencia ocurrieron en China en los años 2000 (Lee, 2010). En cuanto a la cantidad de solicitudes de patentes, la proporción de inventores nacionales aumentó en comparación con la de extranjeros en 2003, y superó las cincuenta mil solicitudes (Lee, 2010). En 2004, el número de patentes de invención regulares alcanzó al de las patentes de modelos de utilidad. Luego, en 2007, el número de solicitudes de patentes corporativas superó el de los inventores individuales, lo que revela la importancia de las actividades de innovación de las empresas.

Si bien las anteriores son señales prometedoras de nivel agregado, existen más evidencias que respaldan el rápido crecimiento de las grandes empresas y sus capacidades en China (Lee, Jee y Eun, 2011). En primer lugar, hay muchos casos de empresas chinas que están haciendo *upgrading* hacia un estatus de OBM y empresas globalmente competitivas. En electrónica de consumo, se puede citar el caso de Konka analizado por Xie y Wu (2003), Mathews (2008) y Lee y Mathews (2010). Al igual que sus contrapartes en Corea y Taiwán, Konka comenzó como contratista OEM para empresas avanzadas y luego estableció un *joint venture* con Ganghua Electronics, que cotizó en la bolsa de Hong Kong desde principios de los ochenta hasta 1991 para suministrar a GE, Emerson Radio y Thomson. En 1987, Konka comenzó a producir sus propios productos de marca para el mercado nacional, compitiendo con las marcas importadas (Xie y Wu, 2003; Mathews, 2008).

Casos como Konka en China reproducen muchas de las características observadas en Corea y Taiwán, particularmente el apalancamiento de tecnologías mediante el uso de contratos de tercerización, con empresas que están haciendo *upgrading* en sus capacidades pasando de OEM a ODM y luego a la OBM (Mathews y Cho, 2000; Hobday, 2000; Lee, 2005). El fenómeno del ascenso como marca líder no es exclusivo de Konka. China cuenta en la actualidad con un número relativamente elevado de grandes empresas, como Lenovo, Haier, Changhong, TCL, Kongka, Huawei y otras empresas con marcas líderes en varios sectores.

Más aún, un estudio importante de Zeng y Williamson (2007) muestra que algunas empresas chinas no son solo líderes en el mercado nacional, sino que también son actores globales en un amplio espectro de industrias. Un caso impactante es el de China International Marine Container Group (CIMC), que domina el mundo de los contenedores de envío globales con más del 55% de participación de mercado. Una parte importante de esta empresa es que, lejos de ser solo un mercado de gama baja, ha penetrado gradualmente en todos los segmentos del mercado de contenedores, incluidos los productos con refrigeración, seguimiento electrónico de última generación, tanques internos, mecanismos de plegado y customización, todos los cuales son nichos que los fabricantes de contenedores europeos especializados creían poder defender (Zeng y Williamson, 2007). Zeng y Williamson (2007) han denominado a la estrategia china como “innovación de costos” dado que utilizan sus bajos costos para ofrecer productos especializados a precios significativamente más bajos, convirtiéndolos en negocios de gran volumen. Esta innovación de costos no se basa en salarios baratos sino en la aplicación de innovaciones de productos y procesos nuevos a productos de gama baja, una estrategia necesaria para ganar en la competencia en el mercado nacional con muchos proveedores similares. Mientras aprendían a innovar, utilizaron varios canales como licencias y muchas fusiones y adquisiciones con empresas existentes en Corea y Europa.

Tabla 3. Número de compañías globales por país, 2000-2010

		2000	2004	2007	2008	2009	2010
FT 500 (ranking por capitalización de mercado)	Estados Unidos	218	231	184	169	181	163
	Japón	77	55	49	39	49	42
	China	-	-	8	25	27	23
	India	3	2	8	13	10	16
	Corea	5	3	6	5	5	6
	Alemania	20	19	20	22	20	19
	Francia	26	28	32	31	23	27
	Reino Unido	46	42	41	35	32	32
Número de compañías en el marcador de I+D de Reino Unido*	Estados Unidos	133	294 (115)	509 (123)	542 (144)	368 (113)	n/a
	Japón	83	154 (76)	220 (57)	244 (66)	209 (75)	n/a
	China	-	2 (1)	7 (3)	9 (3)	12 (3)	n/a
	India	-	-	7 (0)	15 (1)	7 (0)	n/a
	Corea	1	9 (6)	21 (9)	21 (9)	21 (6)	n/a
	Alemania	19	54 (26)	83 (27)	99 (26)	70 (25)	n/a
	Francia	21	36 (22)	58 (22)	63 (22)	47 (22)	n/a
	Reino Unido	14	41 (16)	75 (16)	88 (13)	46 (12)	n/a
500 Globales de Fortune	Estados Unidos	179	189	162	153	140	139
	Japón	107	82	67	64	68	71
	China	10	15	24	29	37	46
	India	1	4	6	7	7	8
	Corea	12	11	14	15	14	10
	Alemania	37	34	37	37	39	37
	Francia	37	37	38	39	40	39
	Reino Unido	38	35	33	34	26	29

* Número en el top trescientos según gasto en I+D. El número de empresas enumeradas en el marcador de I+D de Reino Unido varía según los años. Entre paréntesis aparece la cantidad de empresas que pertenecen a las trescientas principales según gastos de I+D. Fuentes: http://www.innovation.gov.uk/rd_scoreboard/?p=46; <http://money.cnn.com/magazines/fortune/global500/>; http://specials.ft.com/ln/specials/global_ft500004.htm; http://specials.ft.com/ln/specials/global_ft500004.htm

Fuente: adaptado de Lee, Jee y Eun, 2011.

Estas observaciones contrastan fuertemente con la sombría descripción de las empresas chinas en la década de 1990 de Nolan (2002), quien señalaba que China no tiene ninguna compañía en el *ranking* de I+D del Reino Unido ni en las quinientas del *Financial Times* (FT 500), mientras que solo figuran diez en la lista Fortune Global 500. Sin embargo, hemos encontrado cambios radicales recientes. La tabla 3 muestra que China ahora tiene veintitrés empresas en el FT 500, tres en el ranking de I+D del Reino

Unido, y cuarenta y seis empresas en Fortune Global 500. En términos del número de empresas Fortune Global 500, China ahora tiene el tercer mayor número luego de Estados Unidos y Japón, superando a todos los principales países europeos, como Francia (39), Alemania (37) y el Reino Unido (29). El menor número de empresas en la industria manufacturera (es decir, Bao Steel, Shanghai Auto, First Automotive, etcétera) es un patrón común en la mayoría de los países. Lee, Kim y Lee (2010) confirmaron una relación econométrica significativa entre los números de Fortune y el crecimiento económico, incluso después de controlar por el tamaño. Su análisis muestra que entre los *latecomers*, solo China y Corea tienen más empresas de ese tipo que las previstas por los tamaños de los países.

Nolan (2002) y Zeng y Williamson (2007) analizaron diferentes muestras de empresas en sus estudios de casos, por lo que sus resultados podrían estar sesgados por su propio muestreo y el verdadero hallazgo podría estar en algún lugar entre lo que obtuvieron. Sin embargo, las cifras anteriores son poderosos contraargumentos a la subestimación de las empresas chinas y constituyen evidencia de que las empresas chinas no permanecen, simplemente, como productoras de gama baja u OEM. Al contrario, se están convirtiendo en productores de grandes marcas y están dando el salto hacia tecnologías emergentes, como se muestra en casos como BYD, un productor mundial de baterías recargables para vehículos eléctricos y portátiles, y muchos otros usos.

En forma adicional, Lee (2013) muestra que China ha estado presentando más patentes en tecnologías de ciclo corto. La lista de las mejores treinta tecnologías de patentes chinas en Estados Unidos es ahora bastante similar a la lista de las treinta mejores tecnologías presentadas por Corea y Taiwán en el período 1980-1995. Los chinos tienen más patentes en semiconductores, almacenamiento de información, telecomunicaciones, iluminación eléctrica, calefacción eléctrica, rayos X, hardware y software. El promedio ponderado del tiempo de duración del ciclo de la tecnología de China para el período 2000-2005 es de 8,07 años, más cercano al promedio de Corea / Taiwán de 7,69 en el período de 1980-1995 que a la media de Brasil y Argentina (9,26) en el período 1980-1995.

En general, es de esperar que estas estrategias induzcan a China a alcanzar un “*catch-up* comprimido” con el mundo desarrollado y evitar algunos de los riesgos involucrados. Por un lado, al seguir la secuencia del este de Asia en lugar del Consenso de Washington, China evita el riesgo de la “trampa de la liberalización”, por la cual una liberalización financiera prematura conduce a un ciclo de reforma-crisis o a la ines-

tabilidad macroeconómica. En este sentido, el actual modelo de Beijing parece ser una extensión natural del anterior enfoque gradual y pragmático de la reforma económica que fue en gran parte responsable del éxito temprano de China.

A pesar de enfrentarnos a varios desafíos, podemos concluir con cautela que la industria china no se mantendrá simplemente como una economía OEM de gama baja, sino que alcanzará la producción de gama alta y de marcas. Si ampliamos nuestra perspectiva más allá del área de la tecnología, hay más desafíos que China deberá enfrentar, como los problemas relacionados con el aumento de la desigualdad, el medio ambiente y la corrupción.

Limitaciones del estudio y temas para futuras investigaciones

Una de las contribuciones de este estudio es que ha llevado a cabo un análisis multinacional y cuantitativo sobre el importante fenómeno del *catch-up* económico en tres dimensiones, a saber, las empresas, los sectores y los países, sobre la base de un único marco coherente que se centra en sus bases de conocimiento. Una de las limitaciones de este estudio multidimensional es que no examinó la interacción directa de las variables que representan las diferentes dimensiones. Por ejemplo, en la regresión en el nivel de empresa, podemos agrupar las variables de la empresa, el sector y el nivel de país y crear varios términos de interacción entre ellos para investigar la importancia de los términos de interacción. Esta condición es un aspecto importante e interesante que requiere mayor atención y estudio en trabajos futuros. Esta interacción ya ha estado atrayendo la atención en algunos estudios recientes. Jung y Lee (2010) utilizaron variables tanto en el nivel de empresa como de sector en regresiones en el nivel de empresa y encontraron que la convergencia de productividad de las empresas coreanas en comparación con las empresas japonesas suele verse afectada por variables en el nivel de empresa y sector. Este análisis de interacción multinivel requiere la fusión de datos multinacionales en el nivel de empresa o sector, lo que es más desafiante. Un esfuerzo en esta dirección fue el estudio de Srholec y Faberberg (2010).

Además, a pesar de que hemos sido capaces de definir y medir exactamente algunas variables de la misma manera en los tres niveles, como el tiempo de ciclo de las tecnologías, algunas variables desafían nuestros

intentos debido a la naturaleza intrínseca de las variables. Por ejemplo, podemos medir el grado de concentración (de inventores) en el nivel de país, pero no podemos medirlo en el de empresa. Varias otras variables tienden a tomar diferentes nombres, pero conceptualmente son las mismas variables. Un ejemplo es la difusión del conocimiento intrapaís medida en el nivel de país, que es esencialmente equivalente a la variable de apropiabilidad en el nivel sectorial que se mide como el porcentaje de autocitaciones de las empresas de cada país y de cada sector.

Bibliografía

- Cohen, Wesley M. y Levinthal, Daniel A. (1990). “Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation”. *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n° 1, pp. 128-52.
- Eun, Jong-Hak; Lee, Keun y Wu, Guisheng (2006). “Explaining the ‘University-run Enterprises’ in China: A Theoretical Framework for University–Industry Relationship in Developing Countries and its Application to China”. *Research Policy*, vol. 35, n° 9, pp. 1329-1346.
- Fink, Carsten y Maskus, Keith (2005). *Intellectual Property and Development*. Nueva York: The World Bank and Oxford University Press.
- Hausmann, Ricardo; Pritchett, Lant y Rodrik, Dani (2005). “Growth Accelerations”. *Journal of Economic Growth*, vol. 10, n° 4, pp. 303-29.
- Hobday, Michael (1995). *Innovation in East Asia. The Challenge to Japan*. Aldershot: Edward Elgar.
- (2000). “East versus Southeast Asian Innovation Systems: Comparing OEM- and TNC-led Growth in Electronics”. En Kim, Linsu y Nelson, Richard (eds.), *Technology, Learning and Innovation: Experiences of Newly Industrializing Economies*, pp. 129-69. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jones, Benjamin F. y Olken, Benjamin A. (2005). “Do Leaders Matter? National Leadership and Growth Since World War II”. *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 120, n° 3, pp. 835-864.
- Jung, Moosup y Lee, Keun (2010). “Sectoral systems of innovation and productivity catch-up: determinants of the productivity gap

- between Korean and Japanese firms”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 19, n° 4, pp. 1037-1069.
- Kim, Yee; Lee, Keun; Park, Walter y Choo, Kineung (2012). “Appropriate Intellectual Property Protection and Economic Growth in Countries at Different Levels of Development”. *Research Policy*, vol. 41, n° 2, pp. 358-375.
- Lall, Sanjaya. 1992. “Technological capabilities and industrialization”. *World Development*, vol. 20, n° 2, pp. 165-86.
- (2000). “The Technological Structure and Performance of Developing Country Manufactured Exports, 1985-98”. *Oxford Development Studies*, vol. 28, n° 3, pp. 337-369.
- Lee, Keun (2005). “Making a Technological Catch-up: Barriers and Opportunities”. *Asian Journal of Technology Innovation*, vol. 13, n° 2, pp. 97-131.
- (2006). “The Washington Consensus and East Asian Sequencing: Understanding Reform in East and South Asia”. En Fanelli, José María y McMahon, Gary (eds.), *Understanding Market Reforms. Volume II: Motivation, Implementation and Sustainability*, pp. 99-140. Gordonsville: Palgrave MacMillan.
- (2009). “How can Korea be a Role Model for Catch-up Development? A ‘Capability-based View’”. *Helsinki: UNU-WIDER Research Paper*, n° 34.
- (2010). “Thirty Years of Catch-up in China, compared with Korea”. En Ho-Wu, Mao y Yao, Yang (eds.), *Reform and Development in New Thinking in Industrial Policy China*, pp. 224-42. Nueva York: Routledge.
- (2013). *Schumpeterian analysis of economic catch-up: Knowledge, path-creation, and the middle-income trap*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lee, Keun; Cho, Seong-Jae y Jin, Jia (2009). “Dynamics of Catch-up in Mobile Phones and Automobiles in China: Sectoral Systems of Innovation Perspective”. *China Economic Journal*, vol. 2, n° 1, pp. 25-53.
- Lee, Keun; Jee, Mansoo y Eun, Jong-Hak (2011). “Assessing China’s Economic Catch-Up at the Firm Level and Beyond: Washington Con-

sensus, East Asian Consensus and the Beijing Model”. *Industry and Innovation*, vol. 18, n° 5, pp. 487-507.

- Lee, Keun y Kim, Byung-Yeon (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.
- Lee, Keun y Kim, Yee Kyoung (2010). “IPR and Technological Catch-Up in Korea”. En Odagiri, Hiroyuki; Goto, Akira; Sunami, Atsushi y Nelson, Richard R. (eds.), *Intellectual Property Rights, Development, and Catch Up: An International Comparative Study*. Oxford: Oxford University Press.
- Lee, Keun; Kim, Ji Youn y Lee, Oonkyu (2010). “Long-term Evolution of the Firm Value and Behavior of Business Groups: Korean Chaebols between Weak Premium, Strong Discount, and Strong Premium”. *Journal of the Japanese and International Economies*, vol. 24, n° 3, pp. 412-440.
- Lee, Keun; Lim, Chaisung y Park, Duk-Woo (2003). *The Role of Industrial Property Rights in Technological Development in the Republic of Korean*. Ginebra: WIPO.
- Lee, Keun; Lim, Chaisung y Song, Wichin (2005). “Emerging digital technology as a window of opportunity and technological leapfrogging: catch-up in digital TV by the Korean firms”. *International Journal of Technology Management*, vol. 29, n° 1-2, pp. 40-63.
- Lee, Keun; Lin, Justin Yifu y Chang, Ha-Joon (2005). “Late Marketization vs. Late Industrialization: Convergence or Divergence in East Asia”. *Asian-Pacific Economic Literature*, vol. 19, n° 1, pp. 42-59.
- Lee, Keun; Mani, Sunil y Mu, Qing (2012). “Explaining Divergent Stories of Catch-up in the Telecommunication Equipment Industry in Brazil, China, India and Korea”. En Nelson, Richard y Malerba, Franco (eds.), *Economic Development as a learning process*, pp. 21-71. Chentelham: Edward Elgar.
- Lee, Keun y Mathews, John A. (2010). “From the Washington Consensus to the BEST Consensus for World Development”. *Asian-Pacific Economic Literature*, vol. 24, n° 1, pp. 86-103.

- (2012). “South Korea and Taiwan”. En Amann, Edmund y Cantwell, John (eds.), *Innovative Firms in Emerging Market Countries*, pp. 223-246. Oxford: Oxford University Press.
- Lim, Chaisung y Lee, Keun (2001). “Technological Regimes, Catching up and Leapfrogging: Findings from the Korean Industries”. *Research Policy*, vol. 30, n° 3, pp. 451-483.
- Lin, Justin Yifu (2012). *New Structural Economics: A Framework for Rethinking Development and Policy*. Washington, DC: The World Bank.
- Lin, Justin Yifu; Cai, Fang y Li, Zhou (1996). *The China Miracle: Development Strategy and Economic Reform*. Hong Kong: Chinese University Press.
- Mathews, John A. (2002). “The Origins and Dynamics of Taiwan’s R&D Consortia”. *Research Policy*, vol. 31, n° 4, pp. 633-651.
- (2008a). “Energizing Industrial Development”. *Transnational Corporations*, vol. 17, n° 3, pp. 59-83.
- (2008b). “China, India and Brazil: Tiger Technologies, Dragon Multinationals and the Building of National Systems of Economic Learning”. *Asian Business & Management*, vol. 8, n° 1, pp. 5-32.
- Mathews, John A. y Cho, D. S. (2000). *Tiger Technology: The Creation of a Semiconductor Industry in East Asia*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mu, Qing y Lee, Keun (2005). “Knowledge Diffusion, Market Segmentation and Technological Catch-up: The Case of the Telecommunication Industry in China”. *Research Policy*, vol. 34, n° 6, pp. 759-783.
- Naughton, Barry (2007). *The Chinese Economy: Transitions and Growth*. Cambridge: The MIT Press.
- Nolan, Peter (2002). “China and the Global Business Revolution”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 26, n° 1, pp. 119-137.
- OCDE (1996). *Reviews of National Science and Technology Policy: Republic of Korea*. París: OCDE.
- Park, Kyoo-Ho y Lee, Keun (2006). “Linking the technological regime to the technological catch-up: analyzing Korea and Taiwan using the US patent data”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 15, n° 4, pp. 715-753.

- Pérez, Carlota y Soete, Luc (1988). "Catching Up in Technology: entry Barriers and Windows of Opportunity". En Dosi, Giovanni; Freeman, Christopher; Nelson, Richard; Silverberg, Gerald y Soete, Luc (eds.), *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Francis Pinter.
- Ramo, Joshua Cooper (2004). *The Beijing consensus*. Londres: The Foreign Policy Centre.
- Rasiah, Rajah (2006). "Electronics in Malaysia: export expansion but slow technological change". En Chandra, Vandana (ed.), *Technology, Adaptation, and Exports: How Some Developing Countries Got It Right*. Washington, DC: World Bank.
- Rodrik, Dani (2006). "Goodbye Washington Consensus Hello Washington Confusion? A Review of the World Bank's Economic Growth in the 1990s: Learning from a Decade of Reform". *Journal of Economic Literature*, vol. 44, n° 4, pp. 973-978.
- Shin, Hochul y Lee, Keun (2012). "Asymmetric trade protection leading not to productivity but to export share change". *Economics of Transition*, vol. 20, n° 4, pp. 745-785.
- Srholec, Martin y Fagerberg, Jan (2010). "What Capabilities Does it Take to Escape the Low-growth Trap". International Schumpeterian Society Conference, held in Aalborg, 21-24 de junio.
- Williamson, John (ed.) (1990). "What Washington means by policy reform". En Williamson, John (ed.), *Latin American Adjustment: How Much Has Happened?* Washington, DC: Institute for International Economics.
- Xie, Wei y Wu, Guisheng (2003). "Differences between learning processes in small tigers and large dragons: Learning processes of Two color TV firms within China". *Research Policy*, vol. 32, n° 8, pp. 1463-1479.
- Yao, Yang (2010). "The End of the Beijing Consensus? Can China's Model of Authoritarian Growth Survive?". *Foreign Affairs*. Disponible en: www.foreignaffairs.com/.
- Yusuf, Shahid y Nabeshima, Kaoru (2009). "Can Malaysia Escape the Middle Income Trap? A Strategy for Penang". Policy Research Working Paper 4971, The World Bank.

Zeng, Ming y Williamson, Peter (2007). *Dragons at Your Door: How Chinese Cost Innovation is Disrupting Global Competition*. Boston: Harvard Business School Press.

Bibliografía recomendada

Lee, Keun (2013). *Schumpeterian analysis of economic catch-up: Knowledge, path-creation, and the middle-income trap*. Cambridge: Cambridge University Press.

Lee, Keun; Jee, Mansoo y Eun, Jong-Hak (2011). "Assessing China's Economic Catch-Up at the Firm Level and Beyond: Washington Consensus, East Asian Consensus and the Beijing Model". *Industry and Innovation*, vol. 18, n° 5, pp. 487-507.

Lee, Keun y Mathews, John A. (2010). "From the Washington Consensus to the BEST Consensus for World Development". *Asian-Pacific Economic Literature*, vol. 24, n° 1, pp. 86-103.

Lee, Keun y Kim, Byung-Yeon (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.

Lim, Chaisung y Lee, Keun (2001). "Technological Regimes, Catching up and Leapfrogging: Findings from the Korean Industries". *Research Policy*, vol. 30, n° 3, pp. 451-483.

Capítulo 18

Leyendo a Freeman cuando han desaparecido las escaleras para el desarrollo*

Rodrigo Arocena y Judith Sutz
Universidad de la República, Uruguay

Es a escala global que los efectos más extremos de la desigualdad mundial en materia de ingresos resultan evidentes. El sesgo en el sistema mundial de innovación en investigación es tan grande que constituye un peligro para el futuro de la sociedad humana (Freeman 1982a: 184; traducción propia).

Introducción

Había una vez un tiempo en el cual el desarrollo podía pensarse como subir una escalera. Los paradigmas contrapuestos compartían una afirmación mayor: subir la escalera significaba, sobre todo, ‘industrialización’.

El paradigma ortodoxo del desarrollo –elaborado en el Primer Mundo y modelado por un balance positivo de su experiencia histórica– podía resumirse mediante tres afirmaciones: i) la escalera ya había sido subida por los países capitalistas industriales, los así llamados países desarrollados que, por consiguiente, ejemplificaban el resultado deseado del proceso de desarrollo; ii) los otros países debían tratar de seguir el mismo derrotero previamente recorrido por los países desarrollados; iii) la mejor manera de subir la escalera surgía de la inserción integral en un orden global regido por los mercados y las ventajas comparativas. De una

* Este texto es una versión española revisada de Arocena y Sutz, 2016a.

manera u otra, ese paradigma está todavía con nosotros. Sigue siendo dominante, no realmente debido a sus éxitos sino al poder económico, político, ideológico y militar del Primer Mundo, impulsado desde los años ochenta por la interacción entre la reestructuración del capitalismo y la emergencia de una economía basada en el conocimiento y motorizada por la innovación (De la Mothe y Paquet, 1996).

El paradigma revolucionario –modelado por la visión crítica de la izquierda acerca de la historia del capitalismo– sostenía que: i) el auténtico objetivo del desarrollo no es compatible con el capitalismo; ii) la escalera del desarrollo estaba siendo subida por los países socialistas en vías de industrialización; iii) hacía falta una revolución para poder comenzar esa subida mediante la industrialización centralmente planificada. Con el fin del Segundo Mundo –la desaparición del bloque soviético y el giro al mercado de China– ese paradigma parece haber desaparecido.

Las concepciones heterodoxas del desarrollo eran tan variadas que es difícil hablar de un tercer paradigma, claramente diferenciado de los otros dos recién mencionados. Sin embargo, en aras de la brevedad, hablamos de un paradigma heterodoxo representado por la heterogénea familia de concepciones acerca del desarrollo que compartían tres rasgos: i) cuestionaban explícitamente la receta para el desarrollo consistente en subir la escalera tras la huella de los países capitalistas industriales; ii) aceptaban explícita o implícitamente que existía una parte significativa del mundo (por ejemplo, el Primer Mundo o el Segundo Mundo) que mostraba el camino del desarrollo; iii) en cualquier caso la industrialización era la vía real para el desarrollo.

Los anhelos y experiencias del Tercer Mundo inspiraron a algunos ejemplos del paradigma heterodoxo, como la concepción estructuralista latinoamericana forjada por la CEPAL y particularmente por Raúl Prebisch (1950). Desde nuestro punto de vista, su afirmación central era que el sistema mundial creado por la industrialización en el Norte había generado ciertos rasgos específicos de la condición periférica que impedían a los países en desarrollo subir la escalera como lo habían hecho antes los países industriales; por consiguiente, el atraso era también subdesarrollo, y se hacían necesarias vías diferentes para la industrialización. En las variantes radicales de esta concepción, se buscaban también diferentes resultados del proceso de industrialización, porque los rasgos principales del Primer Mundo capitalista no se consideraban compatibles con los fines del desarrollo. Así la teoría de la dependencia –en América Latina un vástago de la concepción de la CEPAL– se aproximó al paradigma revolu-

cionario. La concepción estructuralista en su conjunto perdió casi todo su influjo con la crisis de los ochenta que puso fin en América Latina al desarrollo dirigido por el Estado (Bértola y Ocampo, 2013).

Por entonces una aproximación al desarrollo dirigido por el Estado en Asia del Este había alimentado otro tipo de paradigma heterodoxo, al que denominaremos paradigma heterodoxo para el “*catching up*”. Puede ser esquemáticamente caracterizado como una propuesta para alcanzar (“*catch-up*”) al Primer Mundo subiendo una escalera que es muy diferente de la propuesta por el paradigma ortodoxo, pero al mismo tiempo bastante similar a la que realmente subieron los países industrializados; los peldaños de la escalera real incluyen actividades cada vez más complejas; subirlos requiere políticas (muy) activas que impulsen las ventajas competitivas, porque los países ubicados en los escalones superiores sistemáticamente “patean la escalera” (Chang, 2002) para evitar que otros países los alcancen.

Sin embargo, hoy en día hacen falta nuevos paradigmas para el desarrollo, primero que nada porque los existentes no son deseables ni viables en términos ambientales. Alcanzar al Primer Mundo ejemplificado por Estados Unidos, subiendo la escalera como lo ha venido haciendo China, simplemente no es una opción para el mundo periférico en su conjunto. Si todo el mundo siguiera esa vía, sería muy difícil evitar una catástrofe ambiental. Más pronto o más tarde (confiemos en que no demasiado tarde) el imperativo de la supervivencia impondrá un giro en los valores y opciones dominantes.

Como bien se sabe, la obra de Christopher Freeman (de nivel empírico y en su interpretación teórica así como en el nivel de la elaboración de políticas) es una referencia fundamental del paradigma heterodoxo para el “*catching up*”. Nuestra comprensión de su vida y sus escritos sugiere, no obstante, que sus valores y motivaciones estaban más próximas a la búsqueda de alternativas a las rutas hacia el desarrollo dirigidas por el capitalismo que a alcanzar el mundo capitalista avanzado. En los tardíos años sesenta, al reflexionar acerca de las comparaciones internacionales en I+D, concluye haciendo “explícitos ciertos juicios de valor personales”, entre los cuales figura el siguiente: “Mi preferencia personal va a una sociedad más orientada a la investigación, tanto en Gran Bretaña como en Europa, pero con muy diferentes objetivos de política que los perseguidos en Estados Unidos y la Unión Soviética” (Freeman, 1967: 467; traducción propia).

Era un explorador profundamente realista de nuevas avenidas para la economía de la esperanza. Sospechamos que habría concordado con Paul Krugman cuando afirma:

Por primera vez desde 1917 [...] vivimos en un mundo en el cual los derechos de propiedad y los mercados libres son vistos como principios fundamentales, no como expedientes aceptados de mala gana; donde los aspectos desagradables de un sistema de mercado –desigualdad, desempleo, injusticia– son aceptados como hechos de la vida. Como en la era Victoriana, el capitalismo está seguro no solo por sus éxitos [...] sino porque nadie tiene alternativas plausibles (2009: 14; traducción propia).

Esta situación no durará para siempre. Seguramente habrá otras ideologías, otros sueños; y aparecerán más temprano que tarde si la actual crisis económica persiste y se ahonda. Pero, por ahora, el capitalismo rige al mundo sin desafiantes.

Sugerimos que la búsqueda de concepciones alternativas del desarrollo debe combinar cuatro tipos de enfoques: i) primero que nada, un enfoque normativo que caracterice al desarrollo por sus fines éticos y los vincule con compromisos –colectivos e individuales– con las tareas del desarrollo; ii) un enfoque teórico-fáctico que clarifique los rasgos estructurales mayores de la economía basada en el conocimiento y motorizada por la innovación, así como los de las relaciones de poder vinculadas, todo ello entendido como el contexto general que condiciona las cuestiones del desarrollo; iii) un enfoque prospectivo que explore tendencias y caracterice las perspectivas de avanzar hacia el horizonte normativo en el marco de las restricciones, desafíos y potencialidades que el enfoque teórico-fáctico destaca; iv) un enfoque propositivo que traduzca el enfoque normativo en políticas concretas, teniendo en cuenta hechos y tendencias (Arocena y Sutz, 2016b).

Este texto pone de manifiesto algunas de las muchas contribuciones que surgen de la obra de Freeman a la elaboración de esos cuatro enfoques y a su combinación en una concepción integral del desarrollo afín al “desarrollo como libertad” en el sentido de Amartya Sen (2000).

El enfoque normativo

Diferentes escaleras para el desarrollo se caracterizan por su peldaño superior que define los fines del desarrollo. La concepción de Sen esboza un tipo diferente de paradigma. Este no empieza, como todos los paradigmas de ayer, definiendo el desarrollo como un lugar en la evolución histórica sino por sus fines (normativos): el desarrollo humano sustentable puede caracterizarse por la expansión de las libertades y capacidades de la gente hoy sin comprometer las de las futuras generaciones (PNUD, 2011: 2; Sen, 2013: 11). Si esto es desarrollo, intentar *catching up* con el altamente desigual capitalismo neoliberal que prevalece en el oeste no es la vía al desarrollo, ni lo es subir una escalera de alguna manera afín al proceso seguido por el altamente desigual capitalismo autocrático de partido-Estado en China. Ascender por ese tipo de escaleras no parece viable para muchos países periféricos, pero sobre todo no es deseable.

Tal vez quepa buscar alternativas combinando los cuatro tipos de enfoques previamente descriptos. Para ello, dos requisitos debieran ser tenidos en cuenta. El enfoque normativo debiera incluir la caracterización del desarrollo debida a Sen, denominada más arriba desarrollo humano sustentable. El enfoque propositivo tendría que traducir en políticas concretas la afirmación de Sen según la cual la expansión de las libertades y capacidades de la gente constituye no solo los fines del desarrollo sino también su herramienta fundamental.

Como se dijo, buscamos mostrar que para tal programa de investigación, la obra de Freeman es una referencia fundamental, conectada con las contribuciones de dos grandes maestros del pensamiento sobre el desarrollo, Amartya Sen y Albert Hirschman. Conjeturamos que a Freeman le hubiera gustado ser visto trabajando junto con Hirschman y Sen.

Una de las mayores contribuciones del trabajo de Freeman a lo largo de toda su vida se refiere a los roles e impactos en el desarrollo de la ciencia, la tecnología, la innovación y las políticas relacionadas. La visión normativa de Freeman en tales asuntos ha sido expresada de una manera u otra en todos sus textos: “Ningún economista, sea zurdo, diestro o ambidextro, puede de por sí determinar los fines de la sociedad al impulsar la I+D. Las opciones realmente importantes en la política científica [...] son cuestiones políticas o político-morales” (Freeman, 1992a: 31; traducción propia). Más aún: “A largo plazo, la relevancia que uno le dé a desarrollar las propias capacidades para resolver problemas se remonta

a esas cuestiones [...] y depende en parte del tipo de sociedad en la que queremos vivir” (1992a: 47).

En una sociedad en la cual la desigualdad es en parte impulsada por el conocimiento (Tilly, 2005) y por la innovación, el enfoque normativo de Freeman es claro: no existe nada parecido a “una talla sirve para todos” en ciencia, tecnología e innovación; se puede construir alternativas si la tarea se aborda con determinación firme; la inclusión social puede ser integrada a las agendas de investigación, y lograr innovaciones inclusivas puede convertirse en un nuevo objetivo para los esfuerzos innovativos.

Sobre el enfoque teórico-fáctico

El estudio de la obra de Freeman ofrece innumerables claves para encarar cuestiones del desarrollo. Algunas de esas claves están clara e inequívocamente relacionadas con esa temática, pues aparecen en textos en los que Freeman se ocupa explícitamente de problemas del desarrollo. Otras, sin embargo, solo tienen sutiles vínculos con el desarrollo, a pesar de lo cual, cuando se las lee con este en mente, resultan sorprendentemente iluminantes. Hay tantas claves, referencias, enunciados y reflexiones en torno al desarrollo a lo largo de la vasta obra de Freeman que hace falta sugerir una taxonomía para tener en cuenta las más significativas. Seleccionamos cinco tipos de reflexiones que colaboran en la construcción de un enfoque teórico-fáctico del desarrollo vinculado a un enfoque normativo, interconectado con un enfoque orientado al futuro y útil para un enfoque propositivo.

El papel del poder

El punto de partida se enuncia como sigue: “la economía carece de sentido fuera del contexto histórico, pues las economías son por naturaleza históricas. La economía es una ciencia de la transición” (Freeman y Louçã, 2001: 3; traducción propia). Se entiende que las sociedades y las economías evolucionan de tal manera que “sus evoluciones presentan pautas reconocibles” (2001: 5). Así, Freeman adopta un “enfoque histórico razonado”, proveniente en particular de Joseph Schumpeter y directamente ligado a Karl Marx, que “busca teorías integradas que serán incompletas y no definitivas, explicativas y no predictivas, históricas más bien que

simplemente económicas, y evolucionistas más bien que mecanicistas” (2001: 117). En esta visión los “conflictos sociales de todo tipo son generados y articulados por [...] el poder en todas sus formas” (2001: 121).

Es nuestra conjetura que un “diálogo” entre el enfoque teórico de Freeman y la interpretación de Mann acerca de las pautas de la historia social del poder (Mann 1986: cap. 16 y 1993: 4) puede realmente valer la pena. Específicamente, la profunda comprensión de Freeman acerca del cambio tecnológico, en el pasado tanto como en el presente, ofrece una conexión actualizada entre la concepción de Marx acerca del papel de las fuerzas de producción y la concepción de Michael Mann sobre el papel de lo que denomina “poder organizacional”.

En todo caso, es indudable que, para un enfoque descriptivo y explicativo del desarrollo, la obra de Freeman es una referencia fundamental respecto del impacto general que ha tenido “el ascenso de la tecnología relacionada con la ciencia” y su impacto específico en la “microeconomía de la innovación”, para citar con traducción propia los títulos de dos secciones de uno de sus libros escritos con Luc Soete. Respecto de lo primero se afirma que:

Dado que la relación es una interacción, la expresión tecnología “relacionada con la ciencia” es usualmente preferible a la expresión tecnología “basada en la ciencia” con su implicación de un sobre simplificado movimiento unidireccional de ideas. Marx hablaba de la máquina como el “punto de entrada” de la ciencia en el sistema industrial, pero hoy en día esa expresión podría referirse con mayor justificación al departamento de I+D (Freeman y Soete, 1997: 15; traducción propia).

Los autores estudian en profundidad las consecuencias de esa evolución para las estrategias de las empresas y concluyen: “los requisitos de la innovación exitosa y la emergencia de un sistema de I+D en la industria han modificado profundamente ciertos patrones del comportamiento empresarial [...] La tecnología mundial es parte del entorno de la empresa tanto como el mercado mundial” (Freeman y Soete, 1997: 248). Esto puede ser visto como un hecho general, con consecuencias bastante distintas en los países centrales que en las periferias. Puede sostenerse que, desde este punto de vista, los países centrales son aquellos en los cuales un sistema de I+D emerge en su propio sector industrial, mientras que una “medida de la condición periférica” la da la combinación de la subutilización de las capacidades innovativas con la dependencia, para innovar,

de los sistemas de I+D externos. Hoy, la tecnología mundial y el mercado mundial influyen el comportamiento empresarial a través de redes internacionales, en las cuales las asimetrías de poder son evidentes.

El *poder* en estas redes depende de variados servicios de información y actividades basadas en el conocimiento, pero no únicamente de tales. Esas redes están enraizadas en sistemas sociales donde la creciente desigualdad es al presente la regla, en alguna medida exacerbada por tales desarrollos. Tanto los problemas ambientales como los sociales devendrán probablemente más agudos en semejantes circunstancias. [...] Amplitud de miras, ilustración y solidaridad social son en última instancia esenciales para cualquier sistema de innovación (Freeman 2002: 210; énfasis en el original; traducción propia).

Los enfoques normativo y teórico-fáctico de hecho se entretrejen cuando se trata del poder.

En la consideración de la innovación y el desarrollo, el poder es un tema que debe ocupar un lugar central. Aun si no se lo menciona explícitamente, el poder está en la médula de la pregunta abierta que Freeman planteó respecto de nuestro futuro común:

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) pueden contribuir en gran medida al ahorro de energía, materiales y costos de transporte. Si realmente lo hacen es, sin embargo, una cuestión tanto de políticas sociales y económicas como de tecnología y política científica. Por consiguiente, la pregunta de si la economía mundial puede cambiar como para dar lugar a un nuevo y sustentable modo de crecimiento permanece abierta. Es por un lado una cuestión de nuevas prioridades para la I+D privada y pública que puedan alimentar una nueva gama de posibilidades en áreas tales como las fuentes de energía renovables y "limpias" y los procedimientos de conservación de materiales, pero es también una cuestión de nuevos mecanismos de regulación que aseguren la difusión mundial de avances como los indicados. Lo segundo puede constituir el problema más difícil, como lo han mostrado las dificultades para establecer un impuesto al uso del carbón (Freeman, 1996a: 33; traducción propia).

La agenda de investigación debe ser vista, a la vez que la agenda de políticas, en directa relación con el poder.

El papel de la tecnología y cómo debe ser desempeñado

No hay alternativas a la pobreza y el atraso si las únicas estrategias productivas de un país son “dependientes” y “tradicionales”. Freeman definió como “dependiente” una estrategia que “implica la aceptación de un papel esencialmente subordinado o de satélite” (Freeman 1982a: 180; traducción propia). Una estrategia “tradicional” se caracteriza por los bajos incentivos para innovar o cambiar, de modo que las maneras habituales de hacer las cosas pueden mantenerse por largo tiempo mientras que los aportes científicos son mínimos o inexistentes. Pero ninguna de estas estrategias es suficientemente buena para el desarrollo. “Un país subdesarrollado puede durante un cierto período basarse principalmente en una estructura industrial con estrategias dependientes o tradicionales. Si lo hace, probablemente siga siendo muy pobre y atrasado” (1982a: 184).

Freeman tenía puntos de vista originales y a menudo heterodoxos acerca de la importancia de la ciencia y la tecnología para el desarrollo. Un primer aspecto a notar es que no daba por sentado que las sucesivas revoluciones científicas y tecnológicas mejorarían las perspectivas de la humanidad *urbi et orbi*. Primero que nada, porque no era un optimista tecnológico: “[la innovación] hace posible que toda la calidad de vida cambie para mejor o para peor” (1982a: 3). Pero más importante, porque distinguía claramente los impactos de tales revoluciones, particularmente en el bienestar de la gente, según se trate de países desarrollados o subdesarrollados: “La base para un movimiento sostenido (aunque cíclico) de superación de los límites inferiores de la miseria humana y la degradación fue suministrada, *fuera de los países del Tercer Mundo*, por sucesivas revoluciones tecnológicas” (Freeman, 1984: 502; énfasis nuestro; traducción propia). La última afirmación es importante: no es la existencia de conocimiento o de nuevas soluciones técnicas de por sí la que abre oportunidades para liberar a la gente de los límites inferiores de la miseria humana y la degradación que caracterizan las vidas de grandes contingentes de población en los países subdesarrollados. Sistemáticamente se comprueba que por sí sola la transferencia de tecnología, sin desmedro de su importancia, está lejos de posibilitar el aprovechamiento del conocimiento en beneficio de los países en desarrollo. Freeman formula una observación que, si bien hecha en otro contexto, es aquí llamativamente ajustada: “La difusión del saber hacer técnico no depende simplemente de la capacidad de pago” (Freeman, 1982a: 96; traducción propia). Parece claro que, sin el desarrollo de capacidades endógenas para resolver pro-

blemas relacionados con las necesidades propias, incluyendo tanto las capacidades de usar el conocimiento contemporáneo como las de colaborar a su producción, la única puerta que queda abierta a los países en desarrollo es la importación de tecnología. Al respecto, las opiniones de Freeman son bastante concluyentes: “La importación indiscriminada de tecnología elaborada para mercados completamente diferentes [...] puede tener efectos desastrosos para el empleo y otras cuestiones sociales en los países pobres y débiles” (1982a: 184).

No hace falta abundar para establecer la importancia que Freeman asignaba a la ciencia y la tecnología para el desarrollo, así como a ciertos requisitos específicos que hacen falta para que su papel sea positivo. Hay algunas observaciones de Freeman, sin embargo, que apuntan al corazón de controversias que aún hoy no están saldadas, por lo que vale la pena recordarlas. Dada la considerable disparidad de capacidades en ciencia, tecnología e innovación que existen en el mundo, la demanda sofisticada de conocimiento en los países en desarrollo tiende a satisfacerse, tanto en el nivel privado como público, mediante la importación de conocimientos. Esto parece a primera vista mera cuestión de buen sentido; los argumentos en contra de una visión cortoplacista, que no introduce en la ecuación los efectos de aprendizaje de tal tipo de decisiones, son todavía descartados en nombre de la eficiencia y de la obtención de la más nueva tecnología disponible. ¿Por qué promover el apoyarse en las capacidades nacionales de un país en desarrollo para resolver ciertos problemas complejos cuyas soluciones podrían, eventualmente, ser compradas llave en mano en el exterior? ¿Por qué debieran los científicos e ingenieros de un país en desarrollo encarar problemas complejos que tensionarán al máximo sus capacidades cuando científicos e ingenieros mucho mejor preparados y experimentados de países desarrollados pueden hacerlo con mucho menos riesgo de no lograr buenos resultados? Freeman ofrece dos razones que van directo a la médula de estas cuestiones. La primera es “el efecto de licenciar los productos sobre la moral de nuestros propios científicos e ingenieros de I+D” (Freeman, 1992a: 47). Este es un argumento muy fuerte. Cuando gente capaz de afrontar difíciles desafíos intelectuales se ve obligada a trabajar en problemas rutinarios, porque aquellos desafíos se encarar con capacidades provenientes del extranjero, la desmoralización resultante puede ser bastante intensa, disminuyendo la voluntad de estudiar en el propio país o impulsando la emigración calificada. La segunda razón es que la sistemática dependencia en la importación de tecnología da lugar al “subdesarrollo voluntario” (1992a: 48). Esta es una

afirmación valiente, particularmente aguda y acertada. Así el subdesarrollo se vincula con la debilidad estructural en materia de oportunidades para aprender mediante la movilización de las capacidades nacionales para afrontar problemas complejos; tal debilidad no es necesariamente intrínseca (en la mayor parte de los casos no lo es) sino política.

Una forma específica de ser sistémico

Freeman es bien conocido como uno de los padres fundadores del concepto de sistemas nacionales de innovación.¹ Frecuentemente refería ese concepto a la obra de Friedrich List sobre el sistema nacional de la economía política. Una de las facetas de dicha obra, que Freeman apreciaba particularmente, era su aptitud para tener en cuenta muy diferentes aspectos de un proceso de crecimiento sustentable: el “capital mental”, las interacciones entre inversiones tangibles e intangibles, el nivel de capacitación de la fuerza de trabajo, la manufactura como un espacio de aprendizaje y el papel coordinador del Estado, entre otros (Freeman, 1995). Notoriamente claro resulta el rechazo de Freeman a la forma contraria de mirar al desarrollo, vale decir, desde un punto de vista particular y exclusivo. No dejó de reconocer cuán difícil resulta tal actitud para quienes creen profundamente que tienen en sus manos las principales respuestas, pero tal vez por ello mismo insistió fuertemente en la necesidad de abrir perspectivas amplias. Uno de los puntos de vista teóricos más claros en el pensamiento de Freeman es la necesidad de ir “más allá” —en términos de Hirschman, 1981— de la teoría económica para explicar el comportamiento económico, y mucho más el cambio social. Por ejemplo, al comentar *La tercera ola* de Alvin Toffler en la sección “Libros” de la revista *Futures*, afirmó:

Los enfoques fragmentados de las ciencias sociales son, cada vez más, barreras para la comprensión de lo que está sucediendo con los sistemas sociales de los seres humanos. Hay una desesperante necesidad de un enfoque como el de John Stuart Mill o Karl Marx, que vincule entre sí sociología, economía, política, filosofía, historia y estudios del futuro (Freeman, 1980: 508; traducción propia).

1 Ver capítulo 5, de Erbes y Suárez.

Es seguro afirmar que este fuerte y permanente reclamo de interdisciplinariedad es una de las facetas intelectuales distintivas de Freeman. Carlota Pérez la escogió para formular su primera observación sobre el legado de Freeman en una sesión conmemorativa de la Conferencia 2011 de la Triple Hélice: “Tal vez la lección más importante que Freeman nos enseñó es que la economía es incapaz de entender el crecimiento económico sin recurrir a la interdisciplinariedad” (Pérez, 2011; traducción propia). Así, “ser sistémico”, vale decir, usar los sistemas de innovación como herramienta teórica para enfocar la realidad, no consiste solo en reconocer la importancia de variados actores y de las relaciones que construyen y reconstruyen entre sí; implica además tratar de entender tanto a los actores como a sus relaciones en sus múltiples facetas, algo imposible desde cualquier perspectiva disciplinaria estrecha.

En un trabajo no publicado de 1982 que hubiera sido olvidado si no fuera por la labor de Bengt-Åke Lundvall, quien insistió que ese era el primer texto en el cual el concepto “sistema nacional de innovación” fue puesto negro sobre blanco, Freeman propuso cinco dimensiones a tener en cuenta al discutir la innovación: acoplar, crear, agrupar (“*clustering*”), comprender inclusivamente (“*comprehending*”) y copiar (Freeman, 1982b: 9). Todas son altamente originales e inspiradoras para el diseño de políticas, pero “creando” se refiere en particular a la combinación de distintas fuentes de conocimiento:

... la creatividad es un elemento esencial de la actitud emprendedora, dado que involucra reunir lo que antes eran piezas distintas y dispersas para crear algo nuevo. A veces el término “creatividad” se reserva para las habilidades del científico, que llevan a nuevos descubrimientos, o del artista, que llevan a nuevas obras de arte [...]. En la creatividad de tipo empresarial/ingenieril la síntesis y la aplicación creativa de información proveniente de variadas fuentes (incluyendo las artes y las ciencias) es crítica (1982b: 10).

No en vano Freeman escogió como acápite de *La economía de la innovación industrial* el pasaje en el cual Adam Smith se refiere a los filósofos o personas dedicadas a la especulación “cuyo oficio es no hacer nada pero observarlo todo y que, por eso mismo, son a menudo capaces de combinar las capacidades de los objetos muy lejanos y diferentes” (Smith, 2011: 9, citado en Freeman, 1982a: 1).

Para Freeman una visión sistémica implicaba ser pluralista en términos cognitivos, una lección tan importante como difícil de seguir.

La importancia del aprendizaje

Freeman puso la cuestión del aprendizaje en el centro de sus reflexiones sobre la innovación, así como sobre la convergencia y divergencia entre países. Subrayó ante todo la diferencia entre información y conocimiento: “No es solo una cuestión de conseguir mucha información; a menudo hay una sobrecarga de información. El problema de la innovación es procesar y convertir *información* de distintas fuentes en *conocimiento* útil para diseñar, hacer y vender nuevos productos y procesos” (Freeman, 1991: 501; énfasis en el original, traducción propia).

Sugerimos que dicha conversión tiene lugar mediante dos procesos distintos de aprendizaje: uno es el proceso formal de aprendizaje, y otro consiste en aprender al trabajar e interactuar en el intento de resolver problemas. El subdesarrollo se caracteriza por las carencias en ambos tipos de aprendizaje. La primera carencia se conoce y mide bastante bien: por ejemplo, la proporción de gente joven que culmina la enseñanza media e ingresa a la universidad en Asia del Este y en América Latina está en la proporción de tres a uno. La segunda carencia se vincula a la estructura productiva, a la demanda de conocimientos, a las políticas para la producción y la innovación. Freeman (1995) gustaba citar el siguiente párrafo de List:

El estado actual de las naciones es el resultado de la acumulación de todos los descubrimientos, invenciones, perfeccionamientos, mejoras y esfuerzos de las generaciones pasadas; *forman el capital intelectual de la humanidad viviente*, y cada nación, en particular, solo es productiva en la proporción en que ha asumido en sí esas conquistas de anteriores generaciones, y ha sabido incrementarlas por su propio esfuerzo (List, 1997: 223; énfasis en el original).

¿Pero cómo puede un país incrementar mediante sus propios logros su capacidad para construir respuestas a las propias necesidades y circunstancias? Únicamente encarando problemas complejos para lo cual aprender es tanto un medio como un resultado. Como Freeman mismo lo enunció:

Una segunda faceta esencial para alcanzar a los más avanzados (“*catching up*”) en nuevas tecnologías (la primera es la formación de un gran número de ingenieros calificados) es la promoción de una vasta gama de actividades técnicas y científicas *dentro* de la industria y el comercio

mismos. Mientras que un flujo sustancial de ingenieros y otras personas bien preparadas es condición *sine qua non* de una activa “política de *catching up*”, su despliegue eficiente en las actividades productivas es, por supuesto, también esencial (Freeman, 1996b: 172; énfasis en el original; traducción propia).

Conviene resaltar la inusual expresión “*catching up* en nueva tecnología”. Esto no puede de modo alguno significar que todo país necesita convertirse en un productor competitivo de los elementos constitutivos de la nueva tecnología –micro componentes electrónicos o memorias, por ejemplo– sino que todo país debiera construir su propia capacidad para usar esos elementos constitutivos de modo de “incrementar mediante sus propios logros” el conocimiento requerido para resolver problemas. En este sentido es obvio que el *catching up* en nuevas tecnologías no puede ser llevado a cabo si se carece de oportunidades para que ingenieros y otras personas bien preparadas puedan ejercitar su creatividad. Es inequívoco el apoyo de Freeman a este punto de vista: “el aprendizaje tecnológico en las empresas constituye el factor más esencial para el *catching up*” (Freeman, 1996b: 174).

Llegamos por esta vía a la mayor barrera estructural para el aprendizaje y el *catching up* en nuevas tecnologías para el desarrollo: en la vasta mayoría de los países en desarrollo, las empresas no son sólidos espacios de aprendizaje tecnológico. Esto es así porque, como lo formuló Erik Reinert (2007: xxviii), dichos países se especializan en actividades carentes de potencial para el aprendizaje, lo que constituye una de las razones mayores por las cuales están atascados en la pobreza.

El enfoque teórico ilumina la relevancia del aprendizaje, mientras que los hechos muestran las dificultades que los procesos de aprendizaje enfrentan en muchos países en desarrollo. Ello plantea el desafío de formular enfoques propositivos orientados a superar tales dificultades, poniendo en marcha círculos virtuosos de aprendizaje a través del aprovechamiento del acervo intelectual que la humanidad ha generado hasta ahora y de su incremento.

La mirada cualitativa

Freeman tenía un ojo especial para los indicadores (1967 y 1969). Trabajó sobre indicadores de CYT desde los tempranos años sesenta, contribu-

yendo sustancialmente al *Manual de Frascatti* de la OCDE. Pero siempre abogó por lo que llamaba una aproximación “modesta” a las mediciones, particularmente a las medidas de resultados (*outputs*). Claramente, el sentido sistémico siempre lo acompañaba, lo que corresponde subrayar: “ser sistémico” probablemente se originaba en el reconocimiento de que el contexto importa no solo para interpretar lo que ha sido medido sino también respecto de qué y cómo medir. “al vincular comparaciones de I+D con el progreso tecnológico y económico es necesario tener en cuenta la innovación y el proceso de imitación como conjunto y medir tantos aspectos como sea posible” (Freeman, 1967: 464; traducción propia). Y más adelante insiste: “El marco social y económico en el cual esté operando el sistema de I+D debe siempre ser considerado” (1967: 466).

La importancia de esta aproximación a la medición para países en desarrollo no precisa ser enfatizada. En una revisión de lo que puede aprenderse del pasado en materia de indicadores de ciencia, tecnología e innovación, Freeman y Soete recordaban que:

... la capacidad de innovar pasó ahora a ser vista menos en términos de la aptitud para descubrir nuevos principios tecnológicos y más en términos de las aptitudes para aprovechar sistemáticamente los efectos producidos por nuevas combinaciones y usos de elementos en el acervo existente de conocimientos (Freeman y Soete, 2007: 11; traducción propia).

Esto es de extrema importancia para países en desarrollo en que la cuestión mayor para la política es precisamente aprovechar al máximo el conocimiento existente a fin de construir heurísticas nuevas para la solución de problemas. Ahora bien, ¿cómo pueden ser medidas estas actividades más bien ocultas? En primer lugar, deben ser reconocidas, algo que puede hacerse sistemáticamente solo si se acuerda “ciudadanía teórica” a tales actividades, en lugar de simplemente dejarlas de lado porque son diferentes de las escogidas para las comparaciones de referencia (“*bench-marking*”). Solo podemos hacer una suposición, pero probablemente Freeman hubiera estado de acuerdo con Paul Fayerabend: “La descripción de todo hecho particular no solo es dependiente de *alguna* teoría [...] sino que además existen hechos que no pueden descubrirse si no es con la ayuda de alternativas a la teoría que ha de contrastarse y que dejan de estar disponibles tan pronto como se excluyen esas alternativas” (Fayerabend, 1988 [1975]: 22).

De la mano del reclamo de tomar en cuenta asuntos importantes, aunque sean difíciles de medir –como la imaginación y la voluntad de los seres humanos (Freeman, 1967: 467)–, viene la advertencia acerca del mal uso o abuso de aproximaciones cuantitativas. Freeman es especialmente elocuente a este respecto, y si bien sus advertencias pueden ser consideradas igualmente valaderas en cualquier geografía, son particularmente útiles en el subdesarrollo. Dos revisiones de libros escritas por Freeman dan una buena imagen de su manera de pensar a este respecto. La primera se refiere a *Made in America: Regaining the Productive Edge* (Dertouzos, Solow y Lester, 1989) y elogia precisamente la capacidad de los autores para transmitir un concienzudo análisis cualitativo de una cuestión bastante compleja.

Disponiendo de la confianza en sí mismos de quienes ya están al tope del árbol en técnicas cuantitativas y ciencias de la computación, disponiendo asimismo de una vasta experiencia tanto de las ventajas como de las limitaciones de esas técnicas en las ciencias sociales, rechazan una formalización matemática espuria. Los ocho equipos de estudio produjeron “una vasta cantidad de evidencia detallada, diversa y a veces contradictoria. Extraer conclusiones generales de tal evidencia es necesariamente un ejercicio de buen juicio. No hay algoritmo que pudiera tomar como insumo nuestro mosaico de testimonios, observaciones, comparaciones nacionales cruzadas, análisis estadísticos e historias de caso, y generar como resultado un número que caracterice el conjunto del desempeño de la economía nacional. No intentamos semejante procedimiento matemático. En vez, trabajamos en buena medida como un jurado” (Freeman, 1990: 401; citando a Dertouzos *et al.*, 1989: 8; traducción propia).

La segunda revisión a la que aludimos dio lugar a un artículo completo: “Malthus con una computadora”, una reflexión sobre el libro *Los límites del crecimiento* publicado en 1970. Allí Freeman afirma:

Es esencial mirar el sesgo político y los valores que están implícita o explícitamente presentes en cualquier estudio de sistemas sociales. La aparente neutralidad desinteresada de un modelo computacional es tan ilusoria como persuasiva [...] El modelo es el mensaje. [...] El fetichista de la computación dota al modelo computacional con una validez y un poder independiente que en conjunto trascienden los modelos mentales que constituyen su base esencial. Dado el predominio de este fetichismo

computacional no puede repetirse demasiado que la validez de cualquier cálculo computacional depende enteramente de la calidad de los datos y las suposiciones (modelos mentales) que alimentan tal cálculo. Los modelos computacionales no pueden reemplazar la teoría (Freeman, 1973: 7-8; traducción propia).

Finalmente, cuando trabajaba con comparaciones internacionales de esfuerzos tecnológicos y competitividad, cuestiones que han sido concienzudamente estudiadas y respecto de las cuales una gran riqueza de datos ha sido acumulada, Freeman afirmaba:

... los problemas que queremos investigar pueden ser iluminados solo en una pequeña medida por la evidencia estadística, dado que involucran también aspectos sociales, institucionales y organizacionales [...] Por consiguiente, el método deberá ser el de la “historia razonada”, solo ocasionalmente basado en fragmentos de evidencia cuantitativa (Freeman, 1982b: 8; traducción propia).

Elementos para un enfoque prospectivo

Como ya se indicó, Freeman estuvo permanentemente interesado en los estudios del futuro. Tenía un don para señalar tendencias que serían seriamente discutidas años después. Por ejemplo, en su disfrutable “Si yo gobernara el mundo”, de 2001, propuso descriminalizar las drogas como un paso para “desplazar el tráfico ilegal y criminal de drogas en el presente a canales comerciales legales que sean regulados y gravados como el alcohol y el tabaco” (Freeman, 2001: 477; traducción propia). Hoy varios países, entre ellos Uruguay, discuten esta cuestión en el ámbito parlamentario y en la sociedad en su conjunto como una posible alternativa ante un problema trágico.

En aras de la brevedad, sobre la relación de la parte de su obra vinculada al futuro con los asuntos del desarrollo, subrayaremos tan solo que estaba permanentemente preocupado por la (des)igualdad. En su libro con Soete, se lleva la atención a un problema “que probablemente llegue a constituirse en una fuente de gran tensión política y social: el incremento de la desigualdad en y entre los países” (Freeman y Soete, 1997: 409; traducción propia). El enfoque y su ejemplificación sugieren que el problema de la desigualdad se relaciona no solo con relaciones de

poder social sino también con la dinámica de la innovación. “El advenimiento de la sociedad de la información ha sido así acompañado por la reversión de aquellas tendencias hacia la justicia social y la mejora de los servicios de bienestar, que constituyeron una faceta tan característica del cuarto de siglo que siguió a la Segunda Guerra Mundial” (1997: 410).

Cabe hacer una observación similar respecto de cuestiones ambientales. ¿Cómo pueden ser evitadas las catástrofes anunciadas en los años setenta? Freeman recuerda que cuando

... quienes hacían los modelos en SPRU cambiaron las hipótesis sobre el cambio técnico incluidas en el modelo del MIT, ello tuvo el efecto *de posponer* el colapso anunciado, pero no necesariamente de suprimirlo por completo. Solo una sostenida tasa alta de cambio técnico *y* un conjunto de cambios institucionales [...] podrían evitar permanentemente la catástrofe (Freeman, 1996a: 34; énfasis en el original; traducción propia).

Ambos aspectos están profundamente entrelazados porque, para conseguir la intensidad y la dirección del cambio técnico necesario para hacer retroceder el sufrimiento social y evitar catástrofes ambientales, son imperativos cambios institucionales inspirados por fines normativos. Desde tal punto de vista, el enfoque prospectivo estudia actores, acciones, relaciones y hechos para elaborar trayectorias estilizadas que recapitulen evoluciones plausibles.

¿Existe una evolución plausible en la cual la innovación sea dirigida por fines normativos, respaldados por un adecuado marco institucional y sostenidos en el largo plazo por políticas eficientes que surjan de una sólida comprensión de las dinámicas sociales? En su diálogo con Robert Heilbroner, Freeman afirmó:

En particular acepto su visión de que las relaciones entre naciones ricas y pobres, así como el problema de la redistribución del ingreso en el interior de las naciones, probablemente estén en el centro del escenario político mundial durante el próximo siglo. Pero no soy tan pesimista como él en su absoluta desesperanza respecto de la búsqueda de caminos que permitan reducir las desigualdades entre naciones y en el interior de ellas. Tampoco comparto su punto de vista de que las ideas de los seres humanos, los ideales y la prospectiva tengan tan poca influencia en el curso de los acontecimientos que nos llevaron a involucrarnos en este debate (1974: 451; énfasis en el original; traducción propia).

No podríamos estar más de acuerdo con Christopher Freeman en que realmente las ideas, los ideales y la prospectiva tienen influencia en el curso de los acontecimientos, y precisamente por ello la búsqueda del desarrollo no es una quimera.

Del enfoque teórico al propositivo

La descripción fáctica lleva a prescripciones de política “sobre la necesidad de capacidades endógenas complementarias”, que den sustancia concreta en el ámbito tecnológico a la concepción de Sen del desarrollo como expansión de las libertades y capacidades: “en muchos países la capacidad para recibir tecnología desde afuera requiere imperativamente alguna base científica endógena independiente. Para resolver los innumerables problemas locales de suelos, materiales, medio ambiente, destrezas y clima, hace falta que la base endógena crezca y florezca” (Freeman y Soete, 1997: 363; traducción propia). Una cuestión clave para la efectiva transferencia de tecnología es la capacidad del receptor para dominar y adaptar la tecnología transferida.

Quando el crecimiento se basa de manera considerable en la asimilación de las mejores prácticas técnicas elaboradas originalmente en otra parte del mundo (y ello tiene que ser así respecto de la mayor parte del cambio técnico en casi todas partes), entonces la I+D local puede aún ser muy importante [...] porque posibilita que la adaptación y la mejora de la tecnología importada tengan lugar con máxima eficiencia (Freeman, 1992b: 12; traducción propia).

Tal prescripción tiene un alcance más general que su interpretación usual: “Lo que es deseable en lo económico y tecnológico lo es incluso más en lo cultural y político” (Freeman y Soete, 1997: 364; traducción propia). El papel a menudo descuidado del conocimiento avanzado para el desarrollo como un proceso autocentrado de cambio es claramente afirmado:

La máxima significación de la investigación fundamental es que provee una base general de conocimientos con múltiples posibilidades sobre la cual se puede construir una amplia gama de servicios científicos y técnicos. Todo país sin excepción requiere tal base, aunque sea a escala muy pequeña. Sin ella no puede haber a largo plazo ningún tipo de desarrollo cultural, económico o político independiente (1997: 364; traducción propia).

Freeman ofrece otras razones para respaldar la asignación de recursos a la investigación científica y tecnológica en países en desarrollo, incluso en el marco de severas restricciones en los fondos disponibles. Entre esas razones ocupa un lugar principal una no demasiado frecuentemente mencionada: “de hecho muy poco de la I+D mundial se refiere directamente a las necesidades elementales de la mayoría de la población mundial” (Freeman, 1982a: 184; traducción propia). Este será precisamente nuestro punto de partida para un enfoque propositivo.

Freeman seguramente apreciaría la importancia que ha cobrado en tiempos recientes la temática de la innovación para la inclusión social. La necesidad de modificar el programa de trabajo para la ciencia, la tecnología y la innovación de modo de tomar en cuenta “las necesidades elementales de la mayoría de la población mundial” se ve respaldada por el conjunto de su obra intelectual.

Aquí querríamos destacar solo dos aspectos. El primero es que las necesidades de las que estamos hablando no solo están relativamente ausentes de la mayoría de las agendas nacionales de I+D, sino que además no pueden ser encaradas bajo formas canónicas. Se requiere más I+D vinculada con esas necesidades, así como una I+D con orientación diferente, tanto la I como el D. La heurística para resolver problemas en contextos de escasez –diferentes tipos de escasez, desde los recursos monetarios hasta la infraestructura– no puede ser la misma que se emplea cuando la abundancia es una condición contextual mayor. Conceptos como “innovación frugal” apuntan a innovaciones que resuelven problemas de maneras nuevas y “extrañas” o “infrecuentes”, reutilizando de modos distintos objetos descartados en su uso original o combinando de manera diferente una cantidad menor de recursos para diseñar soluciones más baratas. Ello puede lograrse mediante “tanteos”, pero es posible y necesario construir agendas de investigación académica en torno al desafío planteado por semejante tipo de innovaciones.

Los equipos de investigación que han logrado vacunas cuyo costo de producción es centenares de veces menor que las “normales” después de años de trabajosa labor académica pueden brindar su testimonio en la causa de la investigación y la innovación para la inclusión social. La propuesta de política es: i) sacudir el sistema de investigación académica, internacional y nacional, y despertar su atención a nuevos problemas, nuevos métodos para abordarlos, nuevas recompensas a tales esfuerzos, nuevos modos de sentir cuál es su papel en el mundo, y ii) buscar caminos hacia un “sistema de innovación inclusivo” que pueda crecer

en los intersticios de los “sistemas de innovación como siempre” a los que guían las consideraciones mercantiles y la demanda individual en el mercado (Arocena, Goränsson y Sutz, 2018). Esta propuesta está claramente al servicio del cuestionamiento a la tendencia destacada en el enfoque prospectivo hacia el incremento de la desigualdad basada en el conocimiento, tiene sus raíces en el enfoque normativo del desarrollo que apunta a satisfacer el derecho de la gente a una vida digna, y se origina en la convicción de que, combinadas con varios otros elementos, la ciencia y la tecnología son absolutamente fundamentales para conseguir un mundo mejor para todos.

El segundo elemento propositivo que aquí se quiere destacar se relaciona con uno de los obstáculos mayores para concretar la propuesta recién formulada. Cuando la innovación se liga a la inclusión social a través del efecto “derrame” del crecimiento económico a través de políticas sociales vistas como redes de seguridad, las políticas de innovación y de I+D difícilmente escapen al papel que les asigna una larga historia (y la teoría económica). En esto se ve cuan poderosamente correcto es el reclamo de Freeman en pro de la interdisciplinariedad, pues lo que hace falta es inventar un nuevo papel para las políticas de innovación. Aquí el enfoque propositivo apunta a un tipo de políticas de innovación que debieran ser pensadas como un capítulo de las políticas sociales; ello significa que tales políticas de innovación debieran ser orientadas a resolver problemas de la exclusión social y evaluadas en su eficiencia por los resultados de tales esfuerzos. Pero para que esta propuesta devenga realmente sistémica, hace falta una propuesta simétrica. ¿De dónde provendrán demandas concretas para tales políticas de innovación, demandas que reflejen necesidades sociales, pero además dotadas de los recursos requeridos para encargar soluciones? Proponemos “reinventar” parcialmente las políticas sociales concibiéndolas también como políticas de innovación. La conexión entre “políticas de innovación como políticas sociales” y “políticas sociales como políticas de innovación” puede construir las dos hojas de tijeras cognitivamente exitosas para confeccionar formas de la inclusión social.

Una inspiración concreta para este enfoque puede encontrarse en un trabajo interesante, pero no demasiado conocido, al que Freeman contribuyó, el memorándum de Maastricht titulado “Un enfoque integrado de la política europea de innovación y difusión tecnológica”, vinculado sobre todo con la política pública ambiental. Nos tomamos la libertad de citar un párrafo del memorándum, pero cambiando *ambiente* por *inclusión social*: el resultado es interesante.

El uso de las políticas de ciencia y tecnología para alcanzar metas de *inclusión social* constituye un nuevo foco para la política tecnológica. Apparentemente, ello requiere volver al énfasis de los años cincuenta y sesenta en los *objetivos públicos* que se procuraba obtener mediante proyectos orientados a misiones específicas. Sin embargo, existe una diferencia fundamental entre esos proyectos de ayer, orientados por ejemplo por programas nucleares, de defensa y aeroespaciales, y los nuevos proyectos para respaldar un desarrollo *socialmente inclusivo*. Los proyectos más antiguos desarrollaban tecnologías radicalmente nuevas mediante compras públicas en gran medida aisladas del resto de la economía [...] En contraste, cuando la orientación por misiones específicas dirige la innovación hacia proyectos de *inclusión social*, dicha innovación deberá combinar compra pública con varias otras políticas para lograr efectos generalizados en el conjunto de la estructura de producción y consumo en una economía (Soete y Arundel, 1993: 50; traducción propia).

Observaciones finales en palabras de Freeman

La contribución de Freeman al pensamiento sobre el desarrollo tiene múltiples facetas, como lo muestra la evidencia presentada en este capítulo. Tan importante como su enfoque concreto de asuntos complejos y específicos de la ciencia, la tecnología y la innovación para el desarrollo, es su postura intelectual de conjunto. Elegimos dos fragmentos que la ejemplifican.

El creciente contenido científico de la tecnología y la incrementada subdivisión y especialización en el interior mismo de la ciencia han llevado a problemas mayores de comunicación entre especialistas y no especialistas. Tales problemas han sido acentuados por las divisiones dentro del sistema educativo entre las diferentes disciplinas, así como entre las artes y las ciencias. Para mucha gente, tales tendencias, junto con algunas de las desagradables facetas de la moderna industrialización, han aumentado el sentimiento de alienación respecto de la tecnología moderna a un punto tal que cuestionan lo deseable de cualquier innovación adicional. Sienten que todo el sistema es como un “*juggernaut*” incontrolable e impredecible que está barriendo con la sociedad humana a medida que avanza [...] *Como consecuencia, los mecanismos sociales mediante los cuales observamos y controlamos la dirección y el ritmo del cambio técnico constituyen uno de*

los problemas más críticos de la política contemporánea (Freeman, 1982a, 17, énfasis nuestro; traducción propia).

El libro de Gabriel García Márquez, *El amor en tiempos del cólera*, puede ser leído a muchos niveles diferentes; sin embargo, entiendo que el mensaje es: “Nunca cedan al cinismo o a la desesperación. Permanezcan fieles a los ideales de la juventud” (Freeman, 1992c: 229; traducción propia).

Bibliografía

- Arocena, Rodrigo; Göransson, Bo y Sutz, Judith (2018). *Developmental Universities in Inclusive Innovation Systems Alternatives for Knowledge Democratization in the Global South*. Londres: Palgrave Macmillan.
- Arocena, Rodrigo y Sutz, Judith (2016a). “Reading Freeman when Ladders for Development are Gone”. En Ghosh, Jayati; Kattel, Rainer y Reinert, Erik (eds.), *Handbook of Alternative Theories of Economic Development*, pp. 441-455. Cheltenham: Edward Elgar.
- (2016b). “Innovación y Sistemas Nacionales de Innovación en procesos de desarrollo”. En Erbes, Analía y Suárez, Diana (comps.), *Repensando el desarrollo: una discusión desde los sistemas de innovación*, pp. 69-102. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Bértola, Luis y Ocampo, José Antonio (2013). *El desarrollo económico de América Latina desde la independencia*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Chang, Ha-Joon (2002). *Kicking away the Ladder: Development Strategy in Historical Perspective*. Londres: Anthem Press.
- De la Mothe, John y Paquet, Gilles (eds.) (1996). *Evolutionary Economics and the New International Political Economy*. Londres: Pinter.
- Dertouzos, Michael; Solow, Robert y Lester, Richard (1989). *Made in America: Regaining the Productive Edge*. New Baskerville: The MIT Press.
- Fayerabend, Paul (1988 [1975]). *Tratado contra el método. Esquema de una teoría anarquista del conocimiento*. Madrid: Tecnos.
- Freeman, Christopher (1967). “Research Comparisons”. *Science*, n° 158, pp. 463-467.

- (1969). *The Measurement of Scientific and Technological Activities: Proposals for the Collection of Statistics of Science and Technology on an International Uniform Basis*. París: UNESCO.
- (1973). “Malthus with a Computer”. *Futures*, vol. 5, n° 1, pp. 4-12.
- (1974). “The Luxury of Despair: A Reply to Robert Heilbroner’s Human Prospect”. *Futures*, vol. 6, n° 6, pp. 450-462.
- (1980). “A Flawed but Fascinating Grand Design”. *Futures*, vol. 12, n° 6, pp. 508-510.
- (1982a). *The Economics of Industrial Innovation*. Londres: Frances Pinter.
- (1982b). “Technological Infrastructure and International Competitiveness”. Draft paper submitted to the OCDE *ad hoc* group on science, technology and competitiveness. Reimpresión para la Primera Conferencia Globelics “Innovation Systems and Development Strategies for the Third Millennium”, Río de Janeiro, 2-6 de noviembre de 2003.
- (1984). “Prometheus Unbound”. *Futures*, vol. 16, n° 5, pp. 494-507.
- (1990). “Review of M. L. Dertouzos, R. K. Lester, R. M. Solow and the MIT Commission on Industrial Productivity. *Made in America: Regaining the Productive Edge* (Cambridge, MA: MIT Press, 1989)”. *Research Policy*, vol. 19, n° 4, pp. 401-403.
- (1991). “Networks of Innovators: A Synthesis of Research Issues”. *Research Policy*, vol. 20, n° 5, pp. 499-514.
- (1992a). “Science and Economy at the National Level”. Chapter prepared for the OCDE Experimental Working Session on Science Policy. Reimpreso en Freeman, Christopher, *The Economics of Hope*, pp. 31-49. Londres: Pinter.
- (1992b). “Bernal and the ‘Social Function of Science’”. En Freeman, Christopher, *The Economics of Hope*, pp. 3-30. Londres: Pinter.
- (1992c [1991]). “Technology, Progress and the Quality of Life”. Primera publicación en *Science and Public Policy*, vol. 18, n° 6, pp. 407-418. Republicado en Freeman, Christopher, *The Economics of Hope*, pp. 212-230. Londres: Pinter.
- (1995). “The ‘National System of Innovation’ in Historical Perspective”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, n° 1, pp. 5-24.

- (1996a). “The Greening of Technology and Models of Innovation”. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 53, n° 1, pp. 27-39.
- (1996b). “Catching up and Falling behind: The Case of Asia and Latin America”. En De la Mothe, John y Paquet, Gilles (eds.), *Evolutionary Economics and the New International Political Economy*, pp. 160-179. Londres: Pinter.
- (2001). “If I Rule the World”. *Science and Public Policy*, vol. 28, n° 6, pp. 477-479.
- (2002). “Continental, National and Sub-National Innovation Systems: Complementarity and Economic Growth”. *Research Policy*, vol. 31, n° 2, pp. 191-211.
- Freeman, Christopher y Louçã, Francisco (2001). *As Time Goes by: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Freeman, Christopher y Soete, Luc (1997). *The Economics of Industrial Innovation*, 3ª ed. Cambridge: MIT Press.
- (2007). “Developing Science, Technology and Innovation Indicators: What we Can Learn from the Past”. Maastricht Working Paper Series 2007-001.
- Hirschman, Albert O. (1981). *Essays in Trespassing: Economics to Politics and Beyond*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Krugman, Paul (2009). *The Return of Depression Economics and the Crisis of 2008*. Nueva York: W.W. Norton.
- List, Friedrich (1997). *Sistema Nacional de Economía Política*. México DF: Fondo de Cultura Económica.
- Mann, Michael (1986). *The Sources of Social Power, Vol. I: A History of Power from the Beginning to AD 1760*. Cambridge: Cambridge University Press.
- (1993). *The Sources of Social Power, Vol. II: The Rise of Classes and Nation-States, 1760-1914*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pérez, Carlota (2011). “Session in Memory of Chris Freeman”. 9th Triple Helix Conference, Stanford.
- PNUD (2011). *Informe sobre el Desarrollo Humano 2011*. Nueva York: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Humano.

Prebisch, Raúl (1950). *The Economic Development of Latin America and its Principal Problems*. Nueva York: United Nations Department of Economic Affairs.

Reinert, Erik (2007). *How Rich Countries Got Rich... and why Poor Countries Stay Poor*. Nueva York: Public Affairs.

Sen, Amartya (2000). *Desarrollo y libertad*. Barcelona: Planeta.

——— (2013). “The Ends and Means of Sustainability”. *Journal of Human Development and Capabilities*, vol. 14, n° 1, pp. 6-20.

Soete, Luc y Arundel, Anthony (1993). *An Integrated Approach to European Innovation and Technology Diffusion Policy*. Maastricht: European Commission.

Smith, Adam (2011). *La riqueza de las naciones*. Madrid: Alianza.

Tilly, Charles (2005). *Identities, Boundaries, and Social Ties*. Boulder, CO: Paradigm.

Bibliografía recomendada

Arocena, Rodrigo y Sutz, Judith (2003). *Subdesarrollo e innovación. Navegando contra el viento*. Madrid: Cambridge University Press.

Bértola, Luis y Ocampo, José Antonio (2013). *El desarrollo económico de América Latina desde la independencia*. México: Fondo de Cultura Económica.

Hirschman, Albert O. (1984). *De la economía a la política y más allá*. México: Fondo de Cultura Económica.

Mokyr, Joel (2008). *Los dones de Atenea. Los orígenes históricos de la economía del conocimiento*. Madrid: Marcial Pons Ediciones de Historia.

Sabato, Jorge (ed.) (1975). *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia – tecnología – desarrollo – dependencia*. Buenos Aires: Paidós.

Conclusiones

Desafíos para la teoría de la innovación

*Florencia Barletta, Analía Erbes y Diana Suárez
Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento*

El recorrido realizado en este libro, que recoge contribuciones de referentes de la teoría de la innovación en los países iberoamericanos, pone de manifiesto la necesidad de sintetizar esos aportes y, al mismo tiempo, de reflexionar sobre los principales desafíos que allí se identificaron.

Al inicio de esta obra señalamos que su objetivo fundamental es aportar nuevo material para la enseñanza de la teoría de la innovación que sean pensados desde y para la región. Por ello, el libro se articula en torno a una serie de temas que contribuyen a caracterizar y comprender el fenómeno de la innovación en Iberoamérica.

El abordaje propuesto entiende la innovación en sus diferentes “capas”. Una primera capa que presenta y discute la dimensión teórica del fenómeno. Una segunda capa que propone un análisis más práctico con una mirada que se centra en comprender cómo se manifiestan en los niveles macro, meso y micro los conceptos desarrollados en el plano teórico. Una tercera capa que reflexiona sobre las políticas de innovación y alguno de los desafíos que supone la modificación de una realidad compleja. Finalmente, una cuarta capa implica pensar la innovación y el cambio tecnológico desde la perspectiva del desarrollo latinoamericano.

Esta estructura de niveles o dimensiones de análisis nos permite, entonces, identificar un conjunto de enseñanzas y reflexiones finales que nos interesa remarcar aquí. En primer lugar, la teoría de la innovación es una perspectiva analítica que realiza importantes contribuciones para comprender el fenómeno de la innovación, especialmente desde una

concepción que hace énfasis en la relevancia de diferentes aspectos del proceso más que en los resultados alcanzados. En segundo lugar, permite también explicar dinámicas específicas de los procesos de desarrollo y subdesarrollo que se contraponen a las visiones asociadas a trayectorias más homogéneas propuestas por las teorías tradicionales. Finalmente, la teoría de la innovación presenta también un conjunto de desafíos que deberán enfrentar sus investigadores en pos de la consolidación de un enfoque que incorpore dimensiones ausentes en el análisis y continúe aportando elementos relevantes para el análisis del cambio tecnológico, el crecimiento y el desarrollo.

Contribuciones de la teoría de la innovación a la teoría económica

Tal como señalan Motta y Morero en el capítulo 1, la teoría de la innovación nace de corrientes asociadas al campo de la economía, y ese enfoque economicista acompaña gran parte de los componentes que dan cuenta de su ontología y epistemología. En el mismo sentido, en Iberoamérica podemos encontrar trayectorias académicas que, iniciándose en la economía clásica y neoclásica, avanzan a través de la organización industrial y desde allí hacia la teoría de la innovación. En la actualidad, se observa que aunque esta teoría de la innovación se ha nutrido de aportes de muchas otras disciplinas, sigue prevaleciendo un enfoque economicista, centrado en la teoría evolucionista neoschumpeteriana en tanto se considera que la innovación es el motor del capitalismo, que es un proceso dinámico, contextual e histórico, y que se explica por relaciones complejas entre actores e instituciones que son, a su vez, sujetos complejos.

En estas condiciones, siguiendo a Motta y Morero, en el capítulo 1, la teoría de la innovación constituye una herramienta conceptual que pone de manifiesto la incapacidad del *mainstream* económico para explicar la realidad del cambio tecnológico en sus diferentes niveles. Aun cuando se relajen los supuestos más tradicionales de esa teoría y se acepta la ausencia de equilibrio y de agentes racionales, solo desde enfoques más cercanos a la teoría de la innovación es posible explicar la existencia de procesos interactivos, en que los actores e instituciones son tan importantes como las relaciones entre ellos. De esta manera, la innovación es el resultado de un proceso dinámico y marcado por la competencia, que dispara mecanismos de determinación de precios pero también, y

fundamentalmente, por interacciones basadas en factores o elementos no precio, pero que en una relación interactiva también los determinan.

La idea de proceso es otro elemento que se destaca dentro de los aportes realizados por la teoría de la innovación y, dada su centralidad, se retoma en distintos capítulos de este libro. En la medida que se acepta que la innovación es un proceso más que un resultado, cobran importancia las dinámicas de aprendizaje (y desaprendizaje), en que las relaciones entre pasado y presente van mucho más allá de ejercicios de estática comparada. La teoría de la firma que está implícita en la teoría de la innovación da cuenta de empresas que son discrecionalmente diferentes, y en esa búsqueda de diferenciación reside el germen del proceso innovativo. Las conductas heterogéneas son clave para la generación de procesos de destrucción creativa, por lo que las explicaciones aportadas por los enfoques más tradicionales que asocian esta diversidad, fundamentalmente, con incentivos del entorno y del nivel de precios, resultan ser al menos insuficientes. Reforzando estos aportes conceptuales sobre capacidades y diferenciación, el avance en los sistemas estadísticos permite dar cuenta de esa microheterogeneidad y nos desafían, paradójicamente, a continuar buscando factores que nos permitan explicarla. Este es el análisis que nos proponen Nelson en el capítulo 2 y Barletta, Suárez y Yoguel, en el capítulo 7.

Para complementar los aportes realizados en el plano microeconómico, la teoría de la innovación también tiene algo para decir respecto de las dinámicas macro. El cambio tecnológico es un fenómeno histórico, contextual, específico y sistémico, tal como sostienen Pérez y Lastres, Cassiolato, Matos y Szapiro, en los capítulos 4 y 14, respectivamente. Dado que el impacto del cambio tecnológico trasciende lo meramente económico, en cuanto repercute sobre las dimensiones social e institucional, la economía como campo del saber en general resulta insuficiente tanto en términos analítico-reflexivos como prescriptivos. En este sentido, el entorno de las firmas aparece como un determinante clave del proceso innovativo. La innovación es un proceso social y, como tal, requiere ser abordada con elementos conceptuales y herramientas metodológicas propias de otras disciplinas tales como la sociología, la antropología, la ciencia política e incluso la filosofía y la epistemología. Por lo tanto, se pone en evidencia que, si bien es una condición muy relevante, no es suficiente que los “*macro-fundamentals*” estén bien (y dejaremos para otro libro discutir qué sería que estén bien), sino que es necesario generar espacios, sistemas/ecosistemas que den lugar a la emergencia de inno-

vaciones e innovadores en el marco de la resolución de problemas que impactan no solamente en términos económicos. Erbes y Suárez, y Federico, Ibarra García y Kantis, en los capítulos 5 y 10, respectivamente, abordan en detalle estas cuestiones.

Finalmente, si la innovación es un proceso, entonces tan importante como los resultados son las dinámicas de difusión de innovaciones. Al respecto, la teoría de la innovación sostiene que es necesario abordar los procesos de difusión del conocimiento que dan lugar a las innovaciones con la misma precisión con la que se avanza sobre los procesos de generación, cuestión de la cual se ocupa Orozco en el capítulo 11. El análisis conjunto y práctico de estos procesos de creación y difusión permite explicar diferentes senderos de crecimiento, algunos de los cuales han permitido el cierre de la brecha (el denominado *catch-up*) y otros muestran la persistencia de dinámicas divergentes. El capítulo 17 de Lee es una gran contribución en este sentido.

En síntesis, todas estas contribuciones nos permiten sostener que la teoría de la innovación propone un abordaje complejo del fenómeno innovativo, un abordaje centrado en los procesos de creación y difusión de cambio tecnológico, con eje en los actores, las instituciones y las relaciones entre ellos, que se explican por procesos dinámicos de aprendizaje y acumulación de capacidades a diferentes niveles de agregación. Los conceptos de equilibrio, de agente racional y de relaciones basadas en señales de precios no pueden estar más lejos de los elementos que explican la existencia y persistencia de diferentes niveles de desarrollo tecnológico.

Aportes de la teoría de la innovación para explicar el desarrollo

Como se señala en distintos capítulos de este libro, la teoría de la innovación y los temas que se abordan en ese marco no configuran una teoría del desarrollo. Más aún, es importante destacar que es un abordaje analítico que no tiene la preocupación del desarrollo en sus orígenes ni en sus referentes principales, si bien un conjunto importante de autores que se inscriben en este marco buscan incorporar la cuestión del desarrollo a la vez que proponen dialogar con otros enfoques teóricos dedicados a la cuestión. En este sentido, la teoría de la innovación arroja luz sobre algunas dimensiones del fenómeno que complementan las explicaciones más estructuralistas e institucionalistas del desarrollo.

En primer lugar, es relevante señalar el rol central que le cabe al conocimiento. El cambio tecnológico es, en última instancia, el resultado de procesos de creación, aplicación, apropiación y explotación del conocimiento. En consecuencia, cobran importancia fundamental las capacidades de las personas, de las organizaciones y, en términos más amplios, de los sistemas que configuran dinámicas específicas para los procesos de aprendizaje. Desde la teoría de la innovación (analizado en el capítulo 3 de Natera) se presenta un marco conceptual y metodológico para entender las diferentes dimensiones de las capacidades y cómo ellas impactan en los procesos innovativos. Asimismo, el cierre de la brecha tecnológica es el resultado de procesos de acumulación de capacidades que permiten transitar desde estadios de desarrollo basados en la disponibilidad de recursos relativamente abundantes y a bajo precio, hacia estadios más avanzados de competencia schumpeteriana, determinada por la creación de bienes tecnológicamente más sofisticados (sobre esto versa el capítulo 17 de Lee). En un marco en el que el desarrollo depende del cierre de la brecha tecnológica, se impone la necesidad de discutir cómo hacer para que este proceso conduzca a trayectorias de desarrollo sustentable e inclusivo. En esta dirección, Arocena y Sutz, en el capítulo 18, reflexionan sobre el pensamiento del desarrollo inspirados por la obra de Freeman.

En segundo lugar, también desde la teoría de la innovación es posible reinterpretar los procesos de cambio estructural, incluso atendiendo a las especificidades que estos adquieren en países con diferentes niveles de desarrollo. Una cuestión ampliamente retomada desde esta perspectiva teórica refiere a las diferencias que existen en la base de conocimiento necesaria para la generación y difusión de innovaciones en diferentes actividades productivas. La relevancia que adquieren estos elementos en países define las características de su patrón productivo, y es el cambio tecnológico el elemento que tiene el potencial de modificar esas mismas estructuras a partir de la reconfiguración de conocimientos y la absorción de otros nuevos, y de las inversiones que son requeridas en desarrollo tecnológico. De esta manera, el patrón de especialización de los países se convierte en una variable a explicar distanciándose de la pregunta arquetípica de la teoría convencional del comercio internacional –qué determina que un país tenga una inserción internacional exitosa– que pierde sentido en un esquema de pensamiento evolucionista y neoschumpeteriano. Esta relación, entre perfil productivo y comercial e innovación es una parte central de los estudios acerca de innovación, y

se hace incluso más relevante cuando se trata de explicar la vinculación entre los sistemas de innovación y el desarrollo (elemento abordado en el capítulo 5 por Erbes y Suárez). Más específicamente, el desarrollo asociado a procesos de cambio estructural demanda inversiones específicas que modifiquen las estructuras productivas, pero en coevolución con las otras dimensiones de los sistemas de innovación que explican la lógica de creación, aplicación y explotación de conocimiento.

La discusión sobre las trayectorias posibles para avanzar en procesos de cambio estructural pone de manifiesto que la teoría de la innovación dista de ser un cuerpo de literatura homogéneo. Algunas contribuciones asignan a ciertos sectores intensivos en recursos naturales un rol relevante en el cambio estructural, superando la visión estructuralista clásica que identifica a estos sectores exclusivamente con la definición de ventajas comparadas estáticas y con la producción de bienes homogéneos. En particular, el rol asignado a la producción agropecuaria, a la explotación minera y a toda la industria relacionada con los recursos naturales llevó a importantes debates asociados con el desarrollo que, en la práctica, condujo a la configuración de la visión dicotómica entre el sector primario y el manufacturero. Esta visión dicotómica del estructuralismo clásico, que tenía sentido en un momento histórico en el que predominaban economías con estructuras productivas duales y fuerte integración vertical y nacional de la producción, pierde sentido en el contexto actual, de estructuras múltiples y procesos productivos altamente fragmentados. En este libro, el capítulo 13, de Marín y Stubrin, y el 16, de Katz, aportan una visión superadora de esa dicotomía y plantean argumentos sobre las oportunidades de innovación que ofrecen los sectores basados en recursos naturales. Los autores proponen entenderlos en el marco de procesos complejos de agregación de valor, que demandan de creación de capacidades en las empresas y las instituciones de apoyo y regulación.

La discusión del patrón de especialización y el cambio estructural es inseparable del debate sobre la inserción externa y la competencia global. El estado actual del capitalismo mundial muestra que las posibilidades de optar por un sendero específico de desarrollo quedan determinadas, en parte, por el lugar que ocupan las estructuras productivas nacionales en las cadenas globales de valor y en las estrategias de internacionalización de las empresas multinacionales. La competitividad y la apropiación de rentas tecnológicas se dirimen en estos niveles y, por tanto, es preciso

incorporarlas al análisis del desarrollo, tal como lo hacen Álvarez, Marín y Albis en el capítulo 12.

Finalmente, en tercer lugar, los aportes de la teoría de la innovación para pensar los problemas del desarrollo se complementan con la necesidad de pensar formas de intervención que permitan traccionar, a través de políticas públicas, estos mismos procesos. La idea del cambio tecnológico como motor del cambio estructural no es novedosa. No obstante, en los últimos años se fue generando cierto consenso sobre la importancia de fomentar los procesos de innovación a través de instrumentos de política pública, aunque con fuertes diferencias respecto de *cómo* hacerlo. Si bien se reconocen problemas de naturaleza sistémica y de capacidades en las dificultades para llevar a cabo procesos de innovación, en los países de la región ha primado una lógica de intervención sustentada en la resolución de fallas de mercado (asumiendo que estas existen y pueden identificarse como tales). Al respecto, desde la teoría de la innovación se han desarrollado un conjunto de argumentos que se contraponen a la idea de intervención basada en fallas de mercado y ponen de manifiesto la complejidad de actores y relaciones a partir de los cuales se podrían desencadenar dinámicas tecnológicas y de cambio estructural. Asimismo, también se reconoce que la intervención no debería ser un evento estático, aislado y desconectado, sino que debe formar parte de un proceso más amplio de aprendizaje que admita espacios de experimentación y ajuste. En paralelo, las discusiones sobre enfoques de intervención por misión versus difusión y de intervenciones verticales versus horizontales, han estado presente a lo largo del desarrollo de la teoría que nos ocupa. En la actualidad, estos enfoques se renuevan con visiones que incluyen objetivos de desarrollo sostenible y desafíos nacionales. En los capítulos 6 y 15, de Dutrénit y Puchet y de Lavarello, Minervini, Robert y Vázquez, respectivamente, realizan valiosas contribuciones sobre los diferentes modos de intervención de las políticas de innovación y desarrollan herramientas analíticas y metodológicas para adentrarse en esta cuestión.

Como corolario, resulta evidente que la misma complejidad que pregonaba la teoría de la innovación en la comprensión de los procesos de innovación de nivel micro y mesoeconómico se hace presente en la lógica con la que esta perspectiva entiende el fenómeno del desarrollo y la identificación y explicación de sus principales determinantes y bloqueos. En particular, hemos destacado en este libro el rol del conocimiento y las capacidades; la función que deben tener los recursos naturales; la idea

más actual de cambio estructural, en el sentido de avanzar en el *upgrading* generalizado en la estructura productiva, y los elementos que deberían contemplarse desde la política pública. No obstante, estas mismas contribuciones son, a la vez, parte de los principales desafíos que enfrenta la teoría de la innovación. Entender y proyectar el estadio actual del paradigma tecnoeconómico, la configuración que adquirieron las instituciones sociopolíticas que están por detrás de los Estados nacionales y la dinámica más general del capitalismo actual son los principales temas que, a nuestro criterio, deberán encontrar rápidamente un lugar de debate dentro de esta teoría.

Desafíos para la teoría de la innovación

La mayoría de los capítulos de este libro finalizan con una presentación de los principales desafíos que enfrenta la teoría de la innovación en cada una de las temáticas abordadas. En esta sección final queremos resaltar dos cuestiones transversales a todos ellos.

En primer lugar, una cuestión que requiere ser atendida es la superación del determinismo tecnoeconómico de los estudios sobre la innovación. Probablemente por el propio objeto de estudio, los análisis basados en la teoría de la innovación tienden a colocar en el centro de la escena al cambio tecnológico y a los procesos de creación y aplicación de conocimiento. Luego se busca entender y cuantificar su impacto en términos de crecimiento y desarrollo.

Las experiencias más recientes de dinámicas de innovación, especialmente en los países en desarrollo, ponen de manifiesto la necesidad de evaluar los determinantes no económicos de las tecnologías, de su creación y su difusión. Es importante mejorar nuestra comprensión de las relaciones de causa y consecuencia en y con las dimensiones sociales, políticas, históricas, contextuales e institucionales en general. Es importante también mejorar nuestra definición de desarrollo, que es inseparable de los objetivos de equidad y de inclusión. Entre otras cuestiones, esto demanda una mejor comprensión del proceso de integración entre lo micro y lo macro, y de los mutuos condicionamientos que se dan entre estos dos niveles de análisis para explicar cómo ante iguales entornos macro existen diferentes conductas microeconómicas. Esto también implica entender las lógicas de distribución del ingreso así como las de distribución del poder dentro de las sociedades, avanzar en la discusión sobre la

apropiación de las cuasirrentas que genera la innovación e identificar las lógicas del “derrame” hacia el resto de la sociedad. Claramente, este es un elemento que trasciende a la cuestión de la estructura productiva e incluso, a la misma dinámica de innovación. En este marco, el desafío es avanzar hacia una mejor articulación con otros campos del saber, entre ellos, la sociología, la antropología, los estudios políticos y la psicología.

En segundo lugar, consideramos necesario mejorar el equilibrio en el análisis entre el aprender de la historia y el mirar hacia delante. En los estudios microeconómicos suele discutirse acerca de los procesos de *path-dependence* y *path-creation*. Para el primer enfoque importan los procesos de aprendizaje; para el segundo, el foco está puesto en el desarrollo de capacidades llamadas dinámicas, las cuales permiten entender y adaptarse al entorno. Como analistas de la innovación, debemos desarrollar estas últimas capacidades y encontrar el equilibrio entre comprender el pasado (para explicar el subdesarrollo) y ser capaces de proponer alternativas para los desafíos que tienen por delante cada una de las economías (para generar una teoría del desarrollo). La naturaleza del cambio tecnológico que estamos experimentando nos interpela en términos de los desafíos, oportunidades y posibilidades concretas que existen para nuestra región en ese marco. Este vertiginoso cambio obliga a reвер de forma continua los esquemas que servían para explicar lo que pasaba hace veinte, diez e incluso cinco años. Se necesita, por lo tanto, rediscutir los supuestos, pero atendiendo desde luego, a la historia de aciertos y desaciertos en términos de las explicaciones teóricas, las traducciones conceptuales y los resultados de la aplicación práctica.

En la historia del pensamiento sobre la innovación y más atrás en el desarrollismo latinoamericano encontramos contribuciones fundamentales para explicar las posibilidades de desarrollo y su relación con el cambio tecnológico. Las ideas de Sabato, Botana, Herrera, Furtado y tantos otros pensadores de la región siguen vigentes. Sin embargo, el cambio estructural que buscaban estos pensadores no es el mismo que debemos perseguir nosotros. La estructura productiva de aquel entonces era muy distinta de la actual, en términos de potencial de crecimiento y de contribución al desarrollo. El rol de los recursos naturales es más complejo que una “maldición” o “bendición” y los sectores que antes eran de baja tecnología hoy pueden ser vectores que cambien la frontera tecnológica internacional.

Claramente no tenemos las respuestas sobre cómo seguir. Esperamos con este libro haber presentado algunos elementos fundamentales para

entender la complejidad que supone el cambio tecnológico y el desarrollo, para identificar algunos lineamientos que esbocen y complejicen las respuestas que aún son necesarias y, lo que es más importante, para pensar críticamente de manera tal que seamos capaces de avanzar en las preguntas que aún no nos hemos formulado.

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 emprendimiento y el desarrollo.

Este libro forma parte de las actividades de la Red Latinoamericana para el estudio de los Sistemas de Aprendizaje, Innovación y Construcción de Competencias (LALICS) y ha sido posible gracias al apoyo institucional y financiero de la Secretaría General Iberoamericana (SEGIB), del Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI) de la Universidad Complutense de Madrid y del Instituto de Industria (Idel) de la Universidad Nacional de General Sarmiento.

En esta obra se sintetiza el esfuerzo conjunto realizado por investigadores que trabajan sobre la construcción de una teoría de la innovación que permita entender la producción de conocimiento e innovaciones en el marco de los países en desarrollo en general y de Iberoamérica en particular. Para ello, se retoman los principales tópicos relacionados con la teoría de la innovación, los cuales son reinterpretados a la luz de la experiencia y de las necesidades de estos países. Este libro no pretende ser un manual; su objetivo fundamental es realizar propuestas y generar nuevas preguntas para comprender la complejidad de los procesos innovativos en contextos en los que la escasez de recursos, la incertidumbre, la racionalidad acotada y la heterogeneidad de los agentes económicos cobran un rol determinante.



Universidad Nacional de General Sarmiento 



Libro
Universitario
Argentino

